

ORIGEM, VARIABILIDADE E DOMESTICAÇÃO DA HEVEA; UMA REVISÃO¹

PAULO DE SOUZA GONÇALVES², MÁRIO CARDOSO³ e ALTINO ALDO ORTOLANI⁴

RESUMO - O objetivo da presente revisão é mostrar a domesticação da *Hevea brasiliensis* envolvendo as seguintes etapas: 1) Condução das sementes do estado do Pará ao Jardim Botânico de Kew na Inglaterra por Wickham, sem qualquer evidência de *Microcyclus ulei*. 2) Desenvolvimento de um novo método de sangria por Ridley. 3) Propagação assexuada através da enxertia. 4) Aumento da produção e da resistência ao mal-das-folhas causado pelo *Microcyclus ulei* através do melhoramento genético e 5) Uso de estimulantes no painel de sangria. São mostrados também os principais caracteres botânicos, área de ocorrência e variabilidade fenotípica das espécies, no centro de diversidade genética, localizado nas proximidades do rio Negro, confluência com o rio Amazonas, nas imediações da Colômbia, onde são encontradas sete espécies do gênero.

Termos para indexação: *Hevea* spp., variabilidade fenotípica, botânica, centro de diversidade genética.

ORIGIN, VARIABILITY AND DOMESTICATION OF HEVEA - A REVIEW

ABSTRACT - The objective of this review is to point out the rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arq.) domestication including the following steps: 1) Transference of the seeds by Wickham from Amazon to Kew, England, free from South American leaf blight (SALB) caused by *Microcyclus ulei*. 2) Development of a better tapping method by Ridley. 3) Vegetative propagation by bud grafting. 4) Yield increases and resistance to SALB from genetic improvements and 5) Use of chemical yield stimulants on the tapping panel. In addition the botany characters, area of occurrence and phenotypic variability of the species are pointed out in the center of genetic diversity near Negro river and tributaries from its confluence with the Amazon river into Colombia where seven species abound.

Index terms: *Hevea* spp, phenotypic variability, botany, distribution, center of genetic diversity.

¹ Aceito para publicação em 18 de fevereiro de 1989.

² Eng. - Agr., Dr., EMBRAPA/CNPDA comissionado no programa de seringueira da Divisão de Plantas Industriais (DPI), do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13001 Campinas, SP.

³ Eng. - Agr., Programa de Seringueira da DPI/IAC.

⁴ Eng. - Agr., Dr., Seção de Agroclimatologia da Divisão de Atividades Básicas/IAC.

INTRODUÇÃO

A domesticação de plantas envolve fatores carentes de informações diretas. Muitas de nossas plantas mais úteis tiveram origem há muito tempo, ignorando-se sua origem geográfica exata ou as plantas que as originaram. Nos últimos anos, evidências têm sido mostradas neste sentido, através de prospecções, da citologia, da sistemática e da arqueologia. Informações considerando a origem das plantas domesticadas estão além do interesse acadêmico, pela sua importância no melhoramento de plantas.

A seringueira, *Hevea brasiliensis* (Willd. ex-Adr. de Juss) Mueller-Agroviensis, ao contrário da maioria das plantas cultivadas, é uma espécie que está sendo domesticada num mundo moderno, em razão de ser uma das maiores fontes produtoras de borracha vegetal. Sua história é tão curta que quase não mudou o seu aspecto de árvore nativa encontrada na Amazônia.

Sua grande importância decorre da influência que a borracha veio a exercer sobre a civilização, chegando mesmo a caracterizar uma época denominada de "ciclo da borracha", cujo início data de logo após o descobrimento da América.

O látex produzido pela árvore é uma suspensão aquosa contendo 30% a 40% de sólidos em forma de partículas de borracha visíveis somente em ultramicroscópio. Única entre os produtos naturais, a borracha natural combina elasticidade, plasticidade, resistência ao desgaste (fricção), propriedades de isolamento elétrico e impermeabilidade para líquidos e gases. Seu valor econômico tem exercido uma influência profunda na civilização moderna.

