

CAPÍTULO 5

MELHORAMENTO GENÉTICO DA SERINGUEIRA (*Hevea* spp.)Paulo de S. Gonçalves^{1/}1. INTRODUÇÃO

A borracha sempre permaneceu disponível para o homem desde em que ele começou a povoar a terra. Como um hidrocarboneto (isopreno polimerizado) ela está presente no látex branco de algumas das 7000 espécies, que ocorre em plantas dos dois hemisférios. Nenhuma das grandes civilizações do Velho Mundo a utilizou para qualquer propósito. Mesmo no Novo Mundo onde os nativos utilizaram a borracha para menores intentos, os índios amazônicos utilizavam as sementes da seringueira como fonte primária de alimentos.

Única entre os produtos naturais, a borracha natural combina , elasticidade, plasticidade, resistência ao desgaste (fricção), propriedades de isolamento elétrico, e impermeabilidade a líquidos e gases. O homem criou a "borracha sintética" que apresenta superioridade para algumas utilidades, mas inferiores para pneus, produto este que requer 75 por cento da produção mundial de borracha natural.

Sua grande importância decorre da influência que esta veio exercer sobre a civilização humana, chegando, mesmo, a caracterizar uma época o que tem sido denominada de "ciclo da borracha", cujas origens datam de logo após a descoberta da América. Seu valor econômico tem exercido uma influência profunda na civilização moderna, produto do qual nos dias de hoje tem tornado possível, o transporte, muitas indústrias e tecnologias modernas.

Um marco importante na história da seringueira aconteceu em 1823, quando o escocês Charles MacIntosh observou que a borracha se solubilizava na nafta. Isso levou ao estabelecimento de pequenas indústrias na Inglaterra, França e Estados Unidos. A maior parte das indústrias falharam, principalmente porque seus produtos tornavam-se pegajosos no calor e quebradiços durante o frio do inverno. Foi em 1839, entretanto, que a borracha, realmente, tomou a sua forma atual, quando o americano Charles Goodyear, conduziu experimentos em laboratórios utilizando uma mistura de borracha e enxofre em alta temperatura, resultando um produto alterado. A borracha que era pegajosa, tornou-se plástica e elástica. Dessa forma a vulcanização tinha sido descoberta,

^{1/} Eng^o Agr^o Pesquisador do Centro Nac. de Pesquisa da Seringueira e Dendê (CNPDS) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

fazendo com que mudasse toda história da borracha. A borracha que supriu aquelas primeiras indústrias vieram de seringueiras exploradas pelos índios amazônicos. Os suprimentos eram escassos e a qualidade pobre. Pouco tempo depois, ela foi introduzida e melhorada no Sudeste da Ásia.

No Brasil o melhoramento com a seringueira teve início, praticamente, em 1937 após a ocorrência de surtos do condicionante biológico, o fungo *Microcyclus ulei* (P. Herm) nos plantios efetuados pela Companhia Ford nos campos da Fordlandia (1928) e Beterra (1932), ambos no Baixo Amazonas, Estado do Pará.

Neste trabalho são apresentados aspectos relacionados com antecedentes do melhoramento da seringueira no Brasil e em países asiáticos. São apresentados também aspectos relacionados com biologia reprodutiva, bem como taxonomia e a metodologia atual do melhoramento da seringueira.

2. O GÊNERO *HEVEA*

2.1. 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 ano a ano seguintes outras foram reconhecidas por Spruce, baseados em amostras de material botânico coletadas 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 agrupadas 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 HOFFMAN (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 *Hevea* nativa 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) o levaram 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-Argovienensis, citados por ALBUQUERQUE (1978); por Hubber, Pax e Ducke citados por 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 comorum* 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. comorum* - 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.

2.2. Aspectos morfológicos

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 racemos. 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 utilizado na fabricação de tintas e vernizes.

Todas as espécies são lenhosas, arbóreas, no geral árvores médias 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 Apoporis e Amazonas, e do alto Rio Negro (PIRES, 1973).

2.3. Citologia

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 de *H. brasiliensis* foi estabelecido sem dúvida nenhuma como $2n = 36$ por PERRY (1943) e subsequentemente confirmado por outros (MENDES, 1946; MAJUMDAR, 1964; ONG, 1975). Devido à ocorrência de multivalentes na metafase I da meiose em híbridos específicos, RAMAER (1935) postulou ser essa espécie uma anfidiplóide 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 $2n = 18$.

2.4. Distribuição geográfica das espécies

Segundo DUCKE (1941), o gênero *Hevea* é o mais característico que qualquer outro para a Amazônia, pois os limites desta região coincidem com a distribuição geográfica do referido gênero.

A ocorrência natural do gênero *Hevea* está circunscrita aos limites da região amazônica brasileira (Figura 1), 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 grande amplitude de ambientes ecológicos, variando de florestas altas a florestas arbustivas. Desse modo, a distribuição geográfica das espécies é vista a seguir:

- *H. benthamiana* Muell. Arg. - extremo Noroeste do Pará (alto Trombetas e Nhamundá); Norte do Estado do Amazonas para Oeste até os limites do Içá, para o sul até os baixos cursos dos afluentes meridionais do Madeira (Araua, afluente do baixo Aripuanã) (DUCKE e BLACK, 1954).

