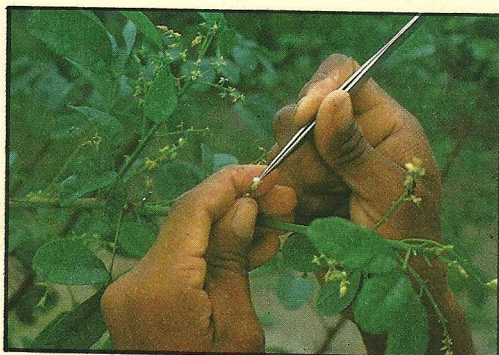


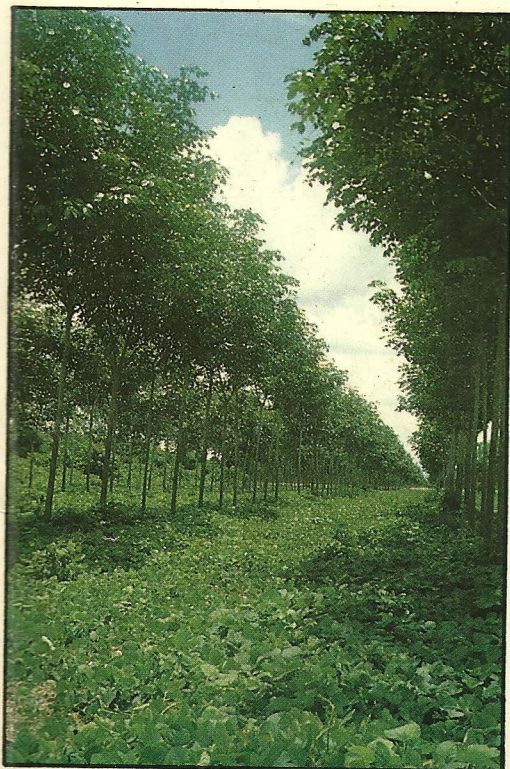


EMBRAPA

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SERINGUEIRA E DENDÊ



RETROSPECTIVA E ATUALIDADE DO MELHORAMENTO
GENÉTICO DA SERINGUEIRA (*Hevea* spp.)
NO BRASIL E EM PAÍSES ASIÁTICOS



**RETROSPECTIVA E ATUALIDADE DO MELHORAMENTO
GENÉTICO DA SERINGUEIRA (*Hevea* spp.) NO BRASIL
E EM PAÍSES ASIÁTICOS**

**Paulo de Souza Gonçalves
João Rodrigues de Paiva
Renato Argôllo de Souza**



**EMBRAPA
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SERINGUEIRA E DENDÊ
Manaus, AM.**

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SERINGUEIRA E DENDÊ (CNPSD)
Rodovia AM-010, Km 28/29, Caixa Postal 319
69.000 - MANAUS-AM.

GONÇALVES, PAULO DE SOUZA

Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp.) no Brasil e em países asiáticos*, por Paulo de S.G., João R. de Paiva e Renato Argóllo de Souza. Manaus. EMBRAPA-CNPSD, 1983.

69 p. (EMBRAPA-CNPSD. Documentos, 2).

1. Seringueira — Melhoramento genético — Brasil. I. Paiva, João Rodrigues de. II. Souza, Renato Argóllo de. III. Título IV. Série.

CDD 633.8952

EMBRAPA 1983

* Trabalho realizado com a participação de recursos financeiros do Convênio SUDHEVEA/EMBRAPA.

ÍNDICE

	P.
1. INTRODUÇÃO	3
2. HISTÓRIA	7
2.1. Descoberta da borracha	7
2.2. A borracha chega à Europa. A Hevea chega à Ásia	8
3. O GÊNERO Hevea	12
3.1. Taxonomia	12
3.2. Aspectos botânicos	14
3.3. Número de cromossomos	14
3.4. Área geográfica	15
3.5. Gêneros relacionados	15
4. MELHORAMENTO DA SERINGUEIRA NA ÁSIA	17
4.1. Antecedentes	17
4.1.1.. A coleta de Wickham	17
4.1.2. Primeiros avanços tecnológicos	18
4.2. Fases do melhoramento	18
4.3. Avanços recentes	20
4.3.1. Hibridação	20
4.3.2. Seleção	20
4.3.3. Escolha dos paternos	21
4.3.4. Técnicas especiais	21
5. MELHORAMENTO DA SERINGUEIRA NO BRASIL	23
5.1. Antecedentes	23
5.2. Primeiros plantios	24
5.3. Fordlândia e Belterra. O "mal-sulamericano-das-folhas"	26
5.4. Primeiras seleções e cruzamentos	28
5.5. Estabelecimento Rural do Tapajós, ETA-54 e PROHEVEA	30
5.6. Expansão da Pesquisa	31
5.7. Criação da SUDHEVEA	33
5.8. Criação do Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira	34

6.	PROGRAMA ATUAL DO MELHORAMENTO NO BRASIL	36
6.1.	Órgãos executores	36
6.2.	Esquema de pesquisa	37
6.2.1.	Técnica de polinização controlada	37
6.2.2.	Escolha dos paternos	39
6.2.3.	Seleção	40
	a) Seleção em viveiro	41
	b) Seleção preliminar de clones. Experi- mento em pequena escala	43
	c) Experimento em grande escala	45
6.3.	Coleta, conservação, e utilização de recursos genéticos	46
6.3.1.	Coleta	48
6.3.2.	Conservação	50
	a) Coleção de base	50
	b) Coleção ativa	54
6.3.3.	Avaliação	54
6.3.4.	Armazenamento e utilização dos dados de avaliação	55
6.3.5.	Utilização dos recursos genéticos	55
6.4.	Áreas de escape	56
6.5.	Diversificação de clones no estabelecimento de plantios comerciais	57
6.6.	Perspectivas do programa de melhoramento	58
7.	REFERÊNCIAS	61

I. INTRODUÇÃO

São bem conhecidos os capítulos da história da produção de borracha no Brasil, desde quando, por muitos anos, desfrutou a condição de principal produtor e exportador, até o início dos anos cinquenta deste século, quando passou a importador do produto. Então, com a evolução crescente da produção de borracha dos países do Sudoeste Asiático, estes assumiram o domínio do mercado internacional, marginalizando a produção dos seringueiros silvestres brasileiros.

O caráter estratégico do produto, com a acelerada industrialização do mundo de pós-guerra, determinou uma demanda inelástica a curto prazo, e os países desenvolvidos viram-se forçados a buscar alternativas que pudessem suprir suas exigências e diminuir a dependência da borracha asiática. A culminância da descoberta do sintético trouxe nova ordenação à economia e à indústria.

Até chegar o sintético, porém, os países que mais dependiam da borracha tentaram obtê-la de outras espécies botânicas produtoras de látex. O México e os Estados Unidos tentaram a exploração do "Guayule"; a União Soviética tentou o aproveitamento do "Kok-saghys", e diversas outras espécies exóticas foram testadas em outros países.

O Brasil, por sua vez, embora tardiamente, tentava implantar também, a exemplo dos países orientais, a heveicultura racional. Além das tentativas de plantio da seringueira pela Companhia Ford, em Fordlândia e Belterra, empresários do sul da Bahia, e depois de São Paulo e de Mato Grosso, desenvolveram esforços para estabelecer plantios de seringueira nessas regiões, chegando a plantar efetivamente áreas expressivas para a época. Também o governo participou desse esforço, através de projetos conhecidos como ETA-54 e o PROHEVEA.

Mas, além das mesmas dificuldades enfrentadas pela Companhia Ford, principalmente com a enfermidade conhecida por "mal-das-folhas", outras exigências técnicas começaram a emergir nessas áreas, sem que o País tivesse resposta para equacioná-las. Dentre estas, citam-se técnicas de manejo da cultura e a performance das cultivares plantadas.

O maior entrave à expansão da heveicultura no Brasil, contudo, ainda é a ocorrência do "mal-das-folhas", doença causada pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) V. Arx. E uma das estratégias para o enfrentamento desse problema é a obtenção e plantio de cultivares resistentes ao patógeno e produtivos. Só possível de obter com trabalhos de melhoramento genético.

As pesquisas de melhoramento genético no Brasil orientam-se principalmente no sentido de criação de clones tolerantes a doenças e que ao mesmo tempo apresentem produção satisfatória de látex.

Todo o esforço da pesquisa nesse sentido já reúne hoje um substancial acervo histórico de informações, que, pela própria natureza da pesquisa, sempre terá a característica de realimentador do processo de geração de novos conhecimentos. Este pressuposto, e, mais, o propósito de situar o direcionamento atual das pesquisas de melhoramento genético da seringueira no Brasil, conseqüência naturalmente dos eventos históricos e sua evolução, serviram de motivação para os autores elaborarem este trabalho.

Antes, porém, de tentar situar a evolução das pesquisas de melhoramento genético da seringueira, os autores consideraram oportuno incluir neste trabalho dois registros ou dois capítulos iniciais, que à primeira vista parece não dizerem respeito ao tema principal, mas que certamente ajudam a explicar o estágio atual da pesquisa e da heveicultura, notadamente no Brasil.

O primeiro é um breve apanhado sobre a própria história da borracha e da seringueira. Muito mais que o simples registro de eventos históricos, o que se pretendeu foi ressaltar a consciência pragmática do europeu e do asiático ante às perspectivas do uso da borracha, que bem explicaria a acentuada diferença de estágio de conhecimentos em que

nos encontramos hoje em relação a eles, particularmente nos estudos de melhoramento genético.

O segundo é sobre o gênero *Hevea* e gêneros relacionados, e procura mostrar, além do simples registro taxonômico, a diversidade de características das espécies de *Hevea*, ainda muito pouco exploradas, embora reunamos o maior acervo de espécies do gênero, e cujas potencialidades são inimagináveis para a pesquisa, especialmente na área de melhoramento genético.

2. HISTÓRIA

2.1. Descoberta da borracha

Não se sabe exatamente quando a borracha foi descoberta. Os primeiros registros literários sobre a borracha datam somente quando da viagem de Cristóvão Colombo à América, quando o seu uso já parecia ser bastante difundido entre os nativos do Continente (Polhamus 1962). Os artefatos de borracha encontrados pelos primeiros visitantes do novo Continente levam a crer, contudo, que o seu uso deve preceder a séculos.

Colombo teria conhecido a borracha primeiramente entre os nativos do Haiti. Cronistas espanhóis referiram-se a ela em 1525 (P. Marty d'Anghiera) e 1529 (Sahagur: "História Geral dos produtos da nova Espanha") ao descrever particularidades dos grupos indígenas do México. Na Amazônia, ela foi mencionada pelo jesuíta Samuel Fritz e depois pelo frei carmelita Manoel de Esperança, entre os índios Cambebas ou Omaguas (Reis 1953; Wisniewski 1978).

O uso da borracha pela civilização Maia, em Yucatán, e pelas civilizações antigas do México foi objeto de pesquisa de Schurer (1957). Em todas estas antigas civilizações a borracha foi um importante elemento do ritual religioso. Segundo o autor, em Yucatán e na cidade do México a borracha era preservada e usada na forma líquida e estava relacionada ao cerimonial do sangue das vidas sacrificadas. Ela era espalhada simbolicamente em bandeiras ou usadas na confecção de imagens de deuses ou mesmo em jogos de cerimonial religioso.

De acordo com Barron (1948), a borracha foi primeiramente descoberta na América do Norte, obtida do "guayule" (*Parthenium argentatum*). Mais tarde, uma nova fonte foi encontrada em Castilho, no México, a árvore *Castilho* spp. Segundo o autor, as borrachas da América Central e da América do Norte seriam de qualidade inferior quando comparadas com a borracha (*Hevea* spp.) encontrada particularmente na floresta amazônica.

Em 1736, Charles Marie de La Condamine, cientista francês que realizava estudos geodésicos na América Meridional, em carta de 24 de junho à Academia de Ciências de Paris, acompanhada de amostras de borracha, fala de uma árvore encontrada na província de Esmeraldas, no

Equador, a que os nativos chamavam de Hhevé, da qual extraíam uma resina branca e inflamável com que faziam archotes para iluminação (Reis 1953; Wisniewski 1978).

Em 1743, La Condamine escreveu ("Relation abrégée d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique Méridionale") a propósito de uma resina de uma árvore que os nativos de Quito e das beiras do rio Marañon, e os Omaguas, no Pará, chamavam *cau-chu* (que significava *pau que dá leite*), e da qual fabricavam uma goma que usavam para fazer garrafas, calçados, bolas, bolsas e bombas ou seringas (daí a designação seringueira, em português), objetos que chamavam a atenção pela sua impermeabilidade e elasticidade (Reis 1953; Batista 1976).

A essa época o naturalista francês François Fresnau, em estudos na Guiana Francesa, também se interessava pelas árvores de cujo leite os índios faziam uso variado (Reis 1953). A *Hevea guianensis*, estudada por Fresnau, teria sido a primeira espécie do gênero *Hevea* a ser descrita (Batista 1976).

La Condamine encontrou-se com Fresnau, em Caiena, em 1744. E em 28 de abril de 1745, perante a Academia de Ciências de Paris, fez um relato de suas observações e dos estudos de Fresnau. Mais tarde, em 1751, Fresnau, com apoio de La Condamine, relatou, ele próprio, à mesma Academia, os resultados de seus estudos.

2.2. A borracha chega à Europa. A *Hevea* chega à Ásia.

No início do século XVIII um pequeno comércio de especiarias fora estabelecido entre o Estado do Pará e Portugal. Com os relatos de La Condamine e Fresnau e as amostras de artefatos de borracha chegadas à Europa, esses artigos passaram a ser exigidos e cobiçados pelos europeus.

Esse interesse aumentou rapidamente com as novas descobertas das propriedades e usos da borracha. Algumas dessas primeiras descobertas e avanços devem ser lembradas, para fixar melhor a evolução histórica e o fascínio despertado pela borracha.

Em 1761, os químicos franceses Herissaut e Maquer descobrem a solubilidade da borracha em éter e terembentina.

Em 1770, o cientista britânico Joseph Priestley vulgariza a característica da borracha de apagar traços de lápis esfregando-a sobre os riscos no papel (daí o nome inglês "rubber", de "rub" esfregar). Em 1772, cubos de borracha eram vendidos em Londres como apagadores.

Grossart, em 1791, e o cirurgião português Francisco Xavier de Oliveira, em 1800, passam a recomendar o uso da borracha na fabricação de objetos cirúrgicos.

Em 1820, Charles MacIntosh desenvolve uma técnica que reduz a pegajosidade da borracha, passando a utilizá-la na impermeabilização de tecidos.

Em 1823 é fundada em Glasgow a primeira fábrica usando borracha como matéria-prima na fabricação de tecidos impermeáveis.

A principal conquista veio a ocorrer em 1839-1842, quando o americano Charles Goodyear e o inglês Thomas Hancock desenvolveram a técnica de vulcanização, tornando a borracha mais resistente e quase insensível às variações de temperatura. Daí para a fabricação dos pneumáticos, em plena época em que florescia a indústria automobilística, não durou muito tempo.

Outra inovação de vulto, ainda, mais tarde, foi a do emprego da borracha como isolante de eletricidade.

A partir dessas últimas descobertas a borracha então ganhou maior importância econômica, atingindo elevados e crescentes índices de demanda e de preço no mercado internacional. Ingleses, franceses e holandeses, principalmente, passaram a vislumbrar então a possibilidade de cultivar a seringueira nas colônias asiáticas, cujas condições de clima e solos são similares às da Amazônia.

Os ingleses tentaram e conseguiram primeiro. Em 1872 ou 1873, James Collins, conservador do Museu da Sociedade de Farmácia de Londres, veio à América para obter sementes de seringueira. Levadas para Calcutá, as sementes não germinaram por se terem estragado (Nadler 1975; Reis 1953).

Duas outras tentativas, feitas por Farris e Robert Cross, também não produziram resultados (ib.). Embora fossem utilizados serviços de coletores botânicos para essas coletas e remessa, nenhuma teve sucesso

(Schultes 1977). O longo e vagaroso percurso da Amazônia à Inglaterra provou ser demais para conservar a viabilidade das sementes. A semente da seringueira é rica em látex, que rapidamente fermenta, e também possui grande conteúdo de óleo, que com o passar do tempo torna-se rançoso. Nessas condições, o embrião da semente é rapidamente danificado, impedindo sua germinação.