Considerando o exposto, a presente revisão pretende mostrar aspectos relacionados com a origem, caracteres taxonômicos e áreas de ocorrência geográfica do gênero. Nela incluem-se também aspectos da variabilidade natural encontrada no centro de diversidade genética do gênero, bem como as etapas de sua domesticação após sua introdução no sudeste asiático.

A DESCOBERTA

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

Antonio de Herrera, historiador da Espanha Imperial de Carlos V, relatou que Colombo, no curso de sua viagem, observou nativos do Haiti brincando com bolas feitas de borracha de algumas árvores (Wilson 1943). Cronistas espanhóis referiram-se a elas em 1525 (Pietro d'Anghiera) e em 1529 (Sahagur: "História Geral dos produtos da nova Espanha") ao descrever particularidades dos grupos indígenas do México (Reis 1953). Na Amazônia, ela foi mencionada pelo jesuíta Samuel Fritz e pelo frei carmelita Manoel de Esperança, entre os índios Camibebas ou Omáguas (Wisniewski 1978).

Em 1776, 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, falou de uma árvore encontrada na província de Esmeraldas, no Equador, que os nativos chamavam Hhevé, de onde extraíam uma resina branca com que faziam archotes para iluminação (Wilson 1943).

Em 1743, La Condamine escreveu (Relation abrangée d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique Méridionale) a propósito de uma árvore que os nativos de Quito e das margens do Marañon chamavam cau-chu (que significa "pau-que-dá-leite"). Do látex dessa planta, fabricavam uma goma que usavam para fazer garrafas, caçados, bolsas, bolas e bombas ou seringas (daí a designação em português), objetos esses que chamavam a atenção pela sua impermeabilidade e elasticidade (Reis 1953, Batista 1976).

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

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 o apoio de La Condamine, relatou à mesma Academia os resultados de seus estudos, cabendo aos botânicos Fusée Aublet descrever o gênero *Hevea*, e dentro deste, a espécie *Hevea guianensis*. A espécie foi originalmente descrita por ele como *Hevea peruviana* na primeira edição de seu trabalho intitulado: "História das Plantas da Guiana Francesa", publicado em 1775 (Wycherley 1976).

Anos mais tarde, em 1779, Richard, citado por Brasil (1971), propôs a substituição do nome genérico *Hevea* para *Siphonia* por ser ele formado pela latinização de *Heve*, nome indígena do Equador. Vários autores chegaram a adotar esta transformação por algum tempo. Entretanto, pelo fato de *Siphonia* não estar de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura, o nome *Hevea* passou a ser utilizado pela maioria dos botânicos modernos.

Um dos botânicos a utilizar o gênero *Hevea* como *Siphonia* foi Jussieu, que em 1924 publicou o binômio *Siphonia brasiliensis*, sob a autoria de Willdenow, com base em alguns desenhos diagnosticados de uma coleção feita por Seibert, provavelmente do baixo Amazonas (Brasil 1971). Esta segunda espécie, cujo nome atualizado é *Hevea brasiliensis* (Willd. ex-Adr. de Juss.) Mueller-Argoviensis, referia-se à nossa seringueira verdadeira.

Por volta de 1850, cinco espécies novas de *Hevea* foram propostas por Bentham, e outra, reconhecida por Spruce, todas com base no material coletado no Brasil por Richard Spruce. De maneira ampla, os autores que trataram do gênero foram Aublet, Baillon, Bentham, Hamsley, Mueller-Argoviensis, Pax, Huber, e, entre os mais modernos, Ducke, Schultes, Seibert e Pires.

Segundo Schultes (1977a, b), 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 diversas 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 Adolfo Ducke.