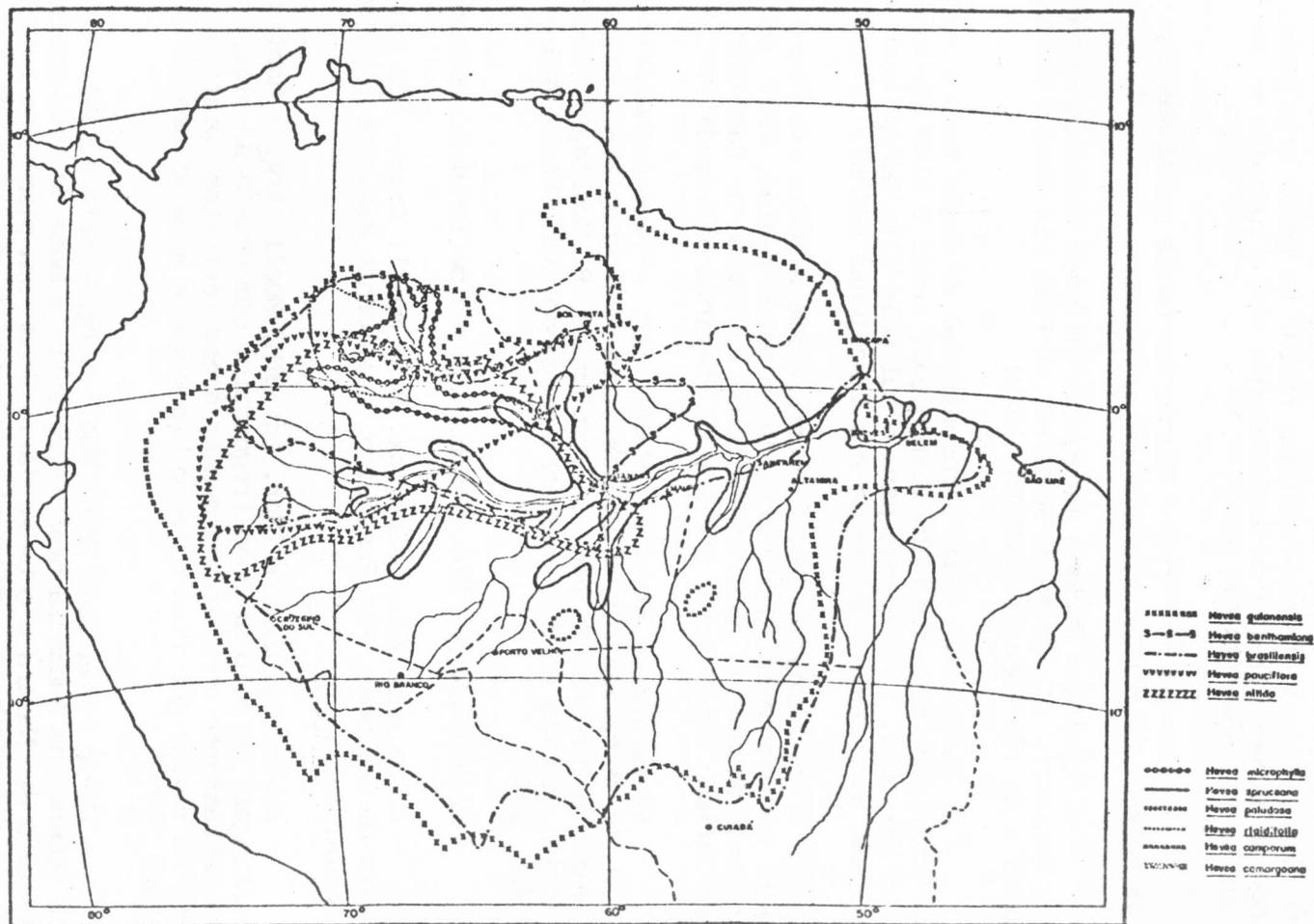


Figura 1 - Área de dispersão das espécies de *Hevea* na Amazônia (Fonte: GOMES, 1981).

- *H. brasiliensis* (Willd. ex. A. Juss.) Muell. Arg. - Ocorre em todo estuário do rio Amazonas e nas regiões fronteiriças do Brasil com o Equador, Peru e Bolívia; vales dos rios Tapajós e Xingú, limite de dispersão do gênero *Hevea*. Vegeta em terrenos mais ricos, em geral argilosos, crescendo ao longo da margem direita do Rio Amazonas até o lucaiali e as margens norte e sul do Solimões (BAHIA, 1971).

- *H. camargoana* Pires - Ocorre nas matas paludosas dos cerrados da ilha de Marajó, no Pará.

- *H. camporum* Ducke - Amazonas, em campo natural, entre os rios Marmelos e Manicoré, afluentes do Madeira; no Pará rio Cururu (afluente da margem direita do rio Tapajós) (PIRES, 1973).

- *H. guianensis* Aub. - Encontra-se em quase toda a região Amazônica caracterizada pela mata pluviotropical, desde o alto Pindaré a alto Turiaçu, no Maranhão, continuando para o sul pelo alto Gurupi onde faz uma forte inflexão para Oeste fugindo do rio Itacaiunas (PIRES, 1973).

- *H. microphylla* Ule. - Ocorre desde o médio rio Negro até o Cassiquiare, na Venezuela. Não conhecida em outra região. Vive nos igapós permanentemente alagados, sendo muito comum na região de Barcelos. Às vezes tem tronco inflado e por isso, chamada de "Seringa barriguda" (PIRES, 1973).

- *Hevea nitida* Mart. ex. Muell. Arg. - Vive principalmente no Rio Negro entre as bacias dos afluentes Uaupés e Içana, até o trapézio Colombiano e Amazônia Peruana (R. Nanai, R. Putumayo, R. Huallaga). Pouco ultrapassa a margem direita do Rio Amazonas, chegando até o baixo Madeira (BAHIA, 1971 e PIRES, 1973).

- *Hevea paludosa* Ule. Jahrb. - Serra de Tunui no Amazonas.

- *Hevea pauciflora* (Spr. ex. Bth) Muell. Arg. - Nas terras do Rio Negro, Oeste do Solimões, Rio Essequibó, o afluente Mazuriue e o confluente Potaro (BAHIA, 1971).

- *Hevea rigidifolia* (Spr. ex. Bth) Muell. Arg. - Habita as campinas (caatingas) de solo arenoso (regossolo) com vegetação oligotrófica. Apresenta-se bastante concentrada nestas áreas restritas. Distribui-se principalmente na região que fica entre o Rio Negro e seus afluentes Uaupés e Içana (PIRES, 1973).

- *Hevea spruceana* (Bth) Muell. Arg. - Esta espécie tem sido observada somente na Amazônia brasileira entre a boca do Içá, afluente do Solimões até o Rio Macará e o baixo Jari. Sendo uma planta de baixios encharcados, sua distribuição acompanha as matas de várzea ou de igapó que correspondem à planície de alagação dos rios Solimões e seus afluentes desde o Içá até o estuário Trombetas, Japurá, Jutai, Negro, Nhamundá, Madeira e seus afluentes Marmelos, Coruatinga e Curuauna (entre Tapajós e Xingú) até o baixo Jari (PIRES, 1973).



2.5. Centro de diversidade genética

As seguintes espécies ocorrem na região do Rio Negro: *H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. microphylla*, *H. nitida*, *H. pauciflora*, *H. rigidifolia*, *H. spruceana*. A área onde as espécies mais abundantes se interpõem (*H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. nitida* e *H. pauciflora*) tem a enigmática *H. nitida* variedade *Toxidendroids* em sua margem esquerda. *H. brasiliensis* marcha com elas e *H. spruceana* ao longo do limite sul (Solimões e baixo Rio Madeira). Somente *H. camporum* está distanciada do Rio Negro e regiões próximas. Portanto, segundo WYCHERLEY (1977) existirá pouca dúvida de que o Rio Negro é o centro da diversidade genética do gênero *Hevea*.

Geomorfologicamente, o centro de diversidade está na margem norte da Bacia Amazônica onde surgem os planaltos das Guianas. Os solos são latossolos de terras baixas e argilas hidromórficas, mas na região que circunda o centro de diversidade são constituídos dos mais variados solos de planalto (WYCHERLEY, 1977).

Climaticamente o centro de diversidade propriamente dito está inteiramente dentro da região equatorial úmida constante que se caracteriza por uma precipitação de pelo menos duas vezes e evaporação mensal. Segundo WYCHERLEY (1977), a constância de umidade climática quer dizer que novas folhas quase certamente nascerão sob condições que favorecem o ataque de doenças fúngicas e algum grau de resistência pareceria essencial para a sobrevivência, embora poucas seleções desse centro de diversidade tenham mostrado alta resistência ao Mal Sulamericano das folhas. Segundo o autor, a umidade constante poderá significar que não existe forte influência agindo como um estímulo coordenado de respostas fenológicas, tais como desfolhamento, surgimento de nova folhagem ou florescimento. Dessa forma isso pode reduzir hibridação. Efeitos favoráveis e desvantajosos podem ser postulados sobre a incidência de doenças de folhas.

3. BIOLOGIA REPRODUTIVA

3.1. Aspectos fisiológicos de senescência e florescimento

A seringueira é uma planta de hábito decíduo, mais pronunciado em regiões onde períodos secos são constantes. Em regiões da Amazônia onde ou quando períodos secos são menos rígidos, a queda de folhas e o florescimento são irregulares. Segundo WITMORE (1975), disponibilidade de água talvez seja o fator ecológico mais importante que afeta a queda de folha e o florescimento em floresta decídua e que a senescência e o reflorestamento são tão influenciados pela situação geográfica, pelas condições de clima e pela natureza do material vegetal.

Segundo PINHEIRO (1981), nas condições de Belém, com clima sem uma estação seca, definida, dependendo do clone, há uma desuniformidade de florada, embora haja uma concentração maior nos meses de julho e agosto. Em regiões com clima com estação seca definida a senescência ocorre nesse período seco, como é o caso de Tracuateua - Pará que tem uma estação seca que vai de agosto a novembro, a senescência ocorre de agosto a outubro. Outro exemplo é o caso de Açailândia no Maranhão que tem uma estação seca de 4 meses e a floração ocorre nesse período seco.