Em 1874, Joseph Hooker, diretor do Jardim Botânico de Kew, em Londres, envia novamente Cross à Amazônia e contrata também os serviços de Henry Alexander Wickham, aventureiro que já estivera na Venezuela, no Orenoco, onde conhecera a seringueira e já redigira um artigo sobre ela ("Notes of a journey through the wilderness"), para que ambos fizessem nova coleta e remessa de sementes (Reis 1953).

Wickham aportou no rio Tapajós; e aí, na região de Boim, com a ajuda dos índios Mura, teria coletado 70.000 sementes de seringueira. Enviadas a Londres pelo navio "Amazonas", que deixou o porto de Belém a 29/05/1876, as sementes chegaram a seu destino dezesseis dias depois (ib.).

Das 70.000 sementes enviadas a Londres, 2.397 teriam germinado dias depois. No mês de agosto do mesmo ano, as plântulas obtidas foram enviadas para o Ceilão, atualmente Sri Lanka, para os jardins botânicos de Peradenya e Heneratgodda. E no ano seguinte foram introduzidas também no Jardim Botânico de Singapura (ib.). De acordo com Polhamus (1962), somente 22 "seedlings" foram destinados à Malásia.

Em 1881, conta ainda Reis (1953), as árvores do jardim de Singapura produziram suas primeiras sementes, o mesmo ocorrendo em 1883 com as árvores do Ceilão, daí começando sua crescente propagação. Muitas das árvores plantadas, ainda segundo o mesmo autor, teriam morrido porque foram plantadas em terrenos pantanosos.

De qualquer sorte é sabido que as seringueiras hoje existentes no Sudeste da Ásia, milhões de hectares delas, responsáveis hoje por mais de 90% da produção mundial de borracha, são derivadas das poucas plantas do estoque original coletado por Wickham na região do Tapajós.

A seringueira deixara seu "habitat" natural, conquistava novas áreas e impulsionaria novas economias e mercados, enquanto, na região amazônica, declinava sua produção e se desorganizava a economia e a vida da

gente da terra e de toda a Nação, sem que, à época, uma consciência nacional se formasse para enfrentar com realismo os novos tempos, embora vozes isoladas se fizessem ouvir. Mas esta saga, por muitos já contada, é objeto de historiadores e outros estudiosos e não cabe neste trabalho.

3. O GÊNERO *Hevea*

3.1 Taxonomia

O gênero *Hevea* é um membro da família *Euphorbiaceae*, que inclui outros importantes gêneros de culturas tropicais, tais como *Ricinus* (mamona), *Manihot* (mandioca) e *Aleurites* (oiticica).

De acordo com Bouychou (1963), a primeira descrição de uma espécie pertencente ao gênero *Hevea* data de 1749. Parece ter sido o engenheiro francês François Fresneau quem primeiro descreveu as propriedades da seringueira, cabendo ao botânico Fusée Aublet descrever o gênero *Hevea*, e, dentro deste, a espécie *Hevea guianensis*. A partir de então muitos estudiosos se dedicaram ao seu estudo.

Em 1824, Jussieu publicou o binômio *Siphonia brasiliensis*, sob autoria de Willdenow, hoje conhecida como *Hevea brasiliensis* — principal espécie produtora de borracha.

Anos mais tarde, mais cinco espécies foram propostas por Bentham e no ano seguinte outras foram reconhecidas por Spruce, baseados em amostras de material botânico coletado na Amazônia e nos Andes (Schultes 1977).

Em 1858, de acordo com Schultes (1977), foi conduzida a mais complexa classificação genérica, por Baillon, reconhecendo sete espécies grupadas em duas seções subgenéricas, baseadas na morfologia do androceu e desenvolvimento do disco floral.

Em 1865 e em 1874, Mueller-Argoviensis sugeriu uma classificação compreensiva do gênero, reconhecendo os dois grupos subgenéricos de Baillon enumerando sete espécies. Até 1906, nenhuma atenção taxonômica foi dada ao gênero, quando, então, Huber e Spruce iniciaram estudos em campo, reconhecendo em 1910 cerca de 25 espécies (Schultes 1970).

Em 1910, Pax e Hoffmann (1931) publicaram uma monografia de *Euphorbiaceae* baseada na classificação genérica, reconhecendo 17 espécies.

Segundo Schultes (1977), o botânico brasileiro Adolfo Ducke foi o

que mais se dedicou ao estudo do gênero. Seus estudos taxonômicos de quase 50 anos foram divididos em três períodos distintos. Na primeira fase de estudos ele descreveu muitas pequenas variações como espécies. No segundo período ele as reduziu para variedades e formas. Mais tarde, em 1943, no fim de sua carreira, ele tornou a reconhecer um número reduzido de espécies. Dos 96 binômios e trinômios propostos para o gênero *Hevea* em 200 anos, 46% ou 48% foram publicados por Ducke.

Os mais recentes estudos taxonômicos são aqueles conduzidos por Baldwin (1947), Seibert (1947), Pires (1973) e Schultes (1977). Baldwin (1947), baseado em levantamento acurado de *Heveae* nativas da Amazônia, combinando as observações citológicas, chegou à conclusão de que o gênero *Hevea* possuía nove espécies. No Peru, Seibert (1947) reconheceu oito espécies. Os estudos de Schultes (1977) levaram-no a reconhecer nove espécies e quatro variedades, e finalmente Pires (1973) reconheceu 11 espécies com a inclusão no grupo da mais nova espécie, a *H. camargoana*, encontrada na Ilha de Marajó (Pires 1981).

A classificação atual das espécies do gênero *Hevea* é baseada nos estudos conduzidos por Bailon e Mueller-Argoviensis, citados por Albuquerque (1978); por Hubber, Pax e Ducke, citados em Brasil (1971); e Schultes (1977). Pires (1973 e 1981) e Gomes (1981) ordenaram as espécies e hoje no Brasil são reconhecidas as 11 a seguir:

Hevea brasiliensis (Willd. ex. A. Juss.) Muell. Arg.

Hevea guianensis Aub.

Hevea benthamiana Muell. Arg.

Hevea nitida Mart. ex. Muell. Arg.

Hevea pauciflora (Spr. ex. Bth) Muell. Arg.

Hevea rigidifolia (Spr. ex. Bth) Muell. Arg.

Hevea comporum Ducke

Hevea spruceana (Bth.) Muell. Arg.

Hevea microphylla Ule

Hevea camargoana Pires

Hevea paludosa Ule. Jahrb.

As espécies de maior interesse atualmente para o melhoramento são:

1) *H. brasiliensis* — apresenta maior capacidade produtiva e variabilidade genética para resistência ao *M. ulei*; 2) *H. benthamiana* — apresenta

resistência ao *M. ulei* e variabilidade genética para produção de borracha; 3) *H. pauciflora* — apresenta uma certa imunidade ao *M. ulei*; e 4) *H. camargoana* e *H. camporum* — apresentam característica de porte baixo.

Futuramente, a *H. guianensis* poderá ser utilizada, por apresentar o caráter de ascendência dos folíolos, que pode determinar maior absorção de energia solar, refletindo em uma maior capacidade fotossintética da planta.

3.2. Aspectos botânicos

Botanicamente, a seringueira é uma dicotiledônea monóica, isto é, possui flores masculinas e femininas em um mesmo indivíduo. As flores são unissexuais, pequenas, amarelas, e dispostas em ráceros. As folhas são longamente pecioladas e repartidas em três folíolos. O fruto é uma cápsula grande, que geralmente apresenta três sementes. A semente da seringueira possui 45% a 50% de óleo, cujas características são de cor amarela, viscoso, secativo e tem cheiro forte, podendo ser aplicado na fabricação de tintas e vernizes.

Todas as espécies são lenhosas, arbóreas, no geral árvores medianas até grandes na floresta alta, com exceção da *H. camporum* e *H. camargoana*, que são arvoretas ou arbustos de campo, e *H. nitida*, que é uma árvore das caatingas (campinas) quartzíticas da Colômbia, no Rio Apaporis e Amazonas, e do alto Rio Negro (Pires 1973).

3.3. Número de cromossomos

O número de cromossomos das células somáticas das principais espécies de *Hevea* foi determinado por vários pesquisadores (Ramaer 1935; Baldwin 1947; Bouharmont 1960) como sendo $2n = 36$.

O número de cromossomos da *H. brasiliensis* foi estabelecido sem dúvida nenhuma como $2n = 36$ por Perry (1943) e subsequentemente confirmado por outros (Mendes 1946; Majumder 1964; Ong 1975). Devido à ocorrência de multivalentes na metafase I da meiose em híbridos específicos, Ramaer (1935) postulou ser essa espécie uma anfi-

diplóide com número básico de $n = 9$. Mais tarde, Bouharmont (1960), fazendo estudos citológicos do gênero, confirmou que a *Hevea* tem origem anfidiplóide, sendo portanto derivada do cruzamento de duas espécies primitivas possuidoras de genomas semelhantes com $2n = 18$.

3.4. Área geográfica

A ocorrência natural do gênero *Hevea* está circunscrita aos limites da região amazônica brasileira, onde são encontradas dez espécies, e países limítrofes, tais como Bolívia, Peru, Colômbia, Equador, Guiana, Suriname e Venezuela (Wycherley 1977).

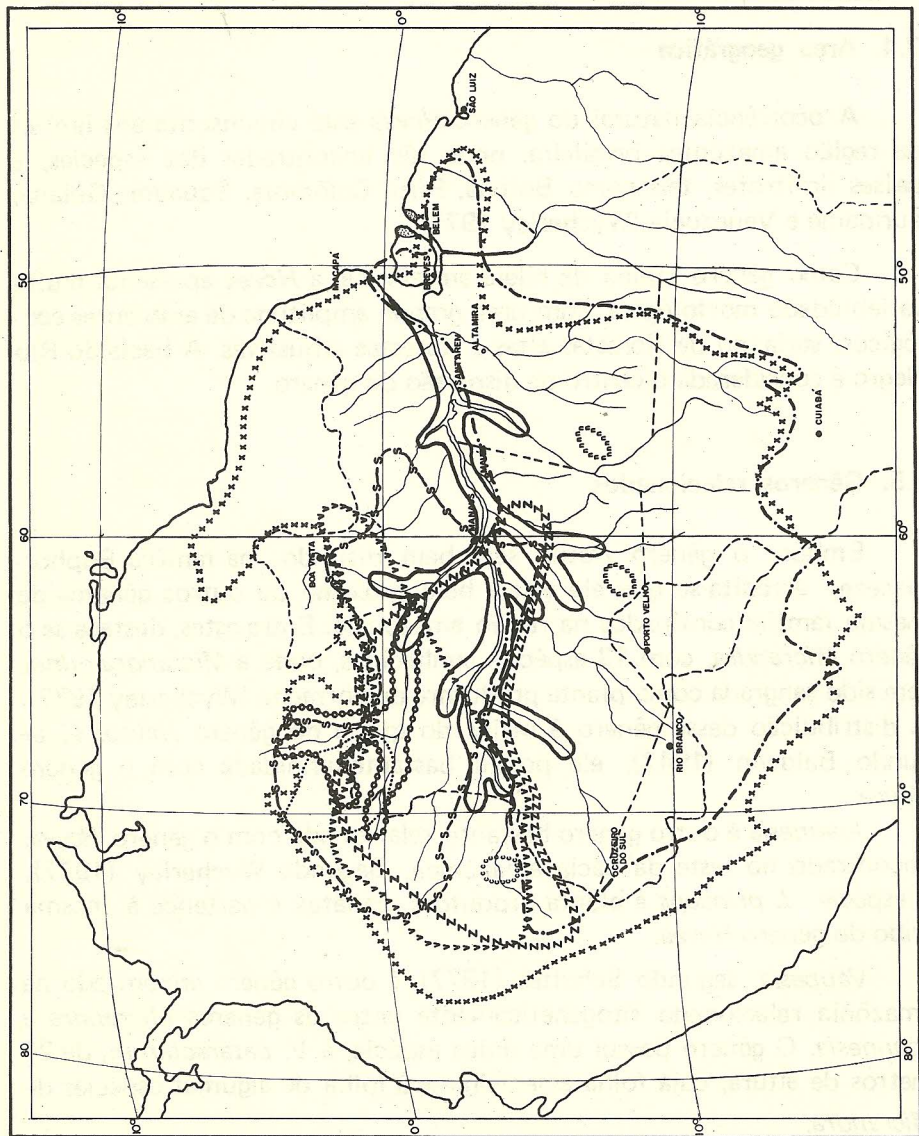
Como gênero típico da hiléia amazônica, a *Hevea* apresenta muita variabilidade morfológica, com uma grande amplitude de ambientes ecológicos, variando de florestas altas a florestas arbustivas. A bacia do Rio Negro é considerada o centro de dispersão do gênero.

3.5. Gêneros relacionados

Embora o gênero *Hevea* seja bem distinto na família Euphorbiaceae, acredita-se que ele esteja bem próximo de outros gêneros da mesma família confinados na região amazônica. Entre estes, destaca-se o gênero *Micrandra*, com 13 espécies conhecidas, onde a *Micrandra minor* tem sido sangrada como planta produtora de borracha (Wycherley 1977). A distribuição desse gênero é maior do que a do gênero *Hevea*, e, segundo Baldwin (1947), ele possui bastante afinidade com o gênero *Hevea*.

Joannesia é outro gênero bastante relacionado com o gênero *Hevea*, encontrado no leste da bacia amazônica. Segundo Wycherley (1977), a espécie *J. princeps* é planta produtora de látex e pertence à mesma tribo do gênero *Hevea*.

Vaupesia, segundo Schultes (1977), é outro gênero encontrado na amazônia relacionado fitogeneticamente entre os gêneros *Micrandra* e *Joannesia*. O gênero possui uma única espécie, a *V. cataractarum*, de 25 metros de altura, cuja folha assemelha-se à folha de algumas espécies de *Micrandra*.



- | | |
|-----------|---------------------------|
| XXXXXX | <i>Hevea guianensis</i> |
| S—S—S | <i>Hevea benthiana</i> |
| — · — · — | <i>Hevea brasiliensis</i> |
| VVVVVV | <i>Hevea pauciflora</i> |
| ZZZZZZ | <i>Hevea nitida</i> |
| OOOOOO | <i>Hevea microphylla</i> |
| ———— | <i>Hevea spruceana</i> |
| ———— | <i>Hevea paludosa</i> |
| | <i>Hevea rigidifolia</i> |
| nnnnnn | <i>Hevea camporum</i> |
| ———— | <i>Hevea camarguana</i> |

4. MELHORAMENTO DA SERINGUEIRA NA ÁSIA

4.1. Antecedentes

4.1.1. A coleta de Wickham

Embora Wickham não soubesse (nessa época não existia conhecimento suficiente acerca do gênero *Hevea*), a *Hevea brasiliensis* é a única espécie de seringueira nativa da região do Tapajós. Se ele tivesse coletado em outra região provavelmente teria levado sementes de outras espécies menos produtivas, e o desenvolvimento do cultivo seria retardado, talvez por muitas décadas.

Segundo alguns autores (Polhamus 1962; Barron 1948; Ferwerda & Witby 1969), as sementes que Wickham obteve na região do Boim, no Estado do Pará, foram embarcadas por meio fraudulento, de maneira sigilosa em face das restrições oficiais do governo brasileiro. Por outro lado, Schultes (1977) e Young (1952) asseguram que à época não vigorava qualquer lei proibindo a exportação de sementes ou mudas de seringueira do Brasil; não havia preocupação a respeito, pois acreditava-se que a *Hevea brasiliensis* não se aclimataria em outras regiões.

Em dois pontos, entretanto, a escolha de Wickham para o local de coleta foi desvantajosa: 1) O potencial de produção de *H. brasiliensis* nativa do Tapajós é mais baixo do que o das populações encontradas no alto Amazonas. Este fato, não descoberto e não demonstrado até a década de 1940, provavelmente atrasou o programa de pesquisas do melhora-rista de plantas do Sudeste da Ásia; 2) A população da região do Tapajós é toda ela suscetível ao "mal-das-folhas", a doença que impediu e até o momento tem tolhido o desenvolvimento do plantio da seringueira no Brasil.

Essa doença, causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, não foi reconhecida no tempo de Wickham. Felizmente esse fungo não foi conduzido juntamente com as sementes para o Kew Garden e daí para os "seedlings" do Oriente. Se tal tivesse ocorrido, certamente o plantio do Sudoeste da Ásia poderia não ter tido o sucesso que teve, e a história da borracha no mundo teria sido diferente.

Até os dias presentes o fungo não tem sido evidenciado nos plantios

de seringueira do Sudoeste da Ásia e na África. Se isto acontecer, poderá causar uma catástrofe econômica.