Atualmente, sabe-se que a seringueira ocorre por toda a bacia amazônica e em partes do Mato Grosso, alto Orenoco e Guianas (Schultes 1970). No Brasil, são conhecidas onze espécies (Gonçalves et al. 1973), enquanto na Ásia, somente nove (Wycherley 1976). As onze espécies conhecidas no Brasil são: *Hevea guianensis* Aublet, *Hevea benthamiana* Mueller-Argoviensis, *Hevea brasiliensis* (Willd., ex-Adr. de Juss.) Mueller-Argoviensis, *Hevea pauciflora* (Spruce, ex-Benth), *Hevea nitida* Mart. ex.-Mueller-Argoviensis, *Hevea spruceana* (Benth.), *Hevea paludosa* Ule Jahrb., *Hevea rigidifolia* (Spruce ex.-Benth.) Mueller-Argoviensis, *Hevea camporum* Ducke e *Hevea camargoana* Pires. Dessas, somente *H. brasiliensis* e *H. guianensis* produzem látex comercialmente aceitável (Gomes 1981).

O GÊNERO HEVEA

O gênero *Hevea* é um membro da família Euphorbiaceae, e compreende onze espécies, das quais *H. brasiliensis* é a única plantada comercialmente.

Área de origem

O gênero é mais característico que qualquer outro para a Amazônia, pois os limites dessa região coincidem com a distribuição geográfica do referido gênero (Ducke, 1941). As espécies do gênero ocorrem em uma área abrangendo a bacia amazônica por inteiro, estendendo-se em direção ao sul da Bolívia oriental subandina, e ao norte até a alta bacia do rio Orenoco e o baixo Essequibó. Essa grande área cobre parte do Brasil, Bolívia, Peru, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana Francesa, Suriname e Guiana (Fig. 1).

No Brasil, a área de distribuição geográfica do gênero abrange os estados do Amazonas, Pará, Acre, Roraima e Amapá, até o meridiano 46° a noroeste do estado do Maranhão, norte do estado do Mato Grosso e Rondônia (Ducke & Black 1954).

A distribuição natural do gênero segundo Webster & Paardekooper (1989) está situada em regiões geográficas com predominância de três tipos climáticos representados na Fig. 2.

1. O equatorial superúmido (Af) tem sua grande área de domínio na Amazônia ocidental, desde as cabeceiras dos rios Negro, Japurá, Solimões e Juruá, até as proximidades de Manaus. Nessas regiões, com chuvas anuais entre 2.000 mm a 3.500 mm, registra-se o menor número de horas de brilho solar, compreendido entre 1.400 a 2.000 horas anuais. Os valores médios mensais de umidade relativa do ar normalmente são superiores a 85%, resultando em frequência praticamente constante de dias com molhamento foliar, favoráveis aos surtos epidêmicos de doenças foliares.

No lado oriental, o clima Af abrange o baixo Tocantins, próximo a Belém, e parte do território do Amapá. Em suas várias sub-regiões são observadas temperaturas médias entre 24 e 27°C, extremos entre 19 e 23°C, destacando-se pequena amplitude diária e a condição isotérmica ao longo do ano.

2. O tipo climático Equatorial Úmido (Am), com pequena estação seca, predomina ao longo do rio Amazonas desde Manaus até Macapá, com penetrações ao longo da margem esquerda do rio Negro, do médio e baixo Tapajós, até as cabeceiras do rio Madeira. Em geral, correspondem a grandes áreas de transição entre os tipos Af (superúmido constante) e o Am