Em seringais de cultivo, a senescência começa quando a seringueira muda seu hábito de crescimento e isto se dá, geralmente, a partir do terceiro e quarto ano após o plantio de toço enxertado. Embora ocorram variações em função do clone densidade de plantação, material genético, etc. (BOUYCHOU, 1963), existem enxertos que florescem com um a dois anos, assim como existem outros que vêm a florescer após sete anos.

Árvores adultas de *Hevea brasiliensis* florescem uma vez ao ano na Amazônia, normalmente em meados de abril a julho. Na Malásia ela floresce duas vezes ao ano, normalmente, entre março e abril e entre agosto e setembro, com florescimento mais pronunciado durante a primeira estação de florescimento (PARANJOTHY, 1981). No Viet-Nam e no Camboja segundo (BOUYCHOU, 1963), a senescência se dá de fevereiro a março.

A formação de anéis de crescimento via madeira em associação com a senescência tem sido bem caracterizado (RAO, 1972), semelhante às plantas de clima temperado.

3.2. Inflorescência e flor

No geral, a seringueira floresce 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 extremidade 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 (Figura 2).

A flor masculina possui uma coluna estaminal com 10 estames seis, 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 (Figura 2).

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.

Uma gema floral dá, em média, uma dezena de ramos, cada um em média com seis flores femininas. A proporção de flores masculinas para femininas, é, em geral uma flor feminina para 60 flores masculinas (BOUYCHOU, 1963).

A floração normal tem lugar no começo do ciclo vegetativo da seringueira. Ela começa um pouco antes ou depois do lançamento das novas folhas e se estende geralmente por todo o período de refolamento.

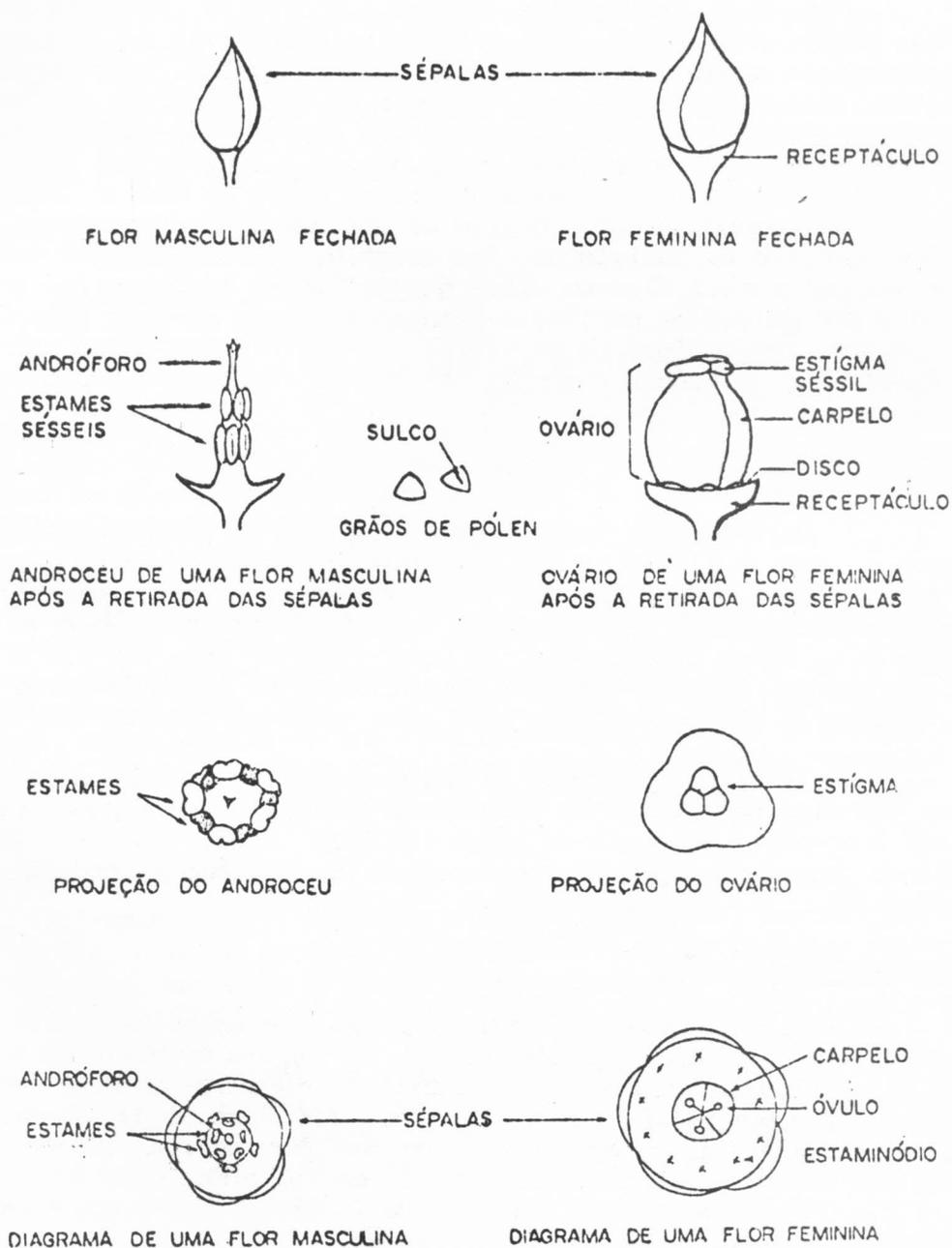


Figura 2 - Esquema das flores masculinas e femininas de seringueira (FONTE: BOUYCHOU, 1963).

Como todas as plantas originadas de zonas tropicais, a seringueira é uma planta de dias curtos para seu florescimento. Seu fotoperiodismo não parece ter ainda sido estudado e não se dispõe de nenhum dado sobre os limites de reconhecimento diário (BOUYCHOU, 1963).

3.3. Polinização natural

O pólen da seringueira apresenta a característica de ser pegajoso (FERWERDA, 1969). MASS (1919), foi o primeiro a observar que pequenos insetos são os principais agentes de polinização da seringueira. Mais tarde, WARMKE (1951, 1952) obteve evidência mais concreta de que mosquitos da família *Helei dae* têm um papel importante na transferência do pólen da *Hevea*. De acordo com BOUYCHOU (1963), de modo geral a fecundação é cruzada não deixando de existir autofecundação em uma mesma árvore ou entre os mesmos indivíduos de um mesmo clone. Segundo o autor o grau de aptidão à autofecundação é variável de conformidade com os indivíduos. Por exemplo, o clone BD 10 é autoincompatível. Ele vai muito mais além em dizer que em blocos monoclonais, a quantidade de sementes produzidas na periferia é muito maior do que nos interiores dos blocos. As sementes obtidas na periferia são polinizadas pelos clones vizinhos enquanto que as poucas sementes obtidas no interior dos blocos são com seqüência de autofecundação.

3.4. Macho esterilidade

A ocorrência de macho esterilidade em *Hevea* foi relatada pela primeira vez por RAMAER (1935), que a descreveu como irregularidade na meiose da célula mãe do pólen. MAJUNDAR (1967) ao contrário, relatou que tetradés normais e mesmo microsporos aparentemente normais foram observados em clones macho estéreis de *Hevea* pesquisados. No caso o que se observou foi a degeneração de microsporos durante estágios de maturação do pólen de maneira semelhante as plantas machos estéreis tais como tomate e cebola, etc..