A transferência bem sucedida das sementes da América do Sul para o Oriente sem o fungo do "mal-das-folhas" foi certamente o primeiro passo na domesticação da seringueira.

4.1.2. Primeiros avanços tecnológicos

A chegada de alguns dos "seedlings" de Wickham ao Jardim Botânico de Singapura, em 11 de junho de 1877, propiciou, anos depois, uma importante conquista tecnológica com o aperfeiçoamento do sistema de corte ou sangria da seringueira, desenvolvido por H. N. Ridley, em 1888.

Ridley observou que o método de sangria empregado nos seringueiros nativos da Amazônia não se aplicaria a plantios regionais. Após paciente trabalho ele desenvolveu um sistema de corte que causa pouco dano às seringueiras, economiza o consumo de casca da planta, permite a árvore ser sangrada mais de 100 vezes por ano e ainda possibilita o aumento da produção anual da borracha. Seu sistema de corte, com poucas modificações, até hoje permanece em uso.

O novo sistema de sangria exigiu um novo instrumento de corte. Daí a criação da "faca jebong", também em substituição à machadinha e à "faca amazônica".

Outro avanço importante foi conseguido em 1917, quando foi desenvolvido o método de multiplicação vegetativa através da enxertia de gemas. Esse método de propagação foi descoberto na Indonésia, quase que simultaneamente por Van Helten, Bodde e Tass, em 1916 (Djikman 1951), e modificado por Forket (Ferwerda 1969). Com a enxertia tornou-se possível o desenvolvimento de clones, partindo-se de plantas matrizes de qualidade superior.

4.2. Fases do melhoramento

No Oriente, as pesquisas sobre melhoramento genético da seringueira no século passado dividem-se em três fases. A primeira fase

começou imediatamente depois da introdução da seringueira, em 1876, no Sri Lanka, via Kew Garden, com a propagação de sementes, promovendo rápida disseminação dessa cultura nas áreas tropicais do Sul e Sudoeste da Ásia.

O material original coletado por Henry Wickham foi a base da variabilidade genética para a seringueira cultivada em áreas extensas da Ásia, como também a variabilidade genética disponível para cada país foi originária da mesma constituição genética da amostra recebida do material original de Wickham. Por exemplo, a variabilidade existente na Malásia deve-se aos 22 "seedligns" obtidos originalmente.

Ademais, a seleção foi possível devido à grande capacidade de polinização cruzada que possui a seringueira, contribuindo desta forma para uma grande variação. Até 1917, quando a enxertia da seringueira foi descoberta, sementes de polinização aberta eram o único meio de propagação. A produção média obtida das árvores era de somente 320 kg por hectare.

A alogamia e a propagação através de sementes ofereceram muita variação, oriunda da recombinação genética. O programa para seleção em tal material foi feito por Whitby (1919), na Malásia, que observou que cerca de 9,9% das árvores descendentes de cruzamentos casuais tinham potencial de produção para cerca de três a seis vezes mais látex do que as árvores existentes.

A fixação genética de tais árvores foi facilitada através da técnica de enxertia. A partir daí, teve início a segunda fase do melhoramento da seringueira. Uma consequência desse desenvolvimento foi um aumento evidente na produção e a substituição e ampliação de plantios com árvores geneticamente diversificadas. Assim, a propagação clonal tendeu para a restrição da base genética do "pool" genético, eliminando-se desta forma a heterogeneidade, enquanto que ao mesmo tempo deu margem ao desenvolvimento de boas plantações originárias de genótipos "elites", tais como PB 86, GT 1, etc.

A terceira fase do melhoramento da seringueira envolveu a hibridação seletiva de clones superiores e propagação de clones obtidos dos híbridos superiores. Tal fato promoveu recombinação entre genótipos tidos como "elites", ampliando as fronteiras para uma nova seleção, aumentando consideravelmente o potencial de produção. Os mais

modernos clones comerciais são derivados desse método de cruzamento. Entre estes, incluem-se os clones da série RRIM (Rubber Research Institute of Malaysia) e alguns da série PB (Prang Besar).

O nível de produção de novos clones tem sido superior a 1.200 kg/hectare. Isto explica porque hoje 3,8 milhões de toneladas de borracha natural produzidas no mundo (90%) são oriundas do Extremo Oriente.

4.3. Avanços recentes

A partir da hibridação seletiva, o melhoramento genético da seringueira vem sendo continuamente aperfeiçoado, e novos campos de estudos tornam mais amplas as perspectivas para a heveicultura.

4.3.1. Hibridação

Na área de hibridação, um importante desenvolvimento foi a indução de florescimento em enxertos jovens.

Esse trabalho foi primeiro iniciado na Indochina, por Campaignolle e Bouthillon (1954), que descobriram que enxertos jovens de clones de seringueira poderiam ser induzidos ao florescimento pelo tratamento do anelamento da casca da planta. Esse método foi mais tarde confirmado por De Silva & Chandrasekara (1959), no Sri Lanka, e Camacho & Jimenez (1963), na Costa Rica, com a pulverização foliar de ácido triiodobenzóico e Cumarina.

4.3.2. Seleção

A seleção dos "seedlings" jovens tem mostrado significantes resultados de pesquisa (Subramanian 1980). O Instituto de Pesquisa de Borracha da Malásia considera três estágios de seleção, partindo-se do viveiro à seleção final dos clones: a) Seleção dos "seedlings" em viveiro; b) Seleção preliminar do clone e c) Seleção final da cultivar.

O princípio básico da seleção revela que, para se obter progresso é necessário que haja variabilidade genética na população. Desta forma, o Instituto de Pesquisa da Borracha da Malásia (RRIM) dedica grande importância ao tamanho da população que será submetida à seleção, conduzindo sempre números crescentes de polinizações a cada ano. Todavia, em viveiros pequenos com poucos "seedlings" originados de polinização controlada, não é feita seleção neste estágio de desenvolvimento das plantas.

4.3.3. Escolha dos paternais

A escolha dos paternais pelo método convencional é especulativa e baseada na intuição do melhorista, ou seja, ele tenta uma determinada combinação e testa-a em grande escala, esperando que no final apareça pelo menos uma planta promissora. Segundo Subramanian (1980), essa situação pode ser satisfatória quando o número de clones paternais de grande potencial é de número reduzido. Atualmente a escolha dos paternais é baseada no vigor e produção, fundamentada no estudo de Fyfe e Gilbert (1963) de que ambos os caracteres são aditivos, podendo-se, portanto, considerar que a seleção fenotípica fornece resultados satisfatórios.

4.3.4. Técnicas especiais

O uso de técnicas especiais no melhoramento da seringueira nos países asiáticos tem sido especialmente voltado para mutação e cultura de tecidos.

Na indução da mutação, o Instituto de Pesquisa da Borracha da Malásia está utilizando mutagênicos físicos (raio X) e químicos (colchicina). Para o primeiro caso, Ong & Subramanian (1973) observaram que a melhor dosagem acima de 2.000r era de caráter letal, sendo as anormalidades confinadas para a forma e número de folíolos. Estudos mais criteriosos neste sentido estão sendo desenvolvidos por Markose *et al.* (1977), na Índia, e Fernando (1977), no Sri Lanka.

Segundo Subramanian (1980 a.), todos os trabalhos conduzidos na

Malásia têm chegado aos mesmos resultados quando são utilizadas gemas de hastes tratadas. Segundo o autor, estes resultados são mostrados na forma de variação do formato e número de folhas, vestígios de folhas e borbulhas cegas. No caso de sementes, os "seedlings" resultantes mostraram mutantes em clorofila, parada temporária do crescimento e produção de látex.

Quanto aos mutagênicos químicos, os métodos da gota ("drop method") e das cápsulas de ágar ("agar cápsula method") foram utilizados na Malásia, aplicados nas gemas de alguns clones (Ong 1980). Estando agora os clones poliplóides no primeiro ano da sangria, estes não vêm correspondendo à expectativa, devido à ausência de características satisfatórias de produção, quando comparados com o clone-testemunha, RRIM 600. De acordo com Ong*, estas árvores mostram pontos negativos, tais como, crescimento inicial lento, mixoploidia em toda a planta e variação intraclonal bastante acentuada, rachaduras no caule e exsudação de látex nos brotos jovens.

A cultura de tecidos de seringueira foi iniciada com o objetivo de obter plantas haplóides e a partir daí plantas diplóides homozigotas. Pesquisadores do Sri Lanka (Satchuthananthavale & Irugalbandara 1972), Malásia (Paranjothy & Gandinathi 1975), Indonésia (Toruan & Surjatmana 1977) e China (Chen *et al.* 1978, Chen *et al.* 1979) foram os pioneiros na cultura do pólen da seringueira. Na China, onde os trabalhos encontram-se mais desenvolvidos, as primeiras plântulas de seringueira foram obtidas através da cultura de anteras (Sucessful... 1977). A partir de então, o estudo de meios para o desenvolvimento de microsporos em embriões tem sido objeto de pesquisa com bastante sucesso na obtenção de centenas de "plantletes" de pólen obtidos de três genótipos de seringueira (Chen *et al.* 1982).

Exceto a China, segundo Paranjothy (1976), os métodos disponíveis no momento são aplicados para cultura de embriões de sementes e cultura de ápices de gemas em meio líquido, os quais podem ser utilizados no melhoramento. O desenvolvimento vagaroso da técnica da cultura de tecido nos diversos institutos deve-se à ausência de prioridades de pesquisa em favor da solução dos problemas do melhoramento da cultura.

* Ong, S. H. Comunicação pessoal, set. 1981.

5. MELHORAMENTO DA SERINGUEIRA NO BRASIL

5.1. Antecedentes

Ao mesmo tempo que florescia e se expandia a heveicultura no Oriente, e a borracha oriental chegava ao mercado internacional, a preços inferiores e de melhor qualidade que a borracha amazônica, o Brasil perdia rapidamente o domínio do mercado. E declinava a produção brasileira e a economia, principalmente a regional.

Muitos seringais foram desativados. Os índices de produção caíam ano a ano, e nenhuma medida prática eficaz foi tomada para reorganizar o setor e a economia. Foi o fim do primeiro ciclo da borracha, como definem alguns autores, decretado pela concorrência da borracha asiática, apesar do "Plano de Defesa da Borracha" lançado pelo governo em 1912.

Com a Segunda Guerra Mundial e a ocupação do Sudoeste Asiático pelos japoneses, onde se localizavam as extensas plantações de seringueira, e o apoio brasileiro aos Estados Unidos, novo esforço foi feito para reativar os seringais silvestres amazônicos, e um novo ciclo teve início. Em 1939, a produção nacional voltou a subir para 15.070 t, chegando a 32.013 t em 1945, como reflexo dos preparativos e da eclosão da Guerra. Esse esforço, que durou de 1939 a 1948, ficou conhecido como a "Batalha da Borracha" (Reis 1953; Wisniewski 1978).

Contudo esse esforço limitou-se a retomada da atividade extrativa, com o deslocamento de contingentes de trabalhadores nordestinos para os seringais amazônicos; nenhum avanço tecnológico foi incorporado ou foi buscado para modernizar o setor.

Furtado (1974), ao referir-se à questão, afirma que os aumentos de produção de borracha no Brasil se deram unicamente pelo influxo de mão-de-obra, pois os métodos de produção não se modificaram. A esse influxo migratório o autor denominou transumância.

Batista (1976), também aludindo à matéria, explica que, em mais de um século de exploração, a "faca amazônica", que veio a substituir a machadinha antes utilizada no corte da seringueira, foi a única melhoria introduzida nos seringais amazônicos. Só muito tempo depois, acrescenta o autor, chegariam os melhoramentos do Oriente, como a "faca jebong" e o corte em "meia-espiral", mas, então, aplicados à seringueira cultivada.

Com o fim da guerra, o extrativismo da borracha sofre novo desencanto; os seringais silvestres são novamente abandonados, e a produção de borracha volta aos níveis anteriores.

Ferreira Filho (1965) assim analisou os anos da "Batalha da Borracha" e a mobilização para a guerra: "Na questão da borracha, há um problema imediato e transitório, do governo americano, e um problema tradicional e constante, do governo brasileiro".

Wisniewski (1976), também considerando a questão, observa que o interesse americano era apenas passageiro, daí a procura por maximizar a produção a curto prazo. Esse imediatismo, de que também fala Reis (1953), não possibilitou nem contribuiu para a organização do setor, sequer para manter os seringais em atividade permanente.

A partir de 1951, com o declínio de sua produção e a expansão de seu parque industrial, o Brasil passou à condição de importador de borracha.

Mas algumas ações, ainda no começo do século, fruto da iniciativa de pioneiros, viriam a dar início a uma nova história da borracha no Brasil: a da seringueira cultivada.

5.2. Primeiros plantios

A primeira iniciativa de cultivo da seringueira no Brasil teria ocorrido na Bahia, no município de Una. Nessa localidade, no ano de 1908, foram plantadas 200 mudas de seringueira trazidas da Ilha de Java pelo técnico suíço Dr. Leo Zehner. A iniciativa foi do Dr. Miguel Calmon Du Pin de Almeida, então Secretário de Agricultura, após ter visitado o Extremo Oriente (Banco da Amazônia 1967).

No ano seguinte, em face de perspectivas animadoras, 150 mil mudas teriam sido importadas do Ceilão; dessas, porém, apenas cerca de 30.000 teriam sido aproveitadas (ib.).

De acordo, ainda, com o Banco da Amazônia (1976), esses primeiros empreendimentos "entraram em hibernação" com a queda dos preços a partir de 1913/14, e logo depois foi também proibida a importação das mudas asiáticas.

As necessidades imediatas de borracha no período da Segunda Guerra, ainda segundo a mesma fonte, fizeram com que cerca de 50.000 seringueiras na Bahia fossem sacrificadas por falta de trabalho qualificado. E o final da Guerra trouxe o arrefecimento da heveicultura na região.

Só mais tarde, em 1951, com a criação do Instituto Agrônomo do Leste, e a criação da estação experimental de Una, nova retomada ocorreu, respaldada então pelos estudos feitos pelo IAL.

Em 1914, segundo Camargo (1958), teria sido feita a primeira plantação de seringueira no Estado de São Paulo, em Gavião Peixoto, por iniciativa do Coronel José Procópio Ferraz. No início dos anos quarenta, muito outros plantios foram feitos em Catanduva, Campinas, Pindamonhangaba e litoral paulista.

Nos anos cinqüenta, em face das perspectivas dos plantios anteriores, o Instituto Agrônomo de Campinas instalou "seringais pilotos" no litoral e em Pindamonhangaba, iniciando também um programa de propagação de clones de alta produtividade.

No Estado do Amazonas, a primeira tentativa de plantio de seringueira teria ocorrido em Manaus, nos anos trinta, a partir de sementes de seringueiras nativas, por iniciativa de José Cláudio de Mesquita. Abandonado, hoje literalmente dentro da cidade de Manaus, restam apenas doze plantas desse seringal, conhecido por Seringal Miri, em estado lastimável.

Ainda nos arredores de Manaus, no local conhecido por Aleixo, Km-11 a 18, Cosme Ferreira Filho iniciou, em 1931, o plantio de 100 hectares de seringueira, constituído basicamente do clone Fx 25 e alguns poucos da série IAN. Só há pouco mais de um ano esse seringal começou a ser explorado, depois de permanecer todo esse tempo no semi-abandono.

Ferreira Filho (1965) fala de malocas ou "reboladas" de seringueira plantadas ao longo dos rios Madeira, Baixo-Purus, Autazes, Anamã, Amazonas, próximo a Manaus "embora sem disciplina e sem critério técnico". Essas plantações, pequenas, realizadas espontaneamente por particulares a partir da segunda década deste século, teriam entrado em colapso por insuficiência de mão-de-obra e dificuldades outras que o autor não menciona.

Ferreira Filho fala, ainda, em 1952, de uma presumível prematuridade da produção da *Hevea brasiliensis* nas terras inundáveis ou várzeas, em torno de 6 anos, quando em terras firmes levaria de 8 a 10 anos para entrar em produção. E defendia, desde então, a seleção de "vacas leiteiras", árvores de excepcional produção, e "transferência para outras plantas das características fisiológicas de tais exemplares".

Em 1951 teria ocorrido a primeira tentativa de heveicultura em Mato Grosso, na Feitoria do Areão, por iniciativa da Empresa Rio Novo Ltda. Essa empresa plantou inicialmente 6.000 "seedlings" trazidos da mata e depois estabeleceu o plantio de 1.800 mudas em Sete Lagoas e 1.200 mudas em Galheiro (Veloso 1952).