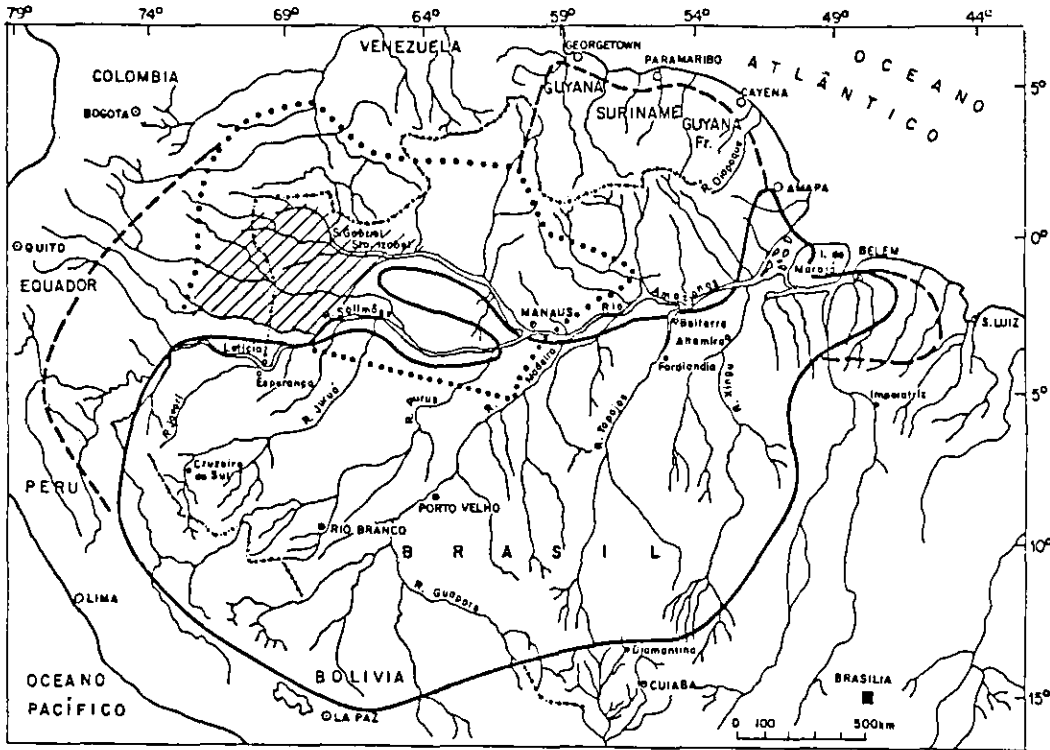


FIG. 1. A bacia amazônica mostrando a distribuição da *Hevea brasiliensis* e outras *Hevea* spp. (Fonte: COMPAGNON 1986).

- Gênero *Hevea*
- *Hevea brasiliensis*
- *Hevea benthamiana*
- ▨▨▨▨▨ Centro de diversidade genética
- Fronteira do Brasil

(Tropical). As temperaturas médias anuais situam-se entre 23 e 27°C, e extremos médios anuais de 18 a 23°C e 29 a 32°C. As chuvas anuais variam entre 2.000 mm a 2.500 mm, com trimestre mais seco de junho a agosto, acima da latitude 4°S. Ao norte da linha equatorial, esse período mais seco abrange os meses de outubro a janeiro. Apesar dessa estação seca, a tensão de vapor permanece elevada, com valores mensais médios de umidade relativa superior a 80%.

3. O tipo tropical (Aw), com área de domínio da *Hevea brasiliensis*, e ocorrendo no sul da bacia amazônica, caracteriza-se por apresentar duas estações distintas: uma, com baixas precipitações, de maio a setembro; e outra, com excedentes hídricos, especialmente de dezembro a março. Envolve os limites da bacia amazônica desde o oeste dos Andes, parte do Mato Grosso e áreas limítrofes com o Planalto Central. A maior parte da região se enquadra no tipo climático Aw, com chuvas anuais entre 1.500 mm e 2.000 mm. As amplitudes térmicas médias das máximas e das mínimas são de 27 a 32°C e de 16 a 20°C, respectivamente.