Em trabalhos práticos de melhoramento vários graus de macho-esterilidade têm sido observados em diferentes clones, desde a pouca produção de pólen até a completa ausência de pólen (DIJKMAN, 1951). Por esta razão, alguns clones importantes podem somente serem usados como paternos femininos em cruzamentos.

3.5. Longevidade do pólen

O pólen de *Hevea* se armazenado sem precauções especiais, perde rapidamente a viabilidade. DIJKMAN (1938), conseguiu viabilidade do pólen por 17 dias através do armazenamento do andróforo (colunade anteras) em umidade relativa de 67 a 80% em uma temperatura de $\pm 6^{\circ}\text{C}$. Estudo de armazenamento conduzido por MAJUNDAR (1966) mostrou que um bom grau de viabilidade em torno de 20% pode ser obtido por uma semana se o pólen for armazenado a uma temperatura entre 5 e 0°C a uma umidade relativa de 75-81%. Pólen armazenado dessa forma é possível conseguir uma boa fertilização.

3.6. Fruto e semente

O fruto de *Hevea* leva cerca de cinco meses para atingir seu completo desenvolvimento. Durante o período de desenvolvimento uma grande propor

ção de pequenos frutos são abortados, especialmente durante os dois primeiros meses após o florescimento. Segundo GEORGE (1967) a proporção de frutos obtidos em relação ao número de flores femininas está abaixo de 5%. Em condições naturais a porcentagem de frutificação é ainda mais baixa, e a queda de frutos prematuros da seringueira tem muito de parecido com frutos de pomares de regiões temperadas.

O fruto da seringueira é uma cápsula trilobada contendo três sementes grandes, protegida por uma testa grossa possuindo um tipo característico para cada clone, sendo algumas vezes utilizada como um critério para sua identificação. Sementes armazenadas sem precauções especiais perderão seu poder dentro de poucos dias. Se devidamente armazenada em ambiente correto a viabilidade pode ser mantida acima de um mês.

4. MELHORAMENTO

4.1. Primeiros trabalhos de seleção na Ásia

4.1.1. Variabilidade do material inicial

A seringueira é uma das plantas tropicais que encontrou sua ampla distribuição e alcançou sua maior importância econômica fora do seu habitat nativo. Por volta de 1975 Wickham de alguma forma, clandestinamente, coletou milhares de sementes de *Hevea brasiliensis* na região Amazônica. Essas sementes foram germinadas em Kew Gardens, na Inglaterra e as plântulas foram transportadas para o Ceilão (Sri Lanka) e Malásia, onde estas se desenvolveram. As sementes destas árvores foram distribuídas com bastante sucesso nas áreas promissoras de produção de borracha no Sudeste da Ásia, como a Malásia, Indonésia, Indochina e Ceilão. Outras quantidades de sementes oriundas do Brasil foram introduzidas no oriente em algumas ocasiões subsequentes, mas os resultados obtidos geralmente foram menos satisfatórios do que aqueles por Wickham (DIJKMAN, 1951 ; BOUYCHOU, 1956). O resultado econômico sendo favorável, o cultivo da seringueira no sudeste da Ásia teve uma considerável expansão após 1910. Isso vinculou a propagação vegetativa do material, em grande escala, de um número relativo de procedências.

4.1.2. Primeiras seleções

DIJKMAN (1951), FERWERDA (1969) e PEE (1977) mostram em trabalhos de revisão, como se procedeu o melhoramento da seringueira no Oriente. Como já foi visto, sementes oriundas de seringueiras introduzidas por Wickham foram distribuídas do Ceilão e Malásia para outros países do Sudeste da Ásia incluindo a Indonésia, Indochina e a Tailândia. Após 1910 houve uma grande expansão de plantios na Malásia e Indonésia, plantios estes constituídos de sementes não selecionadas obtidas de qualquer fonte disponível, sem qualquer tipo de melhoramento (EDGARD, 1937). Estes materiais produziam cerca de 500 kg por hectare/ano. Os passos iniciais no aumento da produção obedeceram a seqüência abaixo:

1) Identificação de árvores matrizes superiores e o posterior uso de sementes destas, em plantios racionais.

2) Propagação vegetativa destas matrizes dando origem aos clones primários.

3) Cruzamento sistemático e seleção através de cruzamentos controlados de matrizes superiores com esses clones primários.

Os dois primeiros estágios e a metodologia da seleção de árvores matrizes são brevemente revistas a fim de fornecer um melhor entendimento da base para a presente revisão.

4.1.2.1. Genótipos superiores como fonte de semente para plantio

Em Java e na Malásia os primeiros pesquisadores de seringueira observaram uma grande variação na produção e características secundárias nos "stands" de pés francos. Na Malásia, WHITBY (1919) observou que 9,8% dos pés francos de maiores produções, produziam 28% de produção total em uma população de 1011 pés francos comuns. Semelhantes resultados foram obtidos por MASS (1934) em um estudo de 5000 pés francos não selecionados que observou que, desse total, um grupo de 8% produziu 24% da produção total, ou seja quatro vezes mais do que a média das outras árvores.

Na Indonésia, Cramer em 1910 foi o pioneiro na tentativa do melhoramento da produção através da seleção massal (DIJKMAN, 1951). Segundo o referido autor ele conduziu seu primeiro estudo de variação em 33 pés francos originários do material introduzido por Wickham. As melhores árvores em termos de produção constituíram mais tarde os primeiros clones indonésios, os quais tiveram que ser submetidos à experimentação antes da sua recomendação. Durante esse tempo, ele orientava os plantadores a observarem as melhores árvores e, em seguida, que utilizassem as sementes destas em novos plantios. Nesta época, a maior parte dos plantios em Java e Sumatra eram constituídos de pés francos oriundos de sementes não selecionadas, que a partir de 1916 sob a orientação de Cramer foi substituído por sementes selecionadas das árvores mais produtivas. Estes novos plantios tiveram maiores produções do que as plantas estabelecidas com sementes não selecionadas colhidas ao acaso (Quadro 1).

Poucos anos mais tarde, a propagação vegetativa abriu o caminho para a produção de sementes de mais alta qualidade de árvores matrizes selecionadas. Enxertos de matrizes superiores poderiam ser plantados juntos em jardins de sementes de tal forma que se processasse polinização natural entre estes clones selecionados. Dessa maneira jardins policlonais foram estabelecidos principalmente no Oeste de Java por Van Der Hoop sob a orientação de Steinmann, produzindo mais tarde as conhecidas sementes Tjikadoe. Em 1928 as plantações Prang Besar na Malásia conduziram um extensivo programa para produzir sementes selecionadas implantando jardins de sementes em Kuala Ketil (JENKINS e CHITTENDEN, 1940).

Quadro 1 - Produção de material não selecionado e plantios de sementes de árvores matriz na Costa Oeste de Sumatra.

Material plantado	Área de plantio	Produção kg/ha/ano
Sementes não selecionadas	antes de 1917	498
Pés francos de primeiras matrizes	1917-1918	639
Pés francos de matrizes elites	1919-1921	704

(FONTE: MASS, 1948).

4.1.2.2. Clonagem de genótipos superiores

O progresso obtido em uma seleção massal mostrou a existência de grande potencial de melhoramento destas populações heterogênicas. Um melhor aproveitamento desse potencial foi alcançado após a descoberta da propagação vegetativa na Indonésia por Van Helten Bodde e Tas em 1916 (DIJKMAN, 1951). Os primeiros clones a serem produzidos foram os Cultuurtuin de Cramer, isto é, ct 3 e ct 9, das 33 árvores originárias do material de Wickham, citado anteriormente. Sementes oriundas destas melhores árvores matrizes desse lote produziram mais tarde os clones ct 88 (CRAMER, 1941, 1942; Van Der GRESSEN e OSTENDORF, 1948). Plantios dos três clones misturados, chegaram a produzir acima de 1700 kg/ha/ano (DIJKMAN, 1951).