Cerca de 1.500.000 seringueiras teriam sido ainda plantadas em Mato Grosso na década de cinquenta, nas regiões do Rio Ferro, Diamantino e Porto dos Gaúchos, onde estão sendo exploradas por grupos alemães que ali se instalaram após a Guerra.

No Estado do Pará, além das plantações da antiga Ford Industrial do Brasil no vale do Tapajós, as primeiras referências sobre o cultivo da seringueira datam de 1943 e reportam às plantações na Escola Agrícola do Pará, na Travessa Itororó, no Instituto Agrônomo do Norte e no Grupo Escolar Paulino de Brito, na época com 14, 25, 30 e 35 anos de idade, respectivamente (Camargo 1943). Entretanto, as primeiras plantações de maior vulto foram as das companhias Goodyear e Pirelli, iniciadas na década de 50, na região bragantina do Estado. Destaque deve também ser feito à plantação pioneira do Agrônomo Rubens Lima, na Ilha do Mosqueiro, estabelecida em 1968, em uma área de 20 hectares, utilizando-se de vários clones com o objetivo da exploração de seringal em combinação com pastoreio (Brasil 1970).

5.3. Fordlândia e Belterra: O "mal-sulamericano-das-folhas"

Em face de sua crescente necessidade de borracha, para atender à expansão de sua indústria automobilística, e buscando fugir ou diminuir a sua dependência do produto asiático, os norte-americanos solicitaram e obtiveram do governo brasileiro a concessão de 1.200.000 hectares de terras, às margens do rio Tapajós, no Estado do Pará, para o plantio de seringueiras.

Em 1928 a Companhia Ford estabeleceu os primeiros plantios em Fordlândia. O material plantado foi obtido de sementes da região do rio Tapajós. Mais tarde foram introduzidas sementes originárias do Estado do Acre, dos rios Solimões e Machado e da região de Belém. A tentativa foi, porém, frustrada em razão da ocorrência freqüente da doença chamada de "mal-das-folhas", provocada pelo fungo *Microcyclus ulei*. Essa doença já tinha sido diagnosticada em 1911 pelos holandeses no Suriname, mas tudo indica que dela não teve conhecimento a Companhia Ford antes de lançar-se ao cultivo da seringueira no Tapajós.

Fracassado o empreendimento em Fordlândia, suspenso em 1933, começaram, então os plantios em Belterra, que, também, como em Fordlândia, viriam a sofrer as conseqüências do "mal-das-folhas".

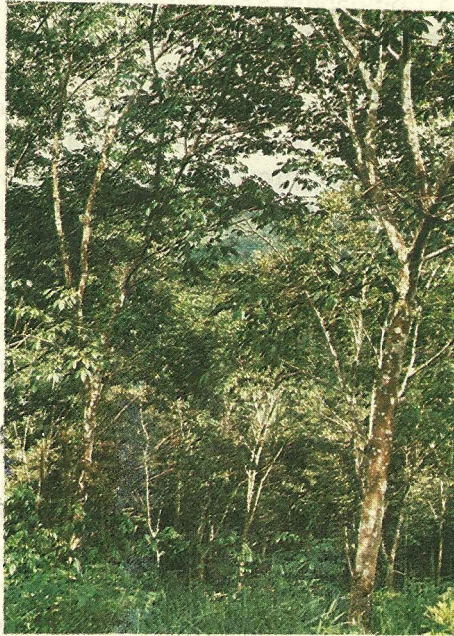
Embora o "mal-das-folhas" fosse observado nas plantações de Fordlândia desde os primeiros anos de desenvolvimento, o prejuízo não foi considerado sério até 1933. Acreditava-se que o local era a razão principal do aparecimento do *Microcyclus ulei*. Daí porque a Companhia Ford transferiu, em 1934, seu projeto para Belterra. Nos fins de 1942, um total de 6.570 hectares havia sido plantado naquela região, utilizando os melhores clones do Oriente introduzidos (em princípios de 1934) em Fordlândia.

Apesar de grande incidência de *M. ulei*, os 3.000 hectares plantados em Fordlândia não foram abandonados, devido a algumas plantas mostrarem graus variáveis de resistência à doença. As plantas (pés-francos) originárias de sementes da região do Tapajós eram bastante susceptíveis, enquanto que as originárias da região de Belém ou da região do alto Amazonas apresentavam certa resistência.

Quando as copas dos clones orientais fecharam, em meados de 1941 e 1942, o fungo espalhou-se gradualmente, e em meados de 1943 a doença alastrou-se em caráter epidêmico sobre as plantações.

Para Reis (1953), outro fator de insucesso de Fordlândia e Belterra teria sido a monocultura da seringueira, que viria a favorecer a ocorrência da doença.

Embora o fracasso desses empreendimentos, os primeiros clones brasileiros são resultantes de trabalhos de cruzamentos e seleção iniciados em Fordlândia e Belterra. A pesquisa com a seringueira no Brasil praticamente tem aí o seu marco inicial.



Vista parcial (jun./83) do seringal de Belterra, implantado em 1934

Os primeiros cruzamentos e seleções para resistência ao “mal-das-folhas”, causado pelo fungo *Microcyclus ulei*, foram realizados pela própria Companhia Ford. Durante os anos de 1942 e 1945 o programa se expandiu, sendo conduzido em cooperação entre a própria Companhia Ford, o então recém-criado Instituto Agrônomo do Norte (IAN) e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

A partir de 1945, quando as plantações da Ford foram vendidas ao governo brasileiro, os trabalhos de cruzamento tiveram prosseguimento através de esforços cooperativos dos governos brasileiro e americano. Uma nova fase da pesquisa iniciou-se então, principalmente marcada pela ampliação da produção de novos clones e permuta de material clonal com outros institutos de pesquisas internacionais.

5.4. Primeiras seleções e cruzamentos

O recurso utilizado para salvar as plantações de Fordlândia e Belterra foi a enxertia de copa dos 6.570 hectares, com clones selecionados

que haviam mostrado resistência à doença em Fordlândia. Essas seleções de clones resistentes ficaram conhecidas como clones Ford, designados pela letra F (seleção Ford), como o clone F A 1639, um clone de *Hevea brasiliensis* selecionado no Estado do Acre, e o clone F 4542, uma seleção de *Hevea benthamiana* do alto Rio Negro. Clones originários de pés-francos de sementes de Belém foram diferenciados das seleções dos altos rios pelo prefixo FB (seleção Ford Belém).

Cruzamentos realizados durante a administração da Ford Motor Company entre clones Ford resistentes ao *M. ulei* e clones produtivos do Oriente receberam a sigla Fx, como por exemplo o Fx 4037, originário da seleção de uma plântula resultante do cruzamento F 4542 e PB 86. Cruzamentos realizados em 1945 e em anos subseqüentes, sob os auspícios do Instituto Agrônomo do Norte¹, receberam a sigla IAN.

Os materiais disponíveis para o programa de cruzamento consistiram de clones orientais susceptíveis ao *M. ulei*, tal como PB 86, PB 186, Tjir 1, Tjir 16, AVROS 183 e AVROS 363, considerados como os melhores clones produtores na época, e clones primários de *Hevea brasiliensis* selecionados em Fordlândia e Belterra e de outras espécies de seringueiras coletadas por toda a Bacia Amazônica.

De posse do material resistente e do material produtivo foi desenvolvido um programa de melhoramento genético intraespecífico, visando associar em uma mesma planta os caracteres desejáveis de produção de borracha seca e resistência ao "mal-das-folhas". No entanto, devido à falta de diversidade genética entre paternais, não houve pronunciamento do vigor híbrido para o caráter de resistência ao patógeno. Segundo Valois (1978), para que haja o vigor heterótico deve haver diferença de frequência gênica entre os paternais, isto é, o maior valor do híbrido para um determinado caráter decorre da maior diversidade genética entre os respectivos paternais.

Em virtude da grande suscetibilidade dos genótipos obtidos através dos cruzamentos intraespecíficos, houve necessidade de serem buscadas outras fontes de germoplasma resistente em outras espécies do gênero *Hevea*, tendo como finalidade o cruzamento interespecífico envolvendo plantas produtivas de *H. brasiliensis* com outras resistentes ao patógeno.

¹ Atualmente CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido)

(*M. ulei*) pertencentes às espécies concebidas. Foi então tentado o aumento do valor da heterose, devido à maior diversidade genética entre as espécies. Assim foram coletadas e levadas para Belterra plantas representantes das seguintes espécies: *H. benthamiana*, *H. spruceana*, *H. microphylla*, *H. guianensis* e *H. pauciflora*.

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 satisfazer os objetivos procurados. Os híbridos de *H. benthamiana* (principalmente os dois clones 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 daí foram selecionadas como resistentes milhares de plantas, de onde apenas um pequeno número vem apresentando um bom valor fenotípico (o que a planta exterioriza) para o caráter produção de borracha seca. Híbridos de *H. pauciflora* x *H. brasiliensis* vêm apresentando alta resistência ao *M. ulei*, porém com baixa produção de borracha seca.

Alguma idéia da extensão do trabalho conduzido em Belterra no período de 1942 a 1957 é dada pelo número de clones resistentes ao *M. ulei* obtidos por polinização controlada. Datam dessa época os primeiros clones da série IAN, entre os quais o IAN 717 e IAN 873, que 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 testada para resistência ao *M. ulei* (Townsend Jr. 1961).

5.5. Estabelecimento Rural do Tapajós, ETA-54 e PROHEVEA

Com a criação do Estabelecimento Rural do Tapajós (ERT), e a transformação de Belterra e Fordlândia em autarquia do Ministério da Agricultura, apartando-se do IPEAN, órgão que sucedeu o antigo IAN, houve uma dicotomização na pesquisa da seringueira na Amazônia (Brasil 1971), concorrendo inclusive para desacelerar os trabalhos, de vez que o ERT, envolvido com o clima político então prevalente, divorciou-se de muito dos programas de pesquisa, passando a dedicar-se mais a finali-

dades comerciais, enquanto o IPEAN teve que se reaparelhar novamente para voltar a desenvolver estudos de melhoramento da seringueira (Brasil 1970).

Deve ser registrado o esforço oficial a essa época para incentivar o plantio comercial da seringueira, particularmente dos clones então produzidos. Primeiramente com o Projeto ETA-54 (Escritório Técnico de Agricultura) — um dos acordos firmados à época entre os governos brasileiro e norte-americano), pelo qual o governo, através da antiga SPVEA², mantinha, em áreas estratégicas, infra-estrutura de produção de mudas de seringueira para distribuição a interessados no plantio.

Ao ETA-54 sucedeu o PROHEVEA (criado em 1967), com objetivos mais claros e uma estratégia melhor delineada. Além da manutenção de viveiros e jardins clonais, o PROHEVEA implantou, em diversas áreas da Amazônia, desde o Pará ao Acre, seringais-demonstração, com os quais procurava estimular os produtores a produzir suas próprias mudas e a formar seus próprios seringais.

5.6. Expansão da pesquisa

O melhoramento genético da seringueira, iniciado em Fordlândia e Belterra, foi grandemente ampliado e intensificado em outros locais por outras instituições, principalmente pelo IPEAN, IPEAL e IAC.

No IPEAN, a imediata reintrodução de clones e o estabelecimento de novos campos de prova permitiram a retomada do ritmo normal da pesquisa, que nos anos de 1968 e 1969 realizou cerca de 70.000 polinizações controladas.

O direcionamento dos trabalhos de melhoramento também propiciou o desenvolvimento dos primeiros trabalhos de poliploidização da seringueira, mediante aplicação do mutagênico químico colchicina. Datam de 1942-1945 as primeiras tentativas de poliploidização, sob o comando do Dr. Luiz O. T. Mendes.

Os trabalhos conduzidos, ainda no IPEAN, objetivavam a obtenção de um único indivíduo, que apresentasse as características de alta produ-

² Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia.

ção de borracha e resistência ao *M. ulei* (Brasil 1971). Desse modo, os trabalhos se desenvolveram obedecendo ao seguinte esquema: 1. Seleção e clonagem de plantas resistentes em populações de *H. brasiliensis*; 2. Seleção e coleta de *H. brasiliensis* nativa e indivíduos de outras espécies; 3. Cruzamentos intra e interespecíficos; 4. Retrocruzamento das seleções originadas de cruzamento para o paternal oriental (*H. brasiliensis*); e 5. Obtenção do segundo retrocruzamento e extracruzamento entre as seleções RC₁ e EC₁.

Como produto desse esforço, alguns clones estabelecidos em campo de prova atingiram a marca de produção de até 59,9g de borracha seca por corte.

Na Bahia, onde já se registravam desde o início do século tentativas isoladas para implantar uma heveicultura racional, a partir de 1951, com a criação do Instituto Agrônomo do Leste, pertencente à rede de institutos do DNPEA (Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária), precursor da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), o governo, com este Instituto, passou a apoiar os trabalhos de pesquisa com a seringueira.

O melhoramento genético da seringueira na Bahia iniciou praticamente com a avaliação do desempenho dos clones nacionais e estrangeiros, introduzidos na fase inicial do fomento à cultura. Posteriormente, foi continuado com as seleções em viveiro, que deram origem aos primeiros clones da série SIAL, e em seguida com cruzamentos controlados.

No Estado de São Paulo, constatado o bom desempenho de algumas seringueiras no interior do Estado, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), através do Ministério da Agricultura, passou a propagar material clonal da seringueira, a partir de 1942, na tentativa de impulsionar a produção de borracha naquele Estado.

O material botânico desenvolvido pelo IAC serviu efetivamente de base para que São Paulo expandisse seu programa heveícola, embora mais tarde o Instituto praticamente tenha restringido suas atividades de pesquisa com a seringueira ao âmbito de introdução e aclimação de cultivares.

Desta forma, as introduções de sementes dos cruzamentos ilegítimos dos clones Tjir 1 e Tjir 16, em Campinas, Pindamonhangaba, Pin-

dorama, Ubatuba, Caraguatatuba e Juquiá, além de servirem para atestar a viabilidade do cultivo da seringueira no Estado de São Paulo, foram submetidas ao controle de produção e deram origem aos primeiros clones do IAC. Ao mesmo tempo, clones nacionais e estrangeiros eram introduzidos, para avaliação do seu desempenho, tanto no planalto como no litoral paulista.

A concentração de esforços nos trabalhos de melhoramento genético da seringueira, que caracteriza a primeira fase de pesquisa com *Hevea*, ditada pela reduzida disponibilidade de recursos humanos e materiais, trouxe, em contrapartida, a obtenção de um número razoável de cultivares que, apesar de suas deficiências, transformou-se no material de plantação que tem servido de base ao desenvolvimento dos atuais programas nacionais de expansão da heveicultura.

5.7. Criação da SUDHEVEA

Em 1967, já com o Brasil investindo maciçamente na produção de borracha sintética, e as autoridades, com isto, relegando a plano secundário a heveicultura, o Governo Federal transformou a então Comissão Executiva de Defesa da Borracha em Superintendência da Borracha (SUDHEVEA), visando corrigir os rumos da política do Setor.

Muito embora os trabalhos de pesquisa realizados na área de controle químico das enfermidades de folhas, fertilização da seringueira e aplicação de estimulantes da produção de látex, realizados pelo IPEAN, IPEAL e CEPLAC (este atendendo a seu programa de diversificação de culturas na área caucueira), somente a partir de 1972, sob a chancela da Superintendência da Borracha, ampliaram-se os trabalhos de pesquisa da seringueira e de fomento da produção de borracha, quando a SUDHEVEA, estabelecendo convênios com as diversas instituições atuantes no setor, concedeu recursos financeiros e tentou coordenar uma programação disciplinada em projetos.

Além de suporte financeiro à pesquisa de seringueira no Brasil, a SUDHEVEA, na consecução do seu objetivo maior de soerguer e dinamizar a produção brasileira de borracha natural, conta com um instrumento básico: o Programa de Incentivo à Produção de Borracha Vegetal

(PROBOR), ora em sua terceira versão, dimensionado em subprogramas de operacionalização e apoio.

O PROBOR I e o PROBOR II já foram implantados, e o PROBOR III está em curso, cumprindo, de modo geral, o esquema de etapas e cronograma previamente estabelecido.

Os três programas, com períodos de execução de 1972/1975, 1978/1982 e 1982/1994, respectivamente, em face da crescente demanda interna de borracha natural, perseguem a auto-suficiência do país nesse setor.

O Programa Nacional de Pesquisa da Seringueira hoje em execução no país tem, como função básica, exatamente a de dar suporte tecnológico à operacionalização do PROBOR.