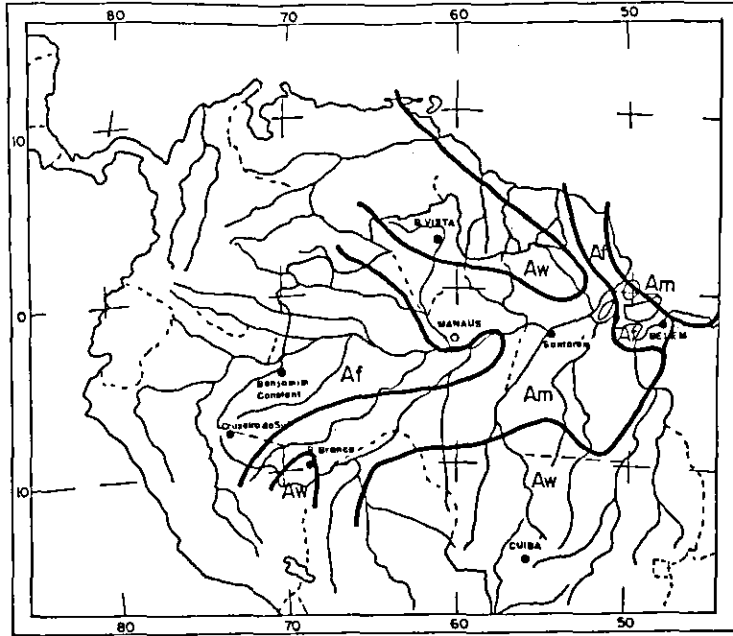


FIG. 2. Tipos climáticos, predominantes na região de origem do gênero *Hevea*, segundo Köppen. (Modificado de BRASIL-SUDAM 1984).

Ortolani et al. (1983), Ortolani (1986) mapearam gradientes desde superumidade constante na Amazônia ocidental, passando por deficiências hídricas anuais de 100, 200 e 300 mm, identificadas como AM₁, AM₂, AM₃ e AM₄, respectivamente. Durante o reenfolhamento, os teores mensais da unidade relativa do ar são variáveis desde 65% até 85%.

Segundo Bastos, citado por Diniz (1987), a distribuição da duração do brilho solar na bacia amazônica varia entre 1.400 e 2.500 horas, e as estimativas da distribuição da radiação solar global anual indicam valores médios entre 8,4 $Mj.m^{-2} \cdot dia^{-1}$ e 1,2 $Mj.M^{-2} \cdot dia^{-1}$, e médias mensais entre 7,2 $Mj.m^{-2} \cdot dia^{-1}$ e 12,6 $Mj.m^{-2} \cdot dia^{-1}$.

Caracteres comuns ao gênero

Todas as espécies examinadas são diplóides, com $2n = 36$ cromossomos (Majunder 1964, Ong 1979), podendo, todas elas, ser cruzadas inter-especificamente por polinizações artificiais. Geralmente elas se apresentam como árvores ou arbustos, não existindo qualquer representante escandente no gênero. As árvores são medianas até muito grandes, sendo que as maiores representantes pertencem a *H. guianensis* e *Hevea brasiliensis*, que podem atingir até 50 metros de altura e 1,5 m de diâmetro (Gonçalves 1978, 1979). Em contraste com a presença de grandes árvores, as espécies *Hevea camargoana* e *Hevea camporum* são relatadas como possuidoras de porte baixo e arbustivo. A primeira, não ultrapassa a três metros de altura; foi coletada na Ilha de Marajó e introduzida no Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê por Paiva (1977); e a segunda, coletada por

Teixeira (1984), é um arbusto de 1 a 1,5 m de altura, crescendo em moitas e vegetando em campos naturais do sudeste do estado do Amazonas.

O comportamento das árvores no que diz respeito ao formato do tronco pode sofrer variações em decorrência do tipo de ambiente. Segundo Seibert (1947), nesse particular, uma peculiaridade de se notar é a eventual presença de troncos ventricosos na base, o que ocorre mais freqüentemente com *Hevea spruceana* e *Hevea microphylla*, quando estão localizadas em igapós ou pântanos muito encharcados. Por esta razão, estas duas espécies são, às vezes, designadas vulgarmente por "seringa barriguda" (Brasil 1971).

O sistema de esgalhamento do gênero é composto de um eixo principal proeminentemente erecto, do qual surge um sistema simétrico de galhos secundários. Em condições de floresta, observa-se esgalhamento da copa na metade ou no terço superior da árvore.

A estrutura geral da folha é uniforme em todo o gênero. As folhas são trifoliadas com pecíolos longos, apresentando nectários nas extremidades, no ângulo de inserção dos três folíolos.

A filotaxia, determinada há muito tempo por Ostendorf & Ramaer (1931), mostra que a disposição das folhas é espiralada, e elas são distribuídas em fluxos, divergindo em um ângulo normalmente de 138° (2/5), ou, ocasionalmente, em 103° (2/7), parecendo ser uma condição de variabilidade de todo o gênero.