A propagação vegetativa na Indonésia foi muito mais utilizada em Sumatra do que em Javá. Os pesquisadores de Sumatra tais como RUTGERS e HEUSER (1919) e GRANTHAM (1935), reconheceram as possibilidades do aumento da produção em plantios comerciais pelo uso de clones e também para os trabalhos de melhoramento genético (d'ANGREMOND, 1935; SCHEWIZER, 1941; Van HELL, 1950). Árvores matrizes eram multiplicadas pelo processo de enxertia e levadas a áreas isoladas nas plantações a fim de serem testadas. Em resultado destas experimentações surgiram os primeiros clones primários de Sumatra que foram os AVROS (33, 36, 49, 50, 52 e 80) como os mais promissores na época.

4.2. Primeiros trabalhos de melhoramento no Brasil

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

Em face da 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.

Fracassando o empreendimento em Fordlândia, suspenso em 1933, começaram, então os plantios em Belterra, que, também, como em Fordlândia, vieram a sofrer as consequências 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 havida 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 3000 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.

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.

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 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.

4.2.2. 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 para o Estado do Acre, e o clone F 4542, uma seleção de *Hevea ben*

thamiana 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 subsequentes, sob os auspícios do Instituto Agrônomo do Norte^{1/} 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 seringueira 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 paternas, não houve pronunciamento do vigor híbrido para o caráter de resistência ao patógeno.

Em virtude da grande susceptibilidade 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 (*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 dos 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.

^{1/} Atualmente CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido).

Alguma idéia da extensão do trabalho conduzido em Beterra no período de 1942 a 1957 é dada pelo número de clones resistentes ao *M. ulmi* 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. ulmi* (TOWNSEND JR., 1961).

4.3. Esquema atual do melhoramento

4.3.1. Escolha dos paternais

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

- a) performance do fenótipo dos clones nos experimentos e também nos plantios comerciais;
- 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 objetiva do boa esquematização de programas de melhoramento.

4.3.2. Técnica de polinização controlada

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 estão amadurecidas. 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 evitar 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 paterno feminino utilizado e das condições do clima (DIJKMAN, 1951). Percentagem em torno de 15% foi relatado por Ehret (1948) no Vietnã, 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. ulmi*, 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.

4.3.3. 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.

4.3.3.1. 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 1,0 m x 1,0 m, sem delineamento experimental. Para efeito de identificação dos paternos na futura seleção do plantio, os "seedlings" são grupados em famílias.

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 15 cm e 50 cm ao final de cada dois anos.

4.3.3.2. Testes precoce de produção

Seleção das plântulas no estágio de viveiro é a próxima etapa a ser seguida. Interesse em técnicas de seleção precoce começou na década de 1920 com o objetivo de descartar "plântulas" inferiores (ou selecionar os melhores) em idade precoce. Pesquisadores pioneiros tinham estudado um número de variáveis em relação a produção em plantas adultas (SUMMERS, 1930; GUNNERY, 1935). As variáveis estudadas incluíam circunferência, altura, espessura da casca, número de anéis de vasos laticíferos, vasos laticíferos e diâmetro dos tubos crivosos, como também hidrocarboneto de borracha na casca e pecíolo. As correlações obtidas foram baixas e/ou inconsistentes. A única variável que mostrou uma correlação consistente com produção foi o número de vasos laticíferos. Entretanto, a mensuração desse caráter é tediosa e requer

habilidade e certas facilidades difíceis de serem obtidas em plantações comerciais. Conseqüentemente, outras características que mostram alguma associação com produção, por exemplo, vigor (estimada pela circunferência ou diâmetro do tronco), não tão ideal como contagem dos vasos laticíferos, foram recomendadas para uso na eliminação de seedlings inferiores em plantações. Somente mais tarde, é que foram desenvolvidos métodos diretos de teste de produção.

O primeiro deles foi o de CRAMER (1938), que adotou um sistema de classificar plantas de seringueiras jovens utilizando um tipo especial de faca para fazer incisões em plantas de 1 a 2 anos de idade com base na avaliação qualitativa na quantidade de látex exudado. Devido a baixas correlações com a produção de árvores adultas o teste de Cramer foi considerado útil somente para descartar as piores árvores (DIJKMAN, 1951).

HAMAKER (1914); MORRIS (1932) e MANN (1932) desenvolveram outro teste precoce (conhecido como método HMM), que consiste em sangrias sucessivas de árvores de 3 a 4 anos de idade, pesando o látex produzido. Embora esse método quantitativo fosse mais confiável do que o Cramer ele também teve suas limitações (KUNEMAN, 1939). O método HMM foi subseqüentemente modificado para o teste de sangria em plantas de 2 a 3 anos de idade (TAN e SUBRAMANIAM, 1976), um dos métodos que vem sendo utilizado nos trabalhos de melhoramento do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira com bastante sucesso (GONÇALVES *et alii*, 1983).

MENDES (1971) descreveu um método de avaliação precoce de produção para plantas de poucos meses de idade utilizando uma faca apropriada; WAIDYANATHA e FERNANDO (1972) desenvolveram um método para estimar a capacidade de produção, utilizando tiras de papel de filtro presas ao caule das plantas e, um estilete, com o qual são feitos dois furos no caule. Entretanto os resultados publicados não são conclusivos para justificar sua utilidade na seleção precoce.

Tem sido conduzidas pesquisas de métodos indiretos de predição de produção. Estes incluem o uso de caracteres anatômicos, tais como sistema de vasos laticíferos na casca (HO, 1972, 1976, 1979; GONÇALVES, 1982, 1984); caracteres fisiológicos, como o índice de obstrução (HO, 1972, 1976) característicos bioquímicos, tais como hidrocarbonetos de borracha no pecíolo e folha (BOLLE - JONES, 1954), ácidos nucléicos (TUPY, 1969), óleo de cotilédone da semente (FERNANDO e da SILVA, 1971), pH (DINTINGER *et alii*); características químicas de elementos constituintes do látex tais como N, P, K, etc. (HO, 1976); e características morfológicas tais como nervuras foliares (AMAND, 1982) e número de estômatos (SENANAYAKE e SAMARANAYAKE, 1970). Entre estas variáveis, somente o índice de obstrução e o número de anéis de vasos laticíferos têm mostrado correlações significantes com produção de árvores adultas (HO, 1972, 1976, 1979; HUANG *et al.*, 1981; GONÇALVES, 1982).

Os resultados de investigações recentes obtidos pelos pesquisadores Malaios sobre a correlação entre caracteres de plantas jovens e produção de árvores adultas são mostrados no Quadro 2. HO (1976) observou uma alta correlação entre a produção de enxertos de 33 meses de idade e a produção de árvores adultas que os deram origem. Segundo o autor, com base apenas em produção de enxertos podemos seguramente selecionar clones produtivos. Por outro lado, embora existisse um aumento na magnitude de correlação quando produção e índice de obstrução eram associados, o aumento na eficiência da seleção foi

pequeno. Quando foi utilizada associação de três variáveis de enxertos jo vens tais como produção, índice de obstrução e número de vasos laticíferos, não houve qualquer eficiência na seleção. Segundo HO (1976), um fato notável nesse método de seleção combinada foi que um grupo de progênies na porção superior da média de produção, poderia ser facilmente identificada pela produção dos enxertos delas oriundos, servindo de critério para seleção.