5.8. Criação do Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira

A vitalização do setor de pesquisa se fez sentir a partir de 1975, quando a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em consonância com a nova política organizacional estabelecida pelo Governo Federal, criou um Centro específico de pesquisa para a seringueira, o Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira (CNPSe)³, localizado em Manaus.

Concomitantemente, criava-se o que, na oportunidade, denominaram-se Atividades Satélites, instituições estabelecidas no Pará e na Bahia, respectivamente em convênio com a Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP) e a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), que além de congregarem os acervos gerados por tantos anos de pesquisa com a seringueira nos respectivos Estados, passaram a compor, sob a coordenação do CNPSe, o Sistema Nacional de Pesquisa da Seringueira.

A EMBRAPA e a SUDHEVEA, conjuntamente, assumiram a responsabilidade do suporte financeiro para o programa de pesquisa.

³ A partir de 1980, Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSe).

Essas medidas conferiram uma nova dimensão à pesquisa da *Hevea*, nos múltiplos segmentos disciplinares, gerando ou adaptando tecnologia e transformando a heveicultura de empresa arriscada em atividade de economia garantida.

6. PROGRAMA ATUAL DO MELHORAMENTO

6.1. Órgãos executores

No momento, a pesquisa de seringueira no Brasil, sob a coordenação do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSD), é executada, diretamente em Manaus, pelo CNPDS; no Estado do Pará, pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP); no Estado da Bahia, pela CEPLAC; no Estado do Acre, pela UEPAE² — Rio Branco; no Espírito Santo através, da EMCAPA³; em Rondônia, pela UEPAE — Porto Velho; no Maranhão, pela EMAPA⁴; em Mato Grosso, pela EMPA⁵; em Pernambuco, pelo IPA⁶; em São Paulo, através do IAC⁷, do IB⁸ e da FEALQ⁹; em Minas Gerais, pela EPAMIG¹⁰; em Mato Grosso do Sul, pela EMPAER¹¹; e em Roraima e Macapá, através, respectivamente, da UEPAT¹² — Boa Vista e UEPAT — Macapá.

Projetos especiais de pesquisa estão sendo também desenvolvidos nos Estados de Goiás e Rio de Janeiro, através, respectivamente, da EMGOPA¹³ e da PASAGRO¹⁴.

-
- 2 UEPAE — Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual
3 EMCAPA — Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária
4 EMAPA — Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária
5 EMPA — Empresa de Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso
6 IPA — Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária
7 IAC — Instituto Agrônomo de Campinas
8 IB — Instituto Biológico de São Paulo
9 FEALQ — Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz"
10 EPAMIG — Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
11 EMPAER — Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Mato Grosso do Sul
12 UEPAT — Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial
13 EMGOPA — Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária
14 PASAGRO — Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro

6.2. Esquema de pesquisa

6.2.1. Técnica de polinização controlada

No geral, a seringueira flora simultaneamente com o lançamento das folhas novas, existindo somente uma floração anual. O tempo de florescimento varia entre clones, ocorrendo no período de abril a julho de cada ano.

As flores são unisexuais e monóicas. A inflorescência é do tipo panícula, sem folha, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência, geralmente de cor amarelada. A flor feminina ocorre nas extremidades do axis primário e as flores masculinas ao longo dos axis secundários.

A flor feminina é maior do que a masculina, cujo perianto é formado por cálice de cinco sépalas. O receptáculo é alargado em um disco, o qual é externamente verde. O ovário é superior, possuidor de três lóculos com um óvulo em cada cavidade. O estigma é sésil e trilobado. Quando na abertura do cálice, este está apto para a receptividade do pólen.

A flor masculina possui uma coluna estaminal com 10 estames sésseis, inseridos diretamente sob a pequena coluna cônica central, denominada andróforo. As anteras são dispostas em dois verticilos, às vezes incompletos. As anteras do primeiro verticilo alternam-se com os do segundo. Elas são de forma alongada, orientadas no mesmo sentido do andróforo e ostentam sob sua superfície externa um sulco distinto.

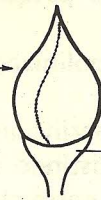
Os grãos de pólen são pegajosos e perdem sua viabilidade em pouco tempo em temperatura normal do ambiente, sendo uma das razões por que a polinização controlada é efetuada no período da manhã.

A técnica de polinização controlada foi primeiramente conduzida por Maas (1919) e mais tarde modificada por outros pesquisadores (Morris 1929; Jacob 1931; Ehret 1948). A técnica de polinização manual utilizada no CNPSD é aquela descrita por Dijkman (1951), que consiste no seguinte:

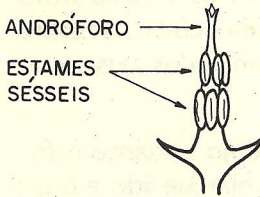
- a) emasculação das flores masculinas das inflorescências dos galhos do paternal feminino. Somente as flores femininas que



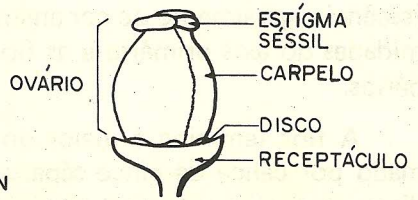
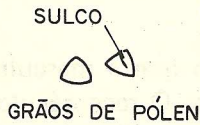
FLOR MASCULINA FECHADA



FLOR FEMININA FECHADA



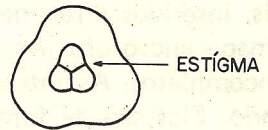
ANDROCEU DE UMA FLOR MASCULINA APÓS A RETIRADA DAS SÉPALAS



OVÁRIO DE UMA FLOR FEMININA APÓS A RETIRADA DAS SÉPALAS



PROJEÇÃO DO ANDROCEU



PROJEÇÃO DO OVÁRIO

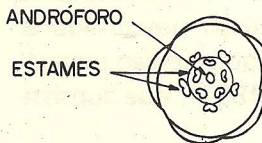


DIAGRAMA DE UMA FLOR MASCULINA

SÉPALAS

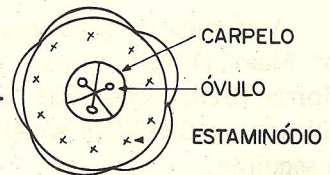


DIAGRAMA DE UMA FLOR FEMININA

estão amadurecidas e fechadas são utilizadas no processo de polinização. Seis a oito flores femininas são polinizadas em cada inflorescência para que pelo menos dois frutos desenvolvam em cada inflorescência. Experiência prática (Dijkman 1951) e análise estatística (Ross 1960) mostraram que esse é o número ideal de flores a serem polinizadas;

- b) a coluna estaminal ou "andróforo" da flor masculina do paternal é extraída e inserida sobre o estigma da flor feminina;
- c) a flor feminina polinizada é vedada usando um pequeno pedaço de algodão colocado sobre o estigma onde se encontra o andróforo, e sobre este coloca-se uma gota de látex, a fim de prevenir contra pólen não desejado;
- d) antes do amadurecimento, três a quatro meses após a polinização, o fruto é ensacado com o objetivo de preservar a legitimidade da semente.

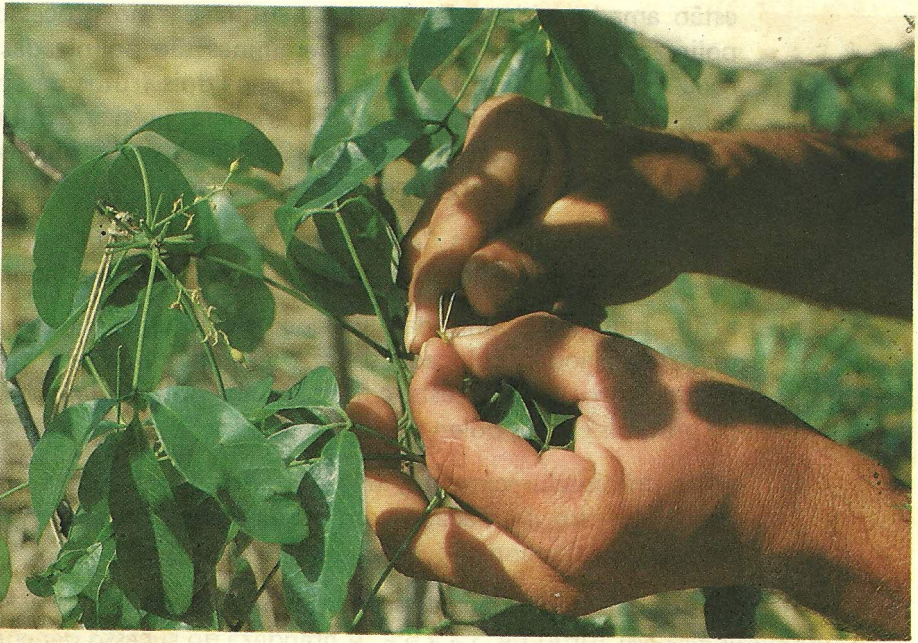
A porcentagem média de sucesso da polinização obtida na Malásia e Indonésia gira em torno de 3% a 5%. A grandeza do sucesso dependerá do paternal feminino utilizado e das condições do clima (Dijkman 1951). Porcentagem em torno de 15% foi relatado por Ehret (1948) no Vietnam, provavelmente devido às condições de clima e solo favoráveis.

O Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê conduz anualmente cerca de 10 mil polinizações controladas, com um sucesso de polinização por volta de 2% a 2,5%. O maior ou menor sucesso depende de fatores como: ataque de *M. ulei*, chuva, estado nutricional da planta e clones paternos utilizados. Clones tais como IAN 873, PFB 5 e Fx 3899 são bons produtores de frutos, enquanto outros, como o IAN 717 e o Fx 4098 apresentam baixo sucesso na polinização controlada.

6.2.2. Escolha dos paternos

Na escolha dos clones paternos para um esquema de cruzamento é considerado o seguinte:

- a) performance do fenótipo dos clones nos experimentos e também nos plantios comerciais;



Polinização controlada conduzida no CNPSD

- b) caracteres de produção, vigor, esgalhamento e tolerância a doenças;
- c) valor genético dos paternais.

Nos últimos anos, a escolha dos paternais está-se tornando mais complexa devido à multiplicidade de caracteres envolvidos no programa, desde quando alta produção deixou de ser o único objetivo e se incluíram outras características secundárias, citadas acima. Devido a esse fato, os estudos de parâmetros da genética biométrica em relação aos paternais têm objetivado boa esquematização de programas de melhoramento.

6.2.3. Seleção

A seleção partindo da polinização controlada ao experimento em grande escala tem sido a mola mestra do melhoramento genético da seringueira na obtenção de clones.

Em geral, os objetivos têm sido a obtenção de clones de alta produção e vigor, bom esgalhamento na formação da copa, tolerantes a doenças e de adaptabilidade a uma ampla gama de ambientes.

a) Seleção em viveiro

As sementes obtidas através da polinização controlada são plantadas em sacos de polietileno. Após quatro a seis meses de plantio, quando as plantas apresentam três lançamentos foliares, são levadas para o viveiro de "seedlings" de polinização controlada, obedecendo ao espaçamento de 1,0m x 1,0m, sem delineamento experimental. Para efeito de identificação dos paternos na futura seleção do plantio, os "seedlings" são agrupados em famílias.



"Seedlings" originados de polinização controlada, em saco de plástico, antes do transplante para o local definitivo

Até 1978, todos os "seedlings" legítimos no viveiro eram clonados para serem testados em campo de prova. Considerando recursos e disponibilidade de áreas, outros procedimentos estão sendo conduzidos na seleção de viveiro.

A seleção de "seedlings" é baseada principalmente em dados preliminares de produção e vigor e incidência de doenças.

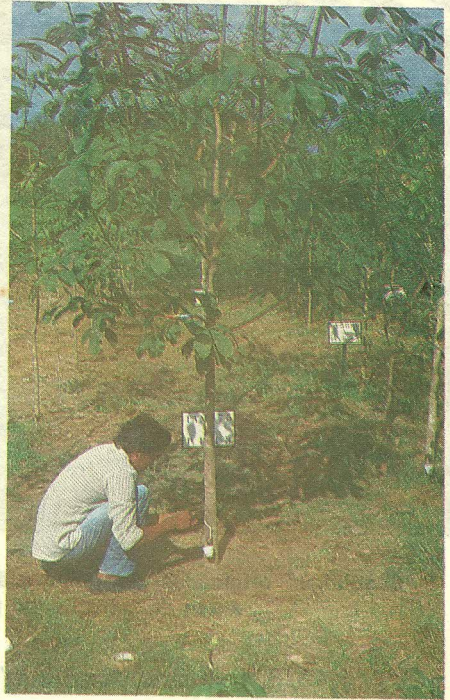
Os dados preliminares de vigor são baseados no diâmetro e circunferência do tronco e são feitos à altura de 15cm e 50cm ao final de cada dois anos.

O método que tem sido utilizado para determinação da produção precoce é o teste de produção de viveiros ou teste Hamaker-Morris-Mann (HMM) (Hamaker 1914; Morris 1932 e Mann 1932) modificado por Tan & Subramanian (1975), e o miniteste de produção ou teste de Mendes (1971).

No Teste HMM modificado, os "seedlings" são sangrados no sistema S/2, D/3 quando estão com dois anos de idade. Normalmente são feitos



Aplicação do teste MTP em "seedlings" de um ano de idade



Aplicação do teste HMM-m em "seedlings" de dois anos de idade

10 cortes em cada ciclo de teste, utilizando-se três ciclos consecutivos. A seleção é feita nos "seedlings" de maior produção e vigor, que são em seguida clonados.

No Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPSP), são observados, além de produção e vigor, tolerância a doenças, tipo de esgalhamento, caracteres anatômicos, DRC (Dry Rubber Content) e sólidos totais da borracha.

Os "seedlings" selecionados são normalmente decapitados à altura de 1,5m do caule. A parte decapitada é utilizada na multiplicação assexuada, para experimento de competição em pequena escala.

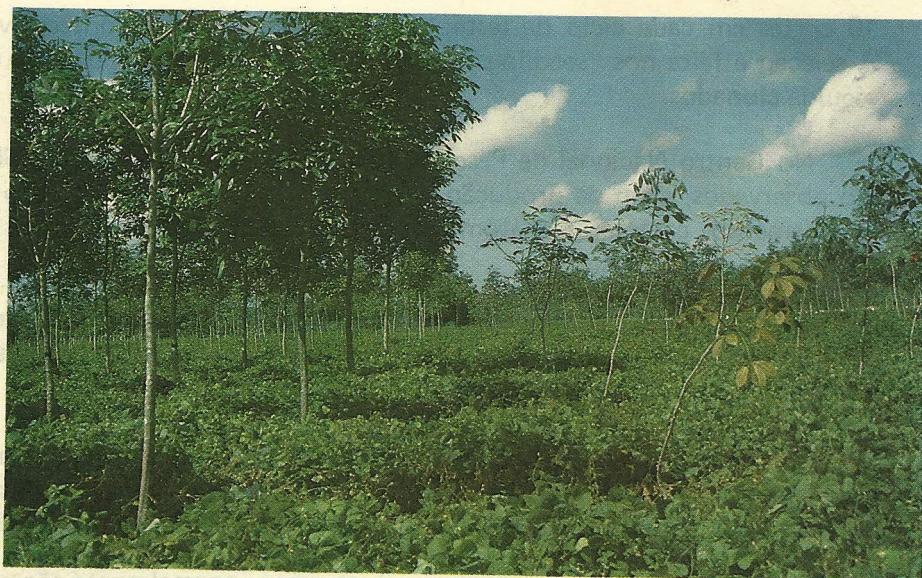
Os tocos dos "seedlings" são transplantados para o campo como experimento de "seedlings" de polinização controlada, com o propósito de uma nova seleção e outros estudos na área da genética quantitativa.

Quando o número de progênies é pequeno, normalmente são clonados todos os "seedlings". Em caso de o número de progênies ser muito grande, procede-se à seleção. Em alguns institutos de pesquisa da Ásia, a primeira prioridade nesta fase é dada ao vigor. Entretanto, estudos recentes do RRIM mostram que vigor tem demonstrado ser negativamente correlacionado com produção de clones obtidos através de ortetes (Subramanian 1980).

b) Seleção preliminar de clones — Experimento em pequena escala

Os "seedlings" selecionados são clonados e em seguida testados em experimentos de pequena escala. Estes experimentos são normalmente estabelecidos no campo, no delineamento em látice simples, látice retangular ou de blocos ao acaso, com duas repetições e oito plantas por parcela. Em cada bloco do experimento existe uma parcela do clone testemunha, inclusive os paternais dos clones em observação.