Em uma mesma inflorescência são encontradas tanto flores masculinas como femininas, estando estas últimas localizadas nas extremidades dos principais ramos da panícula.

As flores de ambos os sexos são apétalas e possuem um cálice com cinco lobos que surgem em um disco basal de cinco glândulas. As masculinas têm cinco a dez estames com filetes unidos em uma coluna e anteras sésseis. As femininas têm ovário trilobular e um óvulo por lóculo.

O fruto é uma cápsula trilobular, normalmente contendo três sementes (Fig. 3). Todas as espécies, exceto *Hevea spruceana* e *Hevea microphylla*, possuem deiscência explosiva e apresentam látex em todas as partes da planta.

Caracteres taxonômicos de ocorrência geográfica das espécies

Vários botânicos têm descrito a morfologia e local de ocorrência das espécies em grande número de trabalhos publicados, abrangendo as onze espécies até então conhecidas. É com base na literatura desses botânicos que são feitas, a seguir, descrições da morfologia e local de ocorrência das espécies.

Hevea benthamiana Muell. Arg: É uma das espécies mais distintas do gênero. Os folíolos apresentam pubescência marrom-avermelhada na face ventral. As folhas são horizontais ou ligeiramente reclinadas quando maduras, caducas antes do aparecimento das inflorescências, existindo pouca variabilidade para muitos caracteres dentro dos membros dessa espécie no seu hábitat (Polhamat 1962). São árvores de tamanho médio, podendo às vezes, alcançar alturas superiores a 25 m. Sua distribuição natural se interpõe com a *H. brasiliensis*, em uma pequena área no este da cidade de Manaus, onde são encontrados híbridos naturais. Segundo Ducke & Black (1954), sua ocorrência está circunscrita ao extremo norte do Pará (alto Trombetas e Nhamundá), e norte do estado do Amazonas para oeste, até

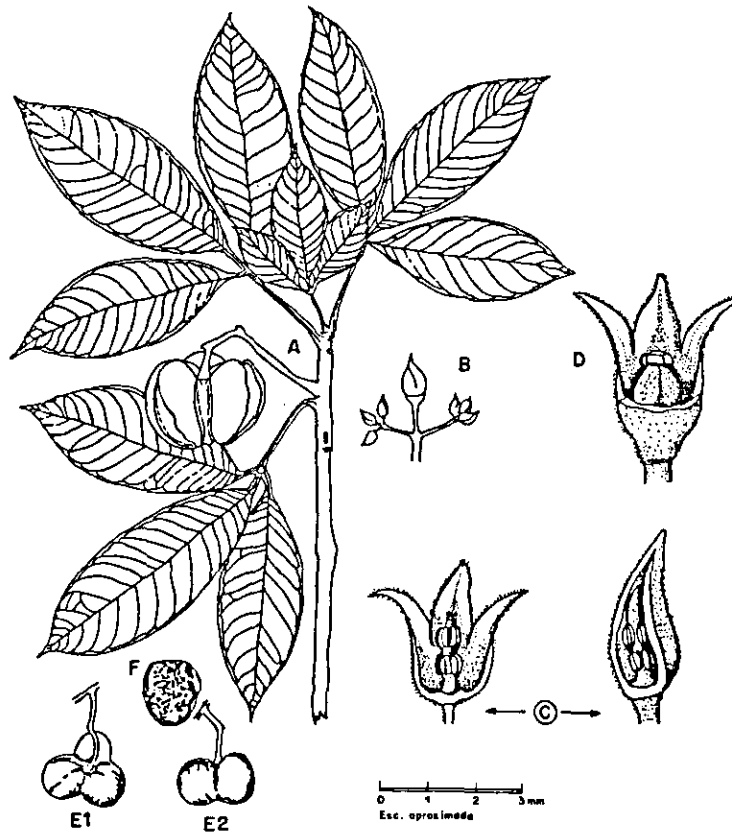


FIG. 3. *Hevea brasiliensis*. A, galho com fruto deiscente. B, extremidade de um ramo lateral de um racemo; C, flor masculina (parte do perianto distinto); D, flor feminina na seção longitudinal; E1, E2, frutos. F, semente. (Modificado de Pursglove 1968 e Compagnon 1986).

os afluentes meridionais do rio Madeira (Araúá, afluente do baixo Aripuanã).