Com base nessas informações o Centro Nacional de Pesquisa da Seringueira e Dendê tem adotado a prática de seleção em progênies de 2 a 3 anos de idade, baseada primariamente em produção através do teste HMM modificado, vindo em seguida as outras características tais como vigor, número de anéis laticíferos, resistência a doenças, etc. para em seguida serem testados em ensaios de pequena escala (GONÇALVES *et alii*, 1983).

Os "seedlings" selecionados são normalmente decapitados à altura de 1,5 m 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 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).

4.3.3.3. Seleção preliminar - 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 paternos dos clones em observação.

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

Quadro 2 - Correlações simples entre produção de cinco anos de árvores adulta e características de plantas jovens.

Produção de árvore adulta versus características juvenis	Idade das plantas (meses)	Coefficiente de correlação	Fonte
A. Clones			
Produção	33	0,57***(77) ^a	HO, 1972
	39	0,75***(26)	HO, 1979
	24	0,73***(26)	HO, 1979
Índice de produção	33	0,73***(21)	HO, 1979, 1976
Nº anéis de vasos laticíferos	33	0,25* (77)	HO, 1972
Índice de obstruções	56	-0,73***(21)	HO, 1972, 1976
B. Seedlings			
Produção	33	0,44* (20)	TAN, 1982
		0,52** (37)	TAN, 1982
		0,26** (125)	TAN, 1982
Índice de produção	33	0,42* (20)	TAN, 1982
		0,56***(37)	TAN, 1982
		0,34***(125)	TAN, 1982
Índice de obstrução	36	-0,44* (20)	TAN, 1982
		-0,56** (37)	TAN, 1982
Nº anéis de vasos laticíferos	36	0,27* (37)	TAN, 1982
Densidade de vasos laticíferos	36	0,41 (37)	TAN, 1982

Obs.: Índice de produção refere-se a relação produção/circunferência.

a: graus de liberdade dentro dos parêntesis.

*: significativo ao nível de 0,05 de probabilidade.

** : significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

***: significativo ao nível de 0,01 de probabilidade.

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

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

4.3.3.4. Seleção final - 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 são constituídos de clones promissores de outras instituições de pesquisa, quer sejam 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.

4.3.4. Encurtamento do ciclo de seleção

Melhoristas de *Hevea* da Malásia e Srihanka tem proposto encurtar o ciclo de seleção pela redução de estágios dos testes no ciclo de seleção , (SENANAYAKE & WIJEWANTHA, 1968; SUBRAMANIAM, 1980; TAN *et alii*, 1981) e pela redução do tempo de tomada de dados de produção (ONG, 1980). Algumas destas aproximações descritas abaixo já estão sendo implantadas no Brasil .

O encurtamento do ciclo de teste consiste em se selecionar acuradamente poucas das progênies de alta produção selecionadas no viveiro de cruzamento e em seguida testá-las diretamente em várias plantações comerciais , ignorando a fase de ensaio em pequena escala. O material selecionado é testado em duas parcelas (raramente uma) de cerca de 0,2 ha cada em vez de 3-5 parcelas (repetições) nos ensaios em grande escala. Materiais destes testes mostram resultados promissores após 5 anos de sangria, podendo ser recomendado em pequena escala para plantios comerciais. Este procedimento denominado "parcelas de promoção", resulta na economia de 10 anos comparada com o método convencional de teste (Figura 3). Na Malásia, este método foi conduzido pela primeira vez em 1972. Segundo TAN *et alii*, 1981, até então este novo método tem mostrado resultados promissores, mas deve haver uma certa cautela no que diz respeito à predição de produção com base nos resultados de produção dos "seedlings" do viveiro que foi selecionado.

Outra maneira de encurtar o ciclo é reduzir o período de tomada de dados durante o estágio inicial do ciclo de teste clonal. ONG (1980) , observou que foi possível utilizar dois anos de dados de produção de ensaio em pequena escala para selecionar todos os clones para o experimento em grande escala. Assim o autor concluiu que usando somente esses dados, a eficiência da seleção não seria afetada. Embora exista ainda a possibilidade de perder materiais, os quais poderiam produzir melhor no último estágio da vida econômica, essa aproximação é válida por capacitar o melhorista a economizar tempo e custo nos ensaios. Entretanto é interessante lembrar que embora as técnicas de encurtamento do ciclo de seleção sejam úteis para assegurar a liberação de novos cultivares (clones) em curto espaço de tempo, o método convencional ainda é considerado como o melhor para testar a performance clonal.

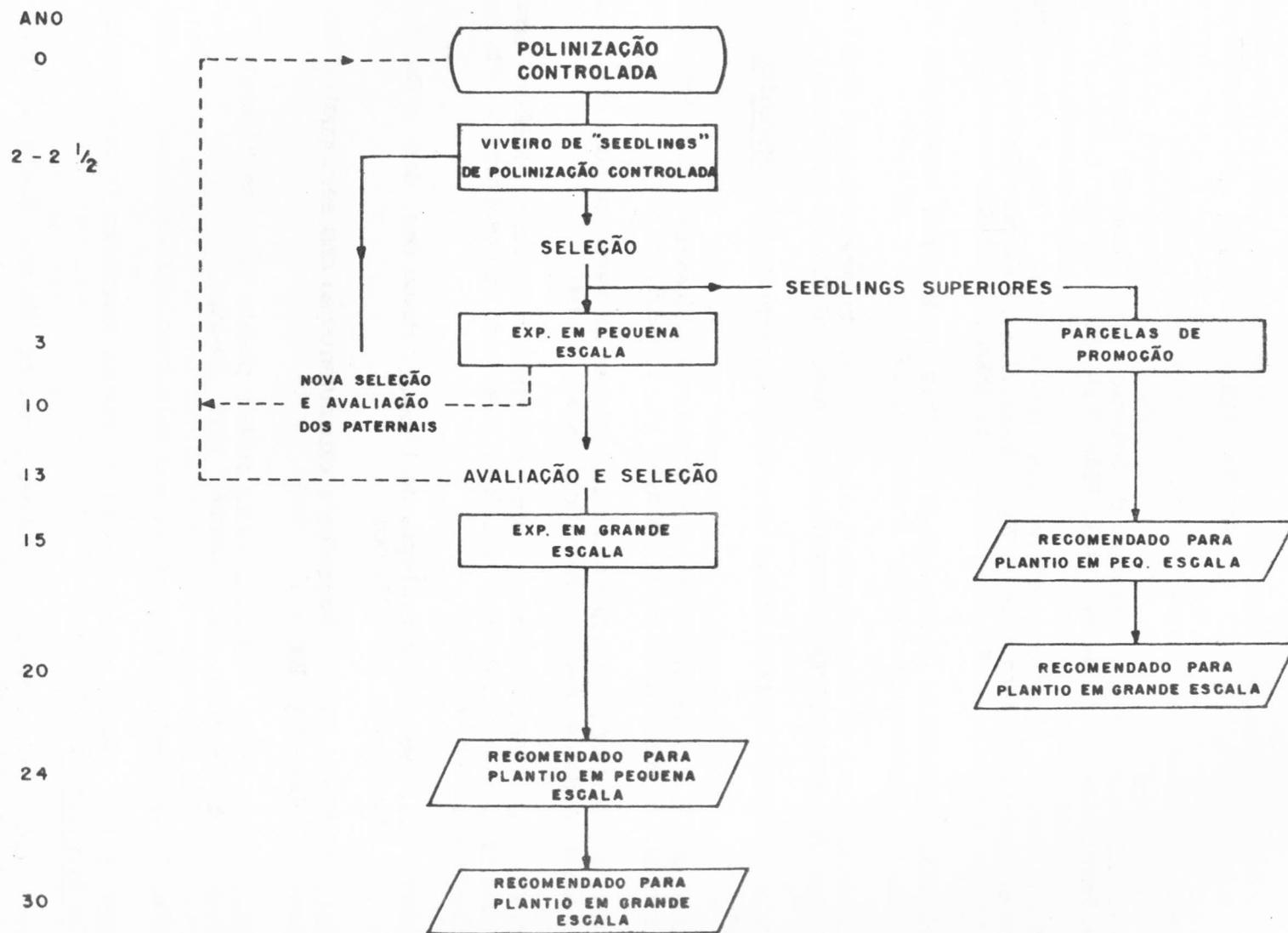


Figura 3 - Ciclo de melhoramento e seleção de *Hevea*.

LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, J.M. 1978. Segmento de botânica. In: Curso de Especialização em Heveicultura, 3. Belém. 1978. FCAP, p. 1-8..
- AMAND, H. 1962. Relations entre les productions des descendances generatives et vegetatives de *Hevea brasiliensis* et correlations avec un critere morphologique (Testam). Ser. Sci. INEAC, 98, 1-83.
- d'ANGREMOND, A. 1935. Avros *Hevea* selectis in de joren 1932, 1933, 1934. Arch. v.d. Rubbercult in Ned. Indie, 19, 137 p..
- BAHIA, D.B., 1971. Sistemática e distribuição do gênero *Hevea*. Cruz das Almas. BA. IPEAL (IPEAL, Comunicado Técnico, nº 23). 5 p..
- BALDWIN JUNIOR, T. 1947. *Hevea*, a first interpretation. Heredity, 38: 54-64.
- BOLLE-JONES, E.W., 1954. Nutrition of *H. brasiliensis* I. Experimental Methods. J. Rubb. Res. Inst. Malaya, 14, 183-208.
- BOUHARMONT, J. 1960. Recherches taxonomiques et caryologiques chez quelques especes du genere *Hevea*. Ser. Sci. INEAC, 85:64.
- BOUYCHOU, J.G. 1956. The origins of the Far - Coast Rubber tree I. Introduction and distribution. Rev. Gen. du Caoutchoucs. et des Plastiques. 40: 933-1001.
- BOUYCHOU, J.G. 1963. La biologie de l'*Hevea*. Revue Gen. des Caoutchoucs et des plastiques. 40: 933-1001.
- BRASIL, SUDHEVEA, 1971. Pesquisa e experimentação com seringueira. Rio de Janeiro, SUDHEVEA, 108 p..
- CRAMER, P.J.S. 1938. Grading young rubber plants with the "Testatex" knife. Proc. Rubb. Technol. Conf. London. 1938. 10-16p..
- CRAMER, P.J.S. 1941. Wild rubber and selection. Rubber Recueil. v.16.
- CRAMER, P.J.S. 1942. Oude vrienden en nieuwe Kennissen in den cultuurtuin. De Bergeult. 16, 134 p..
- EDGARD, A.T. 1937. Manual of rubber planting (Malaya) Kuala Lumpur. Incorporated Society of Planters, 147 p..



- DIJKMAN, M.J. 1951. *Hevea*, thirty years of research in the Far East Univ. of Miami Press. 329 p..
- DIJKMAN, M.J. 1938. Preliminary data on storage of *Hevea* pollen. Arch. v. d. Rubbercult., 22: 239-259.
- DINTINGER, J., NICOLAS, D. e NOUY, B. 1981. New early *Hevea* selection criteria: description and first results, Rev. Gen. Cabutch. nº 609,85-91.
- DUCKE, A. 1941. Revisão do gênero *Hevea*, principalmente das espécies brasileiras. Manaus, Departamento de Publicações do Estado do Amazonas, 42 p..
- DUCKE, A. e BLACK, G.A. 1954. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira. (Boletim Técnico do IAN nº 29) 62p..
- EHRET, M. 1948. Étude pour la selection de l'*Hevea* en Indochine. Cahiers I.R.C.I., 3: 13p..
- FERNANDO, D.M. e DE SILVA, M.S.C. 1971. A new basis for the selection of seedlings. Quart. J. Rubb. Res. Inst. Ceylon 48, 19-30.
- FERRAND, M. 1944. Phytotecnie de l'*Hevea brasiliensis*. Paris, 1944. 32Op.
- FEWERDA, F.P., 1969. Rubber Ed. Fewerda F.P. É F. Wit. Outline of perennial crop breeding in the tropic. H. Veenaman É Zonen N.V. Wargenin gen, 427 p..
- GEORGE, P.J. 1967. Observations on the floral biology of, and fruit set in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Rubb. Board Bulletin. (India) 9: 18-27.
- GOMES, J.I. 1981. Estudo anatômico do xilema secundário das espécies *Hevea* da Amazônia brasileira. Curitiba, U.F.Pr. 205 p. Tese de Mestrado.
- GONÇALVES, P. de S., 1979. Biologia Floral da seringueira. Apóstila do curso intensivo de heveicultura para Técnicos Agrícolas. CNPSD, EMBRAPA, 10 p..
- GONÇALVES, P. de S. 1982. Collection of *Hevea* materials from Rondonia Territory in Brazil. A preliminary study. Pesq. Agropec. Bras. 17(4):575-582.
- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R. de e ROSSETTI, A.G. 1964. Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas de alguns caracteres quantitativos em clones jovens de seringueira (*Hevea* spp.) Rev. Bras. de Gen. 7(1): 95-107.
- GONÇALVES, P. de S.; PAIVA, J.R. de É SOUZA, R.A. de, 1983. Retrospectiva e atualidade do melhoramento genético da seringueira (*Hevea* spp.) no Brasil e em países asiáticos. Série Documento. nº 2. CNPSD/EMBRAPA, 69 p..
- GRANTHAM, J., 1935. Research in the cultivation and preparation of raw rubber. Jour. Royal Society Arts. v. 83.

- Van der GRESSEN, E. e OSTENDORF, E.F.W., 1948. The oldest trees in Java. Chromica Natural, 104, 187.
- GUNNERY, H. 1935. Yield prediction in *Hevea*: a study of sieve - tube structure in relation to latex yield. J. Rubb. Res. Inst. Malaya 6(1): 8-20.
- HAMAKER, C.M. 1914. Plantwijdte en uitdunning bij *Hevea*. Praeadvier verslagen van het. Inst. Rubb. Confr., Batavia.
- Van HELL, W.P., W.P. 1950. A.V.R.O.S. *Hevea* selectie in de Jaren 1935-1941. Arch. v.d. Rubbercult. 27, 1.
- HO, C.Y. 1972. Investigations on shortening the generative cycle for yield improvement in *H. brasiliensis*. Master of Science. Thesis. Cornell University.
- HO, C.Y., 1976. Clonal characteres determining yield, of *Hevea brasiliensis*. Proc. Inst. Rubb. Conf., Kuala Lumpur, 1975. vol. II, 27-38.
- HO, C.Y. 1979. Contributions to improve the effectiveness of breeding, selection and planting recommendations of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. D. Sc. Thesis Univ. of Ghent, Belgium.
- HUANG, X.; WEI, L.; ZHAN, S.; CHEN, C.; ZHOU, Z.; YUEN, X.; GUO, Q. e LIN, J. 1981. A preliminary study of relations between latex vessel system of rubber leaf blade and yield prediction at nursey. Chinese J. Trop. Crops 2(1): 16-28,
- S'JACOB, J.C. 1931. Experiments on artificial self and cross pollination in *H. brasiliensis*, Arch. v.d. Rubbercult, 15:261.
- JENKINS É CHITTENDEN, 1940. Planting materials. Kuala Lumpur: Kyle Palmer Co..
- KUNEMAN, J.H. 1939. Een beschouwing over het Hamaker-Morris-Mann susem. De Bergcult 13(50): 1941-1947.
- MAAS, J.G.J.A. 1919. Floral biology of *Hevea brasiliensis* Arch Rubbercult, 3: 280-312.
- MAAS, J.G.J.A. 1934. Breeding of *Hevea brasiliensis* at the Government Agricultural Enterprises. Arch. v. d. Rubbercult, 18: 58:81
- MAAS, J.G.J.A. 1948. Selection of *Hevea* and its effect upon the yield to state plantations. Arch. v.d. Rubbercult. 26: 253-394.
- MAJUMDAR, S.K. 1966. Polen longevity studies in *Hevea brasiliensis* Transaction Kentucky Acad. of Sc. 27: 16-18.
- MAJUMDAR, S.K. 1964. Chromosome studies of some specie of *Hevea*. J. Rubb. Res. Inst. Malaya. Kuala Lumpur, 18: 269-75.