Nesse arranjo está sendo conduzida a primeira seleção de clones promissores, estabelecidos em experimentos em pequena escala instalados no CNPSP. Anteriormente, o antigo IPEAN conduzia ensaios dessa natureza, sem repetição, comumente denominados campos-de-prova.



**Comportamento diferencial entre clones em competição no campo experi-
mental do CNPSD, em Manaus (Amazonas)**



**Comportamento diferencial entre clones em experimento de competição,
em Tracuateua (Pará)**

Durante o período de imaturidade do ensaio, mensurações anuais são feitas a partir do primeiro ano. Dados de produção são registrados quando mais de 50% das plantas estão com circunferência ideal para sangria. Normalmente o sistema de sangria utilizado é o S/2, D/2 e o registro é feito pelo látex coagulado nas tigelas ("biscoitos") uma vez ao mês, onde é seco em condições normais de sombra e ventilação por um período de um mês e, então, pesado. O peso total dos 12 meses é então dividido pelo número de "biscoitos" e o resultado é expresso em gramas/árvore por ano de corte.

Após três anos de sangria os clones promissores são selecionados baseados na produção. As seguintes características são levadas em consideração ao se selecionar um clone para os testes futuros: a) produção, b) vigor, c) formato da árvore, e d) incidência de doenças, tais como *Microcyclus ulei*, *Phytophthora* spp, etc.

Os clones que apresentarem boa produção e caracteres secundários aceitáveis são multiplicados e plantados em ensaio em grande escala.

c) Experimento em grande escala

O objetivo desses experimentos é obter informações sobre a performance dos clones sob diferentes condições ambientais antes de ser efetuada qualquer recomendação para plantios comerciais. Os tratamentos que fazem parte do mesmo são constituídos de clones promissores de outras instituições de pesquisa, quer seja estrangeira ou nacional, juntamente com os clones selecionados no ensaio de pequena escala.

Atualmente existem quinze diferentes locais no País envolvendo cerca de 12 Estados e 2 Territórios, onde estes ensaios estão sendo estabelecidos, sob a denominação de Competição Nacional de Clones. Neste caso, o delineamento utilizado é o látice triplo 5x5. Todos os experimentos obedecem à mesma metodologia, com 25 tratamentos comuns.

São incluídos no experimento clones de performance conhecida como testemunha. Parcelas de aproximadamente 42 plantas são recomendadas.

Durante o período de imaturidade são feitas observações sobre o vigor e doenças prevalentes na área. No final serão conhecidos os locais

onde a seringueira melhor se desenvolve e os clones de melhor comportamento, tanto para as novas regiões como para as regiões tradicionais.

O esquema de sangria e o método de coleta de dados são semelhantes ao de experimentos em pequena escala. Embora produção seja o caráter primário considerado nesse tipo de experimento, também as características secundárias, tais como, vigor, formato do clone, queda de produção durante a senescência, incidência de doenças de folhas e do tronco, espessura, regeneração da casca e qualidade do látex, são consideradas. Com base nessas informações os clones são recomendados para o plantio comercial.

O tempo que se leva da polinização à recomendação final para plantio comercial em grande escala é de cerca de 30 anos.

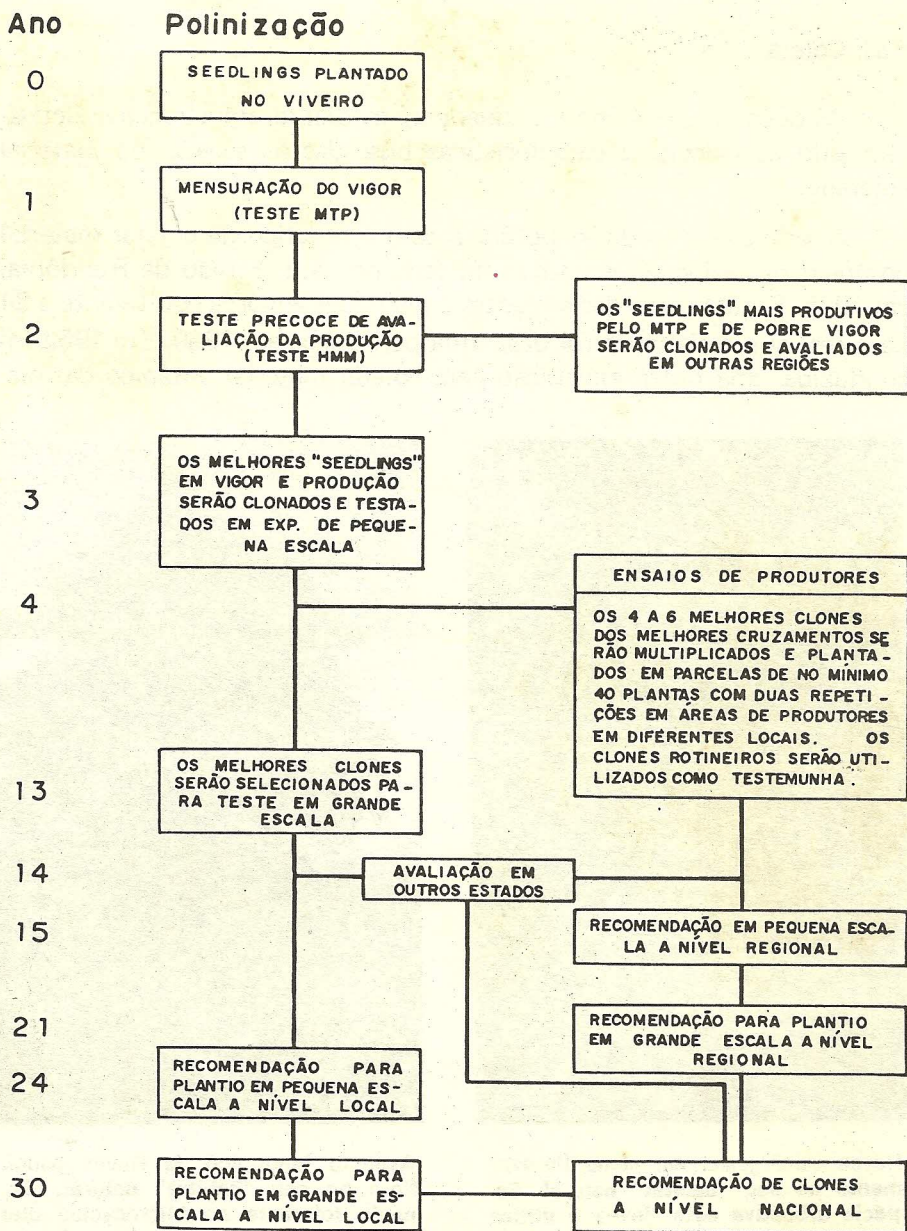
6.3. Coleta, conservação e utilização de recursos genéticos

Na Amazônia brasileira, "habitat" natural do gênero *Hevea*, extensas áreas estão sendo desmatadas, em consequência da expansão da agricultura, no Acre, Rondônia e norte de Mato Grosso. Esta substituição gradativa dos seringueis nativos por áreas de cultivo e pastagens condena ao desaparecimento inúmeras populações locais de *Hevea*, de riqueza genética de valor imensurável.

Reafirma-se a necessidade de incrementar ações de conservação dos recursos genéticos de seringueira, tanto os existentes na natureza como aqueles trabalhados pelo homem.

A perda de variabilidade genética vem-se processando gradativamente, devido principalmente ao pouco interesse em conservar clones ou "seedlings" que não apresentem características desejáveis no atual estágio de desenvolvimento das técnicas de melhoramento da seringueira. Material considerado de pouca importância para melhoristas hoje poderá, no entanto, ser de grande utilidade no futuro.

Assim é, que, novas fontes de resistência a doenças são procuradas na natureza, objetivando introduzir maior variabilidade genética para esses caracteres nos programas de melhoramento, a fim de compatibilizá-los com as características de maior produção de borracha dos novos clones obtidos.



Esquema de obtenção de clones a partir de polinização controlada

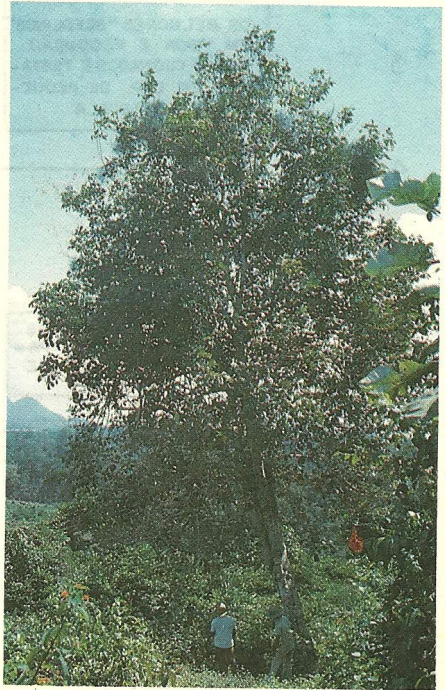
6.3.1. Coleta

Produção e resistência a doenças, mediante amostragem seletiva, têm sido as principais características buscadas na seleção do material coletado.

A primeira expedição botânica com o objetivo de coletar material botânico de seringueiras nativas foi feita no Jaru, Estado de Rondônia, em 1945. Foram coletadas sementes e plantadas em área equivalente a 84 hectares, que mais tarde foi destruída pelo fogo, em 1950. Em 1962 foi conduzida uma outra expedição para coletar material botânico das me-



Hevea camargoana em pleno florescimento no seu "habitat" natural. Espécie arbustiva esta Hevea é utilizada no programa de melhoramento genético visando à obtenção de clones de porte reduzido



Aspecto fenotípico de Hevea pauciflora no seu "habitat" natural. Espécie tolerante ao Microcyclus ulei utilizada no programa de melhoramento genético visando à obtenção de clones resistentes ao "mal-das-folhas"

lhores árvores da região; este material foi introduzido na Estação Experimental de Porto Velho (Moraes 1963).

Dez anos depois, sob o patrocínio da SUDHEVEA, uma nova série de expedições foi iniciada, abrangendo os Estados do Acre e Rondônia, onde ocorria o desmatamento de grandes áreas por parte dos colonos, com o objetivo de recuperar os melhores genótipos da região (Pereira 1972; Gonçalves *et al.* 1973; Viégas & Gonçalves 1974).

Com o advento do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira (CNPSe), ênfase nesse sentido foi dada às coletas com vistas a outras espécies de seringueira de alta produção (Silva & Paiva 1976; Viégas & Paiva 1976; Paiva 1977; Gonçalves 1978; e Santos 1982). Na Tabela 1 a seguir encontra-se de forma detalhada a relação das prospecções realizadas de 1945 a 1982.

Em 1981, o Internacional Rubber Research Development Board (IRRDB), com o apoio do governo brasileiro, e conjuntamente o CNPSe/EMBRAPA organizaram três expedições nos Estados de Mato Grosso, Rondônia e Acre, com o objetivo de coletar sementes e hastes de matrizes de alta produção, visando sua conservação e utilização (Paiva 1981; Gonçalves 1981 e Lins *et al.* 1981).

O trabalho foi concentrado principalmente na coleta de *Hevea brasiliensis*, espécie de importância comercial tanto no Brasil como em países asiáticos.

Esse trabalho foi conduzido observando as recomendações do IRRDB, somadas às experiências dos pesquisadores brasileiros, conhecedores da região e da estratégia de coleta de seringueiras nativas. O material coletado será de fundamental importância para o futuro do melhoramento genético da seringueira.

Afora os problemas enfrentados pelo grupo de coleta no referente à obtenção de uma amostra representativa do "pool" genético de cada local visitado, atualmente os problemas relacionam-se à preservação e avaliação do material sexuado na forma de coleções vivas, que necessitam de grandes áreas para o plantio.



Coleta de hastes de matriz de alta produção em seringal nativo

O material assexuado foi multiplicado, imediatamente introduzido no Banco Ativo de Germoplasma e incluído em experimentos de competição de clones primários, estabelecido no CNPSD. Posteriormente, esse material será difundido para outras regiões, para ser submetido a avaliações locais.

6.3.2. Conservação

A conservação do material coletado tem sido efetuada, pela forma mais prática, "ex situ", isto é, coleções vivas, no Banco de Germoplasma, subdivididas em coleção de base e coleção ativa.

a) Coleção de base

Sob esta denominação estão incluídas todas as coleções de germoplasma que deverão ser preservadas indefinidamente. A coleção de



Coleta de amostras de casca de matrizes de alta produção em seringal nativo

base do Banco Ativo de Germoplasma consiste de clones primários selecionados em seringais nativos e viveiros, clones híbridos das séries Fx e IAN, clones orientais da Malásia, Indonésia (Java e Sumatra) e Sri Lanka e clones poliplóides.

Sua instalação, no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, vem-se processando por etapas, à medida que novas coletas são efetuadas e que novos materiais são introduzidos. Cada etapa compreende aproximadamente 200 clones. São utilizados oito rametes de cada clone, distribuídos aleatoriamente no campo. Até o presente, já encontram-se concluídas três etapas, com um total de aproximadamente 600 clones, estabelecidos respectivamente em 1980, 1981 e 1982. O espaçamento adotado é o de 7m entre linhas e 3m entre plantas.

A metodologia utilizada no plantio consiste do seguinte:

Inicialmente os clones são plantados em saco de polietileno, postos em casa-de-vegetação ou ripado. Quando as plantas estão com o terceiro

Ano

0

COLETA E CLONAGEM
DO MATERIAL

1

INSTALAÇÃO DO
ENSAIO DE COMPETIÇÃO

3

AVALIAÇÃO DO VIGOR
E PRODUÇÃO (HMM)

ENSAIO DE PRODUTORES

OS 4 A 6 MELHORES CLONES -
SERÃO MULTIPLICADOS E PLANTA-
DOS EM PARCELAS DE NO MÍNIMO
40 PLANTAS COM DUAS REPETI-
ÇÕES EM DIFERENTES LÓCAIS EM
ÁREAS DE PRODUTORES. OS
CLONES ROTINEIROS SERÃO UTI-
LIZADOS COMO TESTEMUNHA.