Hevea brasiliensis (Willd. ex-A. Juss.). Muell. Arg: Árvore de porte ereto, casca normalmente cinza e moderadamente macia. É a espécie mais alta do gênero. No seu habitat natural, as árvores vão além de 40 metros de altura e apresentam uma sobrevivência superior a 100 anos. Em plantios comerciais, raramente excede 25 metros de altura, em função da redução de crescimento pela sangria. As inflorescências nascem nas axilas das folhas basais do novo ramo que surge após a senescência. As flores normalmente duram cerca de duas semanas, em qualquer árvore. Algumas flores masculinas abrem primeiro, durante cerca de um dia, enquanto que as flores femininas duram de três a quatro dias. Segundo (Webster & Paardekooper (1989), existe uma protandria incompleta com grande quantidade de polinização cruzada em plantações comerciais, e a fertilização se completa dentro de 24 horas, após a polinização (Majunder 1964). O fruto alcança o seu tamanho máximo em cerca de 12 semanas, e o endocarpo torna-se le-

nhoso em cerca de 16 semanas. A espécie ocorre em todo o estuário sul do rio Amazonas e nas regiões de fronteiras do Brasil com Equador, Peru e Bolívia, vales dos rios Tapajós e Xingu, limites de dispersão do gênero (Fig. 1). No norte da bacia amazônica ela é encontrada em uma pequena área no oeste da cidade de Manaus, enquanto Ducke (1946) observou a espécie fora do vale amazônico no estado de Mato Grosso. Segundo Bahia (1971), no baixo Amazonas ela vegeta em regiões periodicamente inundadas. Porém no Mato Grosso e em Madre de Dios, no Peru, a maior parte é encontrada em solos de terra firme, alcançando uma altura de 40 metros.

Segundo Schultes (1956), dado o pouco conhecimento da espécie, alguns pesquisadores chegaram a pensar que a *Hevea brasiliensis* seria a espécie de maior variabilidade morfológica, o que não é verdade, e, segundo o autor, a *Hevea brasiliensis* apresenta menor variabilidade do que a maioria das espécies.

Hevea camargoana Pires: É uma árvore de pequeno porte. As bases das flores masculinas e femininas possuem coloração avermelhada. Produtora de pouca quantidade de látex, existe evidência de hibridação interespecífica com *Hevea brasiliensis*, que vegeta nas proximidades da mesma área da *H. camargoana* (Pires 1981). É possível que esse fato seja o responsável pelo aparecimento de indivíduos entre 2 e 20 m de altura. Ocorre nas regiões de savanas (campos cobertos) da Ilha de Marajó, porém localiza-se não propriamente no campo, e sim, nas matas ciliares que ladeiam igarapés pantanosos. Paiva (1977) detectou sua ocorrência nas proximidades de Vila de Joanes, município de Salvaterra, ilha de Marajó, estado do Pará.

Hevea camporum Ducke: É uma espécie de pequeno porte. Sua altura não alcança 2,0 m e produz pouco látex. Segundo Pires (1981), é encontrada no sudeste do estado do Amazonas, município de Manicoré, bacia do rio Madeira, e no estado do Pará, no rio Cururu, afluente da margem esquerda do alto Tapajós, campos do Erereri (Egler & Pires 1961). Teixeira (1984) detectou sua ocorrência no km 250 da BR 230 (rodovia Transamazônica, no sentido de Humaitá, no estado de Amazonas, a Jacaré-a-Canga no estado do Pará.

Hevea guianensis Aublet: É a espécie que, como um todo, encontra-se em quase toda a amplitude geográfica do gênero, até uma altitude de 1.100 m, e apresentando muita variabilidade morfológica. Segundo