- MAJUMDAR, S.K., 1967. Male sterile clones in *Hevea brasiliensis*. Journ. of Botany, 45: 145-146.
- MANN, C.E.T. 1932. Selection and breeding. Early determination of yielding qualities of seedlings. In: Rubber Research Institute of Malaya. Botanical Division. Annual Report. 1931. Kuala Lumpur, 166, 8 p..
- MENDES, L.O.T. 1946. Investigações preliminares sobre a duplicação do número de cromossomos da seringueira pela ação da colchicina. B. Tec. Inst. Agron. Norte, Belém, (7): 1-60.
- MENDES, L.O.T. 1971. Poliploidização da seringueira: um novo teste para de terminação de capacidade de produção de seringueiras jovens. Polimeros, S.P. (1): 22-30.
- MORRIS, L.E. 1929. Field observations and experiments on the pollination of *Hevea brasiliensis*. Journ. RRI Malaya. 1: 41-49.
- MORRIS, L.E. 1932. Tapping experiments. 2. Test tapping young seedlings trees. In: Rubber Research Inst. of Malaya. Botanical Division. Annual Report, 1931. Kuala Lumpur p. 66-8.
- ONG, S.H. 1975. Chromosome morphology at the pachytene stage in *Hevea brasiliensis*: a preliminary report. In: International Rubber Conference. Kuala Lumpur Proceedings, v. 2 p. 3-12.
- ONG, S.H. 1980. Correlations between yield, girth and bork thickness of RRIM clones trials. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia, 29(1), 1-14.
- PARANJOTHY, K., 1981. Physiological aspects of wintering flower induction and fruit-set in *Hevea*. In RRIM (ed) *Hevea* breeding course. Lectures notes 1980. p. 1-12.
- PAX, F. É HOFFMANN, K. 1931. Euphorbiaceae in Engler und Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. ed. s.l., s.ed..
- PEE, T.Y., 1977. Social returns from rubber research in Peninsular Malaysia. Dissertation for Ph.D. Degree, Michigan State Univ. 200 p..
- PERRY, B.A. 1943. Chromosome number and phylogenetic relationships in the Euphorbiaceae. Amer. J. Bot., Colombo, 30: 527-43.
- PINHEIRO, F.S.V., 1981. Melhoramento genético da seringueira IX Curso de Especialização em Heveicultura MEC/FCAP-Convênio SUDHEVEA/FCAP, novembro 64p..
- PIRES, J.M. 1973. Revisão do gênero *Hevea*, descrição das espécies e distribuição geográfica. In: Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, Belém, PA. Relatório Anual Junho/1972-Julho/1973. Projeto Botânica. Subprojeto - Revisão do gênero *Hevea*. Belém SUDHEVEA/DNPEA/IPEAN, 6-66p..

- PIRES, J.M. 1981. Notas de Herbório I. (*Hevea camargoana* n.sp.) Bol. Mus. Paranaense Emilio Goeldi. Série (Botânica), Belém, (52):1-11.
- RAMAER, H. 1935. Cytology in *Hevea*. Genética, 17: 193-236.
- RAO, A.N. 1972. Periodic changes in the cambial activity of *Hevea brasiliensis*. J. Indian Bot. Soc. 51, 13 p..
- ROSS, J.M. , 1960. Observations on the 1959 hand pollination programme at the Rubber Research Institute of Malaya. Proc. Nat. Rubber Research Res. Conf. Kuala Lumpur, 392-408.
- SEIBERT, R.J. 1947. A study of *Hevea* in the Republic of Peru. Ann. Mo. Garden. 34: 261-352.
- SCHULTES, R.E. 1970. The history of taxonomic studies in *Hevea*. Bot. Rev. 36(3): 197-276.
- SCHULTES, R.E. 1977. Wild *Hevea* : An untapped source of germ plasm. J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka, 54(1): 227-57.
- SCHWEIZER, J., 1941. *Hevea* plantmaterial in Besoeki. De Bergcult. 15 , 598 p.
- SENANAYAKE, Y.D.A. e SAMARANAYAKE, P. 1970. Intraespecific variation of stomatal density in *H. brasiliensis* Muell. Arg. Quart. J. Rubb. Res. Inst. Ceylon, 46:61-68.
- SENANAYAKE, Y.D.A. È WIJEWANTHA, R.T. 1968. Synthesis of *Hevea* cultivars: A new approach. Quart J. Rubb. Res. Inst. Ceylon, 44, 16-26.
- SUBRAMANIAN, S. Outline of *Hevea* breeding and its objective. In. RRIM *hevea* breeding course. Kaula Lumpur, RRIM 1980. p. 1-8 (Lecture notes).
- SUMMERS, F. 1930. Improvement of yield in *Hevea brasiliensis*. Shangai : Kelly and Walsh.
- TAN, H. 1981. Estimates of genetic parameters and their implication in breeding. 3rd Inst. Congr. SABRAO, Kuala Lumpur, 1981.
- TAN, H. 1982. Current status an strategie in *Hevea* breeding 8th Long Ashton Symposium Bristol, England, 12-15, Sept. 1982.
- TAN, H. È SUBRAMANIAM, S. 1976. Combining ability analysis of certain characters of young seedlings. Proc. Inst. Rubb. Conf. 1975. Kuala Lumpur, vol. II, 13-26.
- TOWNSEND JUNIOR, C.H.T. 1961. Desenvolvimento de clones superiores de *hevea* no Brasil. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Produção Vegetal. 1961. 18p..

- TUPY, J. 1969. Nucleic acids in latex and the production of rubber in *Hevea brasiliensis*. J. Rubb. Res. Inst. Malaya, 21(4): 468-476.
- VALOIS, A.C.C. 1978. Melhoramento genético da seringueira. In: EMBRAPA/CNPQSD/FCAP. Curso de especialização em heveicultura, 3. Belém, 24 p..
- WALDIYANATHA, U.P. de S. É FERNANDO, D.M. 1972. Studies on a technique of microtapping for the estimation of yield in nurse seedlings of *Hevea brasiliensis*. Quart. J. Rubb. Res. Inst. Ceylon, 49: 6-12.
- WARMKE, H.E., 1951. Studies on pollination of *Hevea brasiliensis* in Puerto Rico. Science, 113: 646-48.
- WARMKE, H.E. 1952. Studies on natural pollination of *Hevea brasiliensis* in Brazil, Science, 116: 474-475.
- WHITBY, G.S., 1919. Variation in *Hevea brasiliensis*. Ann. Bot. 33, 313p.
- WITMORE, T.C., 1975. Tropical rain forests of the Far East. Oxford Univ. Press. London. 320 p..
- WYCHERLEY, P.R. 1977. The genus *Hevea*. In: Workshop on international collaboration *Hevea* breeding and the collection and establishment of materials from the neotropic. 12-16, april, 1977. Kuala Lumpur, 12p..