7

INÍCIO DE SANGRIA

11

RECOMENDAÇÃO A PRODUTO-
RES EM PEQUENA ESCALA
A NÍVEL LOCAL

12

AVALIAÇÃO EM
OUTROS ESTADOS

15

RECOMENDAÇÃO EM PEQUENA ES-
CALA A NÍVEL REGIONAL

17

RECOMENDAÇÃO EM
LARGA ESCALA A NÍVEL
LOCAL

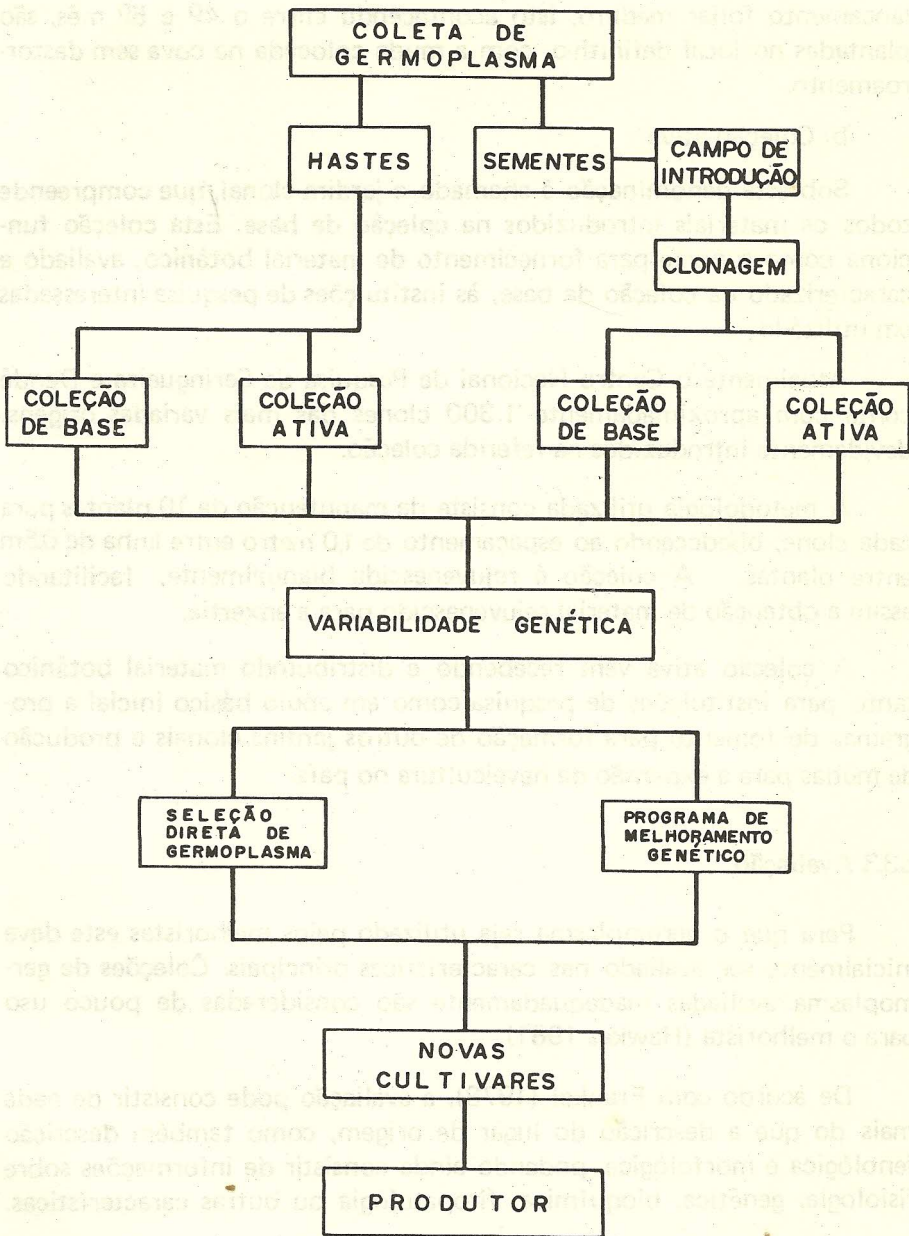
19

RECOMENDAÇÃO EM LARGA ES-
CALA A NÍVEL REGIONAL

24

RECOMENDAÇÃO A
NÍVEL NACIONAL

Esquema de avaliação de clones primários



Esquema de conservação e avaliação de recursos genéticos de seringueira

lançamento foliar maduro, isto acontecendo entre o 4º e 5º mês, são plantadas no local definitivo, com a muda colocada na cova sem destorramento.

b) Coleção ativa

Sob esta denominação é chamado o jardim clonal, que compreende todos os materiais introduzidos na coleção de base. Esta coleção funciona como suporte para fornecimento de material botânico, avaliado e caracterizado na coleção de base, às instituições de pesquisa interessadas em utilizá-lo.

Atualmente o Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê conta com aproximadamente 1.300 clones das mais variadas origens, devidamente introduzidos na referida coleção.

A metodologia utilizada consiste da manutenção de 10 plantas para cada clone, obedecendo ao espaçamento de 1,0 metro entre linha de 0,5m entre plantas. A coleção é rejuvenescida bianualmente, facilitando assim a obtenção de material rejuvenescido para a enxertia.

A coleção ativa vem recebendo e distribuindo material botânico tanto para instituições de pesquisa como em apoio básico inicial a programas de fomento para formação de outros jardins clonais e produção de mudas para a expansão de heveicultura no país.

6.3.3. Avaliação

Para que o germoplasma seja utilizado pelos melhoristas este deve inicialmente ser avaliado nas características principais. Coleções de germoplasma avaliadas inadequadamente são consideradas de pouco uso para o melhorista (Hawkes 1981).

De acordo com Frankel (1978), a avaliação pode consistir de nada mais do que a descrição do lugar de origem, como também descrição fenológica e morfológica, podendo ainda consistir de informações sobre fisiologia, genética, bioquímica, fitopatologia ou outras características.

No Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê (CNPDS), no que diz respeito à coleta de matrizes, são avaliadas as características

do local de coleta, a produção, o número de painéis, circunferência, a 1,5m de altura e grau de incidência de doenças. Amostra de casca é também retirada para estudos anatômicos em laboratório.

A avaliação e caracterização de todo material introduzido na coleção de base é feita desde a fase juvenil até a fase adulta das plantas. No manual de descritores, elaborado para seringueira, são listados 43 caracteres a serem avaliados na fase juvenil, até três anos de idade das plantas, e 66 caracteres na fase adulta, após o terceiro ano de idade das plantas.

6.3.4. Armazenamento e utilização dos dados de avaliação

Sem um sistema de disseminação de dados sobre o material da coleção de base, o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) não terá nenhuma utilidade para os melhoristas. Portanto, um sistema eficiente para armazenamento e chamada de dados computados das informações acerca do germoplasma é indispensável à avaliação e uso do BAG.

No BAG de seringueira, a metodologia do sistema consiste do seguinte: primeiro os dados de avaliação dos descritores são transferidos de forma ordenada e sistemática ao computador; depois o sistema de manejo é planejado para por em ordem, armazenar e chamar estes dados sob comando. Todo esse processo é efetuado por mini-computador no CNPSD, e a divulgação dos dados será feita através de periódicos editados pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEM), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

6.3.5. Utilização dos recursos genéticos

Uma das grandes funções do BAG seringueira está relacionada com a documentação. Esta será uma das grandes prioridades, pois o material introduzido ficaria sem efeito com uma documentação inadequada. Os usuários necessitam dispor dos tipos de acesso que poderão ser utilizáveis no desenvolvimento de um trabalho de melhoramento.

De acordo com Krull & Borlaug (1970), o sucesso da utilização da variabilidade de um amplo "gene pool" necessita que o melhorista tenha

um conceito definido do que ele está tentando introduzir e o porquê da introdução. Com esses conhecimentos ele poderá pesquisar a característica e em seguida incorporá-la através de cruzamentos, na cultivar conhecida.

No melhoramento da seringueira, o critério utilizado para seleção de fenótipos superiores tem mudado com o passar dos anos. Entretanto, certos objetivos são básicos para o melhoramento e para o processo de seleção, tais como produção, vigor e resistência a doenças. É possível que no futuro seja importante considerar outras características que poderão trazer grande impacto sobre a produção e indicação de novos materiais.

É sabido que, dentre as espécies do gênero, a *Hevea brasiliensis* possui alta capacidade de produção e dentro desta espécie as seringueiras nativas de casca escura são melhores do que as seringueiras de casca vermelha e branca (Wycherley 1977). Entre as outras espécies, a *Hevea benthamiana*, *H. guianensis* e *H. nitida* apresentam ordem decrescente de qualidade do látex, podendo ser explorada em ordem de prioridade (Ho 1979).

Um outro aspecto a considerar é a identificação de resistência a doenças. Os materiais até então coletados e introduzidos poderão ser de grande importância na obtenção de resistência ao *Microcyclus elei*, *Phytophthora* sp e *Thanatephorus* sp.

No plano fisiológico, um importante caráter seria a relação produção/crescimento, que determina o balanço entre a produção da borracha e o crescimento da árvore (Ho 1979). A tendência atual é criar clones que apresentem essas características. Segundo o autor, outros caracteres fisiológicos de grande importância na seleção futura dos clones são: habilidade fotossintética, assimilação e regeneração do látex.

6.4. Área de escape

O "deficit" hídrico anual de 150 mm foi considerado por Camargo (1963) como limite máximo para a cultura da seringueira, enquanto que Ortolani *et al.* (1964) comprovaram ser a temperatura de $-1,3^{\circ}\text{C}$ letal para as folhas da seringueira.

Encontram-se no Brasil pequenos seringais em áreas de estação seca definida, cujo estado fitossanitário é muito bom e a produtividade é comparável à de outros países onde a heveicultura é um sucesso econômico.

Seringais do planalto paulista, o seringal João Cleophas em Macapá, o seringal Tira-Teima próximo a Vitória(ES), o seringal do Aleixo próximo a Manaus e um pequeno seringal em Açailândia, município de Imperatriz, no Maranhão, atestam a estabilidade da seringueira quanto às suas disponibilidades hídricas, podendo ajustar-se a climas mais secos sem a ocorrência de danos econômicos em plantas adultas (EMBRATER 1980).

Para o escape ao "mal-das-folhas" é necessário um período de pelo menos três meses com precipitação inferior a 60 mm. Em Açailândia, com um período seco de baixa precipitação mensal com a duração de cinco meses e "deficit" hídrico anual de 335 mm, foram comprovadas altas produções de 25 clones testados. Nessas regiões, há a necessidade de solos mais profundos, com profundidade efetiva de pelo menos três metros.

Em terreno alto, sem orvalho, os clones suscetíveis não são atacados. Mesmo nos climas com estação seca definida, os fundos de vale devem ser evitados, mormente quando ocorrem reservatórios naturais de água livre, em que as condições são favoráveis à formação de orvalho noturno, dando margem a ataques epidêmicos (EMBRATER 1980). É reconhecido, portanto, que existe um enorme potencial de produção de borracha no Brasil, especialmente nas regiões do trópico úmido que apresentam uma estação seca, e em vastas áreas do Centro Sul e Leste do país (Ortolani 1979).

Com vistas à exploração desse potencial, estas características serão observadas nos experimentos de competição de clones de que se falou no item 6.2.3. c), a nível nacional, envolvendo cerca de 12 Estados e 2 Territórios.

6.5. Diversificação de clones no estabelecimento de plantios comerciais

Em novembro de 1982, por consenso geral, durante o I SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE

SERINGUEIRA, foram definidos os clones mais indicados para o plantio comercial em 14 Estados e 2 Territórios. Ênfase maior foi dada à diversificação do plantio, pela recomendação de maior número possível de clones, principalmente para as novas áreas de plantio.

Esta orientação deve-se ao fato de que alguns clones vêm-se despontando como promissores em ensaios de competição de clones instalados em diferentes locais e mesmo em áreas de produtores, orientados pela Pesquisa.

A estratégia de estabelecimento de ensaios de competição em áreas de produtores, seguida pela Pesquisa, visa principalmente reduzir o período de tempo necessário à recomendação final de um clone, para plantio comercial. E é essa estratégia que possibilitará a diversificação do material de plantio no mais curto espaço de tempo.

6.6. Perspectivas do programa de melhoramento

De modo resumido, a pesquisa na área de melhoramento genético, no âmbito da EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê, está orientada no sentido de dar origem a novos clones que apresentem características desejáveis de produção e tolerância a doenças, através de cruzamentos controlados, bem como obter clones com porte reduzido; testar, nas diferentes condições ecológicas, os clones já obtidos; avaliar e selecionar material alienígena e autóctone introduzido; reunir, preservar e caracterizar todo o germoplasma de seringueira disponível, em banco de germoplasma; e observar, adaptar e testar novas metodologias de estudo.

Estudos de refinamento da metodologia de obtenção de clones poliploides são também desenvolvidos, como uma linha de pesquisa de apoio ao programa de melhoramento genético.

O programa vem sendo beneficiado pelo intercâmbio de idéias e informações entre pesquisadores relacionados direta ou indiretamente com o melhoramento genético da seringueira.

TABELA 1 — Relação de prospeções realizadas no período de 1945 a 1982

Ano de Prospecção	Estado	Região	Seringais	Espécies	Ordem de Clonagem	Referência
1945	Rondônia	Jaru	Setenta, Primavera	<i>H. brasiliensis</i>	PV 1 — PV 39	—
1962	Rondônia	Jaru	—	<i>H. brasiliensis</i>	PUA 1 — PUA 10	Moraes 1962
1972	Amazonas	Uaupés (São Gabriel da Cachoeira)	—	<i>H. pauciflora</i>	—	—
	Acre	Brasília	São Francisco e Icuriã	<i>H. brasiliensis</i>	AC 1 — AC 15	Pereira 1972
	Rondônia	Sena Madureira	—	<i>H. brasiliensis</i>	AC 16 — AC 31	Pereira 1972
	Acre	Porto Velho BR-364 (Km-50)	Oco do Mundo	<i>H. brasiliensis</i>	RO 1 — RO 10	Pereira 1972
1973	Acre	Margens do rio Acre	Capatará e Itú	<i>H. brasiliensis</i>	AC 32 — AC 46	Gonçalves et al. 1973
	Rondônia	Vila de Rondônia	São João do Muqui, Mandi e Santa Maria	<i>H. brasiliensis</i>	AC 47 — AC 51	Gonçalves et al. 1973
1974	Acre	Margens do baixo rio Acre	Caquetá, Mercês e São José	<i>H. brasiliensis</i>	RO 11 — RO 32	Gonçalves et al. 1973
	Rondônia	Jaru	Canarana, Setenta e Bom Jardim	<i>H. brasiliensis</i>	AC 52 — AC 81	Viégas & Gonçalves 1974
1976	Acre	Tarauacá	Joaci, Sacado, Conceição, Lancha, Vitória Nova, Outro Preto, Vitória Velha	<i>H. brasiliensis</i>	RO 33 — RO 62	Viégas & Gonçalves 1974
	Amazonas	Borba	São Raimundo, São Lázaro	<i>H. brasiliensis</i>	CNS-AM 7601/7620	Viégas & Gonçalves 1976
		Novo Aripuanã	Salvatera, Porto Alegre, Boa Esperança, Mutum, Castanhal, São João	<i>H. spruceana</i>	CNS-AM 7621/7624	Silva & Paiva 1976
		Benjamin Constant	Estrão, Forte Veneza	<i>H. brasiliensis</i>	CNS-AM 7625/7634	Silva & Paiva 1976
		Atalaia do Norte, (São Paulo de Olivença)	São Luiz, Boa vista	<i>H. brasiliensis</i>	—	—
1977	Pará (Marajó)	Salvatera	Capacete	<i>H. pauciflora</i>	CNS-AM 7647/7650	—
			Vila de Joanes	<i>H. camargoana</i>	CNS-AM 7651/7660	Paiva 1977

TABELA 1 (Continuação)

Ano de Prospecção	Estado	Região	Seringais	Espécies	Ordem de Clonagem	Referência
1977	Amazonas	S. Gabriel da Cachoeira	Serras do Cajubim, Matapi e Cabari	<i>H. pauciflora</i>	CNS-AM 7701/7730	Paiva 1977
1978	Rondônia	Guajará Mirim (margens dos rios Mamoré e S. Miguel)	São José, Nazaré, Da Onça	Híbridos naturais de <i>H. brasiliensis</i> vs. <i>H. guianensis</i>	CNS-RO 7801/7828	Gonçalves 1978
1979	Rondônia	Outro Preto	Aninga	<i>H. brasiliensis</i>	CNS-RO 7901/7927	Gonçalves 1979
1981	Rondônia	Pimenta Bueno	Alto Melgaço, Apanué	<i>H. brasiliensis</i>	RO/1/01 a 07	Gonçalves 1981
		Ji-Paraná	Santa Helena	<i>H. brasiliensis</i>	RO/1/08 a 15	
		Ouro Preto	Colocações independentes	<i>H. brasiliensis</i>	RO/1/16 a 21	
		Jaru	Canarana, Setenta e um	<i>H. brasiliensis</i>	RO/1/22 a 30	
		Ariquemes	Colocações independentes	<i>H. brasiliensis</i>	RO/1/31 a 40	
		Calama	Colônia, Retiro do	<i>H. brasiliensis</i>	RO/1/41 a 48	
		C. Marques	São Francisco	<i>H. brasiliensis</i>	RO/1/49 a 118	
			Monte Cristo, Os Miguéis, Cachoeirinha, Trairinha, Lote do Eurípes			
	Mato Grosso	Rio Juruena	Conomali	<i>H. brasiliensis</i>	MT/1/01 a 14	Paiva 1981
		Itaúba	Del Pai	<i>H. brasiliensis</i>	MT/1/15 a 24	
		Araçatuba	Araçatuba	<i>H. brasiliensis</i>	MT/1/25 a 36	
		Vila Bela	Rio Guaporé, Mangavallito	<i>H. brasiliensis</i>	MT/1/37 a 46	
		Barra dos Bugres	José Farias	<i>H. brasiliensis</i>	MT/1/37 B a 39 B	
	Acre	Tarauacá	Ouro Preto, Vitória Velha, Iraci	<i>H. brasiliensis</i>	AC/1/01 a 07	Lins et al. 1981
		Feijó	Agrião do Norte, Barés, São Domingos	<i>H. brasiliensis</i>	AC/1/08 a 13	
		Sena Madureira	Silêncio	<i>H. brasiliensis</i>	AC/1/14 a 17	
		Assis Brasil	São Francisco	<i>H. brasiliensis</i>	AC/1/18 a 20	
		Brasília	Quixada, Jiquitaia, São João	<i>H. brasiliensis</i>	AC/1/21 a 24	
1982	Amazonas	Xapuri	Porto Rico, Nazaré	<i>H. brasiliensis</i>	AC/1/25 a 27	Santos 1982
		Barcelos	Lago Preto, Remanso do Castanho, Seringal do Mata, Marama, Cubiutiba, Seringal do Silva	<i>H. benthamiana</i>	CNS-AM 6214/8224	

7. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. M. Segmento de botânica. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM HEVEICULTURA, 3., Belém, 1978. Belém, FCAP, 1978. p. 1-8.
- BALDWIN JUNIOR, T. *Hevea*, a first interpretation. *Heredity*, **38**: 54-64, 1947
- BANCO DA AMAZÔNIA. **Desenvolvimento econômico da Amazônia**. Belém, UFPA. 1967. (Coleção Amazônica, série Augusto Montenegro).
- BAPTIST, E. D. C. Recent progress in Malaysia in the breeding and selection clones of *Hevea brasiliensis*. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS. London, 1952. Report of the thirteenth, p. 1100-21.
- BARRON, N. **Modern rubber chemistry**. New York., D. Van Nostrand. 1948. 491 p.
- BATISTA, S. **O complexo da Amazônia. Análise do processo de desenvolvimento**. Rio, Conquista, 1976. 292 p.
- BOUHARMONT, J. Recherches taxonomiques et caryologiques chez quelques especes du genere *Hevea*. *Ser. Sci. INEAC*, **85**: 64, 1960.
- BOUYCHOU, J. C. **Manual du planteur d'Hévea: la biologie d'Hevea**. Paris, s. ed. 1963, 17 p.
- BRASIL, SUDHEVEA. **O gênero Hevea, descrição das espécies e distribuição geográfica**. Rio de Janeiro, SUDHEVEA, 1971, 57 p. SUDHEVEA, 1971, 57 p. (SUDHEVEA, Plano Nacional da Borracha. Anexo XI).
- BRASIL, SUDHEVEA. **Heveicultura no Brasil: relatório do GEPLASE**. Rio de Janeiro, 1970. 255 p.

- BRASIL, SUDHEVEA. Pesquisa e experimentação com a seringueira. Rio de Janeiro, SUDHEVEA, 1971. 108 p. (SUDHEVEA, Plano Nacional da Borracha, anexo XI).
- CAMACHO, E. B. & JIMENEZ, E. S. Resultados preliminares de una prueba de induction de floracion premature an arboles de *Hevea*. Turrialba, 13:186, 1963.
- CAMARGO, A. P. de. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo. 2a. ed. Campinas, IAC, 1963. 23 p. (IAC. Boletim 110).
- CAMARGO, F. C. Estudo das possibilidades do desenvolvimento da cultura da seringueira no Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Governo do Estado de São Paulo, 1958.
- CAMPAIGNOLLE, J. & BOUTHILLON, J. Pollination artificielle sur jeunes *Hevea* conduits en espolier. Rapp. Inst. Rech. Cauth., Indochine, 1954.
- CHEN, C.; CHEN, F.; CHIEN, C.; WANG, C.; CHANG, S.; HSU, H.; OU, H.; HO, Y. & LU, T. A process of obtaining pollen plants of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Sci Sin.*, 22:81-90, 1979
- CHEN, Z.; QIAN, C.; QIN, M.; XU, X. & XIAO, Y. Recent advances in anther culture of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.) *Theor. Appl. Genet.*, 62:103-108, 1982.
- DIJKMAN, M. J. *Hevea*, thirty years of research in the for East. Flórida, University of Miami, 1951. 87 p.
- EHRET, M. Etude sur la selection de l'Hevea in Indochine. *Cahiers I.R.C.I.*, 3:13-31. 1984.
- EMBRATER. Manual técnico da cultura da seringueira. EMBRATER, 1980. 111 p.

- FERNANDO, D. M. Some aspects of *Hevea* breeding and selection. *J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka*, **54** (1, 1) 17-32, 1977.
- FERREIRA FILHO, C. **Porque perdemos a batalha da borracha**. Manaus, Governo do Estado do Amazonas, 1965 (Série Euclides da Cunha). 373 p.
- FERWERDA, F. P. & WIT, F. Rubber: *Hevea brasiliensis* (Wild) Muell. In: FERWERDA, F. P. **Outlines of perennial crop breeding in the tropics**. Washington, 1969. p. 427-58.
- FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo, Ed. Nacional. 1974. 320 p.
- FYFE, J. L. & GILBERT, N. Partial diallel crosses. *Biometrics*, **19**: 278-281, 1963.
- GOMES, J. I. **Estudo anatômico do xilema secundário das espécies de *Hevea* da Amazônia brasileira**. Curitiba, UFPR. 1981, 205 p. Tese de Mestrado.
- GONÇALVES, P. de S. **Expedição internacional à Amazônia no Território Federal de Rondônia para coleta de material botânico de seringueira (*Hevea brasiliensis*) (Relatório)**. Manaus, CNPSD, 1981, 60 p.
- GONÇALVES, P. de S. **Seleção e coleta de seringueiras nativas à margem dos rios Mamoré, Guaporé e São Miguel – Território Federal de Rondônia (Relatório)**. Manaus, CNPSD, 1978. 43 p.
- GONÇALVES, P. de S. **Seleção e coleta de seringueiras nativas da região de Ouro Preto – Território Federal de Rondônia (Relatório)**. Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1979.
- GONÇALVES, P. de S.; MATOS, A. P.; MULLER, N. W. & VIÉGAS, I. de J. M. **II Coleta de material nativo de alta produção em seringais do Estado do Acre e Território Federal de Rondônia (Relatório)**. Belém, IPEAN. 1973. 24 p.

- HAMAKER, C. M. Plantwijdte en vitdunning bij *Hevea*. In: PRAE-ADVIES VERSAGEN VAN HET INTERNATIONAL RUBBER CONGRESS, 1914. s.n.t.
- HAWKES, J. E. Germoplasm collection, preservation and use. In: Frey, K. J. **Plant breeding II**. Iowa State University Press. 1981. pp. 57-83.
- HO, C. Y. Conservation and utilization of *Hevea* germoplasm. **Malays. Appl. Biol.** 8(1):1-14, 1979.
- JACOB, J. C. S. Experiments on artificial self and cross pollination in *Hevea brasiliensis*. **Arch. Rubbercult.**, 6: 261-288, 1931.
- KRULL, C. F. & BORLAUG, N. E. The utilization of collections in plant breeding and production. In: Frankel, O. H. & Bennet, E. (ed.) **Genetic Resources in plants – Their exploration and conservation**, Glasgow. Bel and Bain Ltd. 1970, p. 427-40.
- LINS, A. C. R.; SILVA, G. P. da; NICOLAS, D.; ONG, S. H.; MELO, C. C. de & SANTOS, M. R. dos. **Report of the Acre team in the 1981 joint (IRRDB/Brasil Hevea germoplasm expedition**. (Relatório). Manaus, CNPSD, 1981, 24 p.
- MAAS, J. G. J. A. Floral biology of *Hevea brasiliensis*. **Arch Rubbercult.**, 3:280-312, 1919.
- MAJUNDAR, S. K. Chromosome studies of some species of *Hevea*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**. Kuala Lumpur, 18:269-75, 1964.
- MANN, C. E. T. Selection and breeding. Early determination of yielding qualities of seedlings. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. Botanical Division. **Annual report**, 1931. Kuala Lumpur, 1932. p. 66-8.
- MARKOSE, V. C.; PANINKKAR, A. O. N.; ANNAMMA, Y. & NAIR, V. K. B. Effect of gamma rays on rubber seed germination – seedling growth and morphology. **J. Rubb. Inst. Sri Lanka**, 54: 43-47-1977.

- MENDES, L. O. T. Investigações preliminares sobre a duplicação do número de cromossomos da seringueira pela ação da colchicina. **B. Téc. Inst. Agron. Norte**, Belém, (7):1-60, 1946.
- MENDES, L. O. T. Poliploidização da seringueira: um novo teste para determinação da capacidade de produção de seringueiras jovens. **Polímeros**, São Paulo, (1): 22-30, 1971.
- MORAES, V. H. de F. **Seleção em seringais nativos**. Belém, IPEAN, 1963. p. 1-32. (Circular IPEAN, 7).
- MORRIS, L. E. Fiedl observations and experiments on the pollination of *Hevea brasiliensis*. **J. Rubb. Res. Inst. Malaya**, 1: 41-49, 1929.
- MORRIS, L. E. Tapping experiments. 2. Test tapping young seedlings trees. In RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA. Botanical Division. **Annual report**, 1931. Kuala Lumpur, 1932. p. 66-8.
- NADLER, A. L. **Seringal Nativo. História e exploração**. s. l. M. A. DNPV, 1975, 21 p.
- ONG, S. H. Chromosome morphology at the pachytene stage in *Hevea brasiliensis*: a preliminary report. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur. 1975. **Proceedings**, v. 2. p. 3-12.
- ONG, S. H. Mutation and polyploidy. In: RRIM *Hevea* breeding course. Kuala Lumpur, Malásia, 1980. p. 1-8 (Lectures notes).
- ONG, S. H. & SUBRAMANIAN, S. Mutation breeding in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. in induced mutation in vegetatively propagated plants. **Internat. Atomic. Energy. Agency. Pl.**, Vienna, (501/12): 122-7, 1973.
- ORTOLANI, A. A. **A importância da agrometeorologia para a produção de borracha natural no Brasil**. Palestra proferida no I Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Mossoró. 1979, 8 p. (Mimeografado).
- ORTOLANI, A. A.; GODOY H. & CAMARGO, A. P. de. **Observações sobre temperaturas mínimas letais aos tecidos da cana-de-açúcar, do**

- cacaueiro, da seringueira, do tomateiro e do abacateiro. Relatório dos trabalhos realizados em 1964 no Parque Estadual de Campos do Jordão. Campinas, Instituto Agrônômico, 1964, 20 p.
- PAIVA, J. R. de. **Coleta de material botânico de *Hevea pauciflora*.** (Relatório de Viagem), Manaus, CNPDS, 1977a. 4p.
- PAIVA, J. R. de. **I coleta de material botânico sexuado e assexuado de *H. marajoensis* no município de Joanes (Salvaterra-Pará).** (Relatório), Manaus, CNPSe, 1977b. 5p.
- PAIVA, J. R. de. **I coleta de material sexuado e assexuado nos seringais nativos do Estado do Mato Grosso.** Manaus, EMBRAPA-CNPDS, 1981, 26 p.
- PARANJOTHY, K. "In vitro" culture of *Hevea* – Projects and progress. In: INTERNATIONAL RUBBER RESEARCH AND DEVELOPMENT BOARD., Bogor, 1976. Symposium. Bogor, IRRDB. 1976.
- PARANJOTHY, K. & GHANDINATHY, H. Tissue and organ culture of *Hevea*. In: INST. RUBBER CONFERENCES, Kuala Lumpur, 1975. Proceedings. Kuala Lumpur, 1976. v. 2 p. 59-84.
- PAX, F. & HOFFMANN, K. **Euphorbiaceae in Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. ed. s.l., s. ed., 1931.**
- PEREIRA, J. da P. **Coleta de material silvestre de alta produção em seringais nativos do Acre e Estação Experimental de Porto Velho.** (Relatório) Belém, IPEAN, 1972. 9 p.
- PERRY, B. A. Chromosome number and phylogenetic relationships in the Euphorbiaceae. *Amer. J. Bot.*, Columbus 30: 527-43, 1943.
- PIRES, J. M. Notas de Herbário I. (*Hevea camargoana* n. sp.). *Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi. Série (Botânica)*. Belém, (52): 1-11. 1981.
- PIRES, J. M. Revisão do gênero *Hevea*, descrição das espécies e distribuição geográfica. In: INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁ-

RIA DO NORTE, Belém, PA. Relatório Anual Junho/1972 -- Julho/1973. Projeto Botânica. Subprojeto -- Revisão do gênero *Hevea*. Belém SUDHEVEA/DNPEA/IPEAN, 1973 p. 6-66.

POLHAMUS, L. G. Rubber, botany, production and utilization. London, Leonard Hill, 1962, 449 p.

RAMAER, H. Cytology in *Hevea*. *Genética*, 17: 193-236, 1935.

REIS, A. C. F. O seringal e o seringueiro. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, SIA. 1953. 194 p.

ROSS, J. M. Observations on the 1959 hand pollination programme at the Rubber Research Institute of Malaya. In NATURAL RUBBER RESEARCH CONFERENCES, Kuala Lumpur, 1960. Proceedings. p. 322-408.

SANTOS, M. de. M. Relatório da prospecção de seringal nativo de *Hevea benthamiana* na região de Barcelos. (Relatório), Manaus, CNPDS, 1982, 21p.

SATCHUTHANANTHAVALA, R. & IRUGALBANDARA, Z. E. Propagation of callus from *Hevea* anthers. *J. Rubb. Res. Inst. Ceylon*, Q. J. 49: 65-68, 1972.

SCHURER, H. Rubber -- a magic substance of ancient America. *Rubb. J. London*, 131: 541-549, 1957.

SCHULTES, R. E. The history of taxonomic studies in *Hevea*. *Bot Rev.*, 36(3): 197-276, 1970

SCHULTES, R. E. The odyssey of the cultivated rubber tree. *Endiavour*, 1(3/4): 133-38, 1977.

SCHULTES, R. E. Wild *Hevea*: An untapped source of germ plasm. *J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka*, 54(1): 227-57, 1977a.

SEIBERT, R. J. A study of *Hevea* in the Republic of Peru. *Ann. Mo. Bot. Garden.*, 34: 261-352, 1947.

- SILVA, A. C. de & CHANDRASEKARA, L. B. A method of inducing floral stimulus for early flowering of *Hevea brasiliensis*. **J. Rubb. Res. Inst. Ceylon, Q. J.** 35:50, 1959.
- SILVA, H. M. & PAIVA, J. R. de. **Coleta de material botânico de seringueira nos municípios de Borba e Novo Aripuanã. (Relatório)**, Manaus, EMBRAPA-CNPSe. 1976, 5 p.
- SUBRAMANIAN, S. Development in *Hevea* breeding research and their future. In: NATIONAL RUBBER SYMPOSIUM BRAZIL, 1980 a. **Anais**, Brasília, 1980. v. 1 p. 422-455.
- SUBRAMANIAN, S. Outline of *Hevea* breeding and its objective. In: **RRIM Hevea breeding course**. Kuala Lumpur, RRIM, 1980. p. 1-8. (Lecture notes).
- SUCCESSFUL induction of anther planter or rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) **Acta Gent. Sin.**, 5(2):186, 1977.
- TAN, H. & SUBRAMANIAN, S. A five parent diallell cross analysis for certain characters of young *Hevea* seedlings. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCES, Kuala Lumpur, 1975. **Proceedings**. Kuala Lumpur, 1976, v. 2. p. 13-6.
- TORUAN, N. & SURJATMANA, N. Tissue culture of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Menara Perkebunan**, 45(1):17-21, 1977,
- TOWNSEND Jr., C. H. T. **Desenvolvimento de clones superiores de Hevea no Brasil**. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Produção Vegetal. 1961. 18 p.
- VALOIS, A. C. C. **Melhoramento Genético da Seringueira**. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CNPQ/FCAP. Curso de especialização em heveicultura, 3. Belém, 1978. 24 p.
- VELOSO, M. G. A exportação de borracha na região dos formadores dos rios Arinos, Teles Pires (Norte de Mato Grosso) **Rev. Brasil. de Geografia.**, 4: 377-406, 1952.

- VIÉGAS, I. de J. M. & GONÇALVES, P. de S. III Coleta de material nativo de alta produção em seringais do Estado do Acre e Território Federal de Rondônia. (Relatório), Belém, IPEAN, 1974, 46p.
- VIÉGAS, I. de J. M. & PAIVA, J. R. de. Seleção e coleta de material nativo de seringueira em Tarauacá — Acre. (Relatório). Manaus, EMBRAPA — CNPSe, 1976, 45 p.
- WHITBY, S. Variation in *Hevea brasiliensis*. *Ann. Botany*, London, **33** (121): 313-21, 1919.
- WISNIEWSKI, A. Extrativismo vegetal. Belém, s. ed. 1978.
- WYCHERLEY, P. R. The genus *Hevea*. In workshop on international collaboration *Hevea* breeding and the collection an establishment of materials from the neotropic 12-16 april 1977. Kuala Lumpur, 1977, 12 p.
- YOUNG, H. E. Notes on the introduction of *Hevea* to Ceylon. *Rubb. Res. Inst. Ceylon*, **27**:3-6, 1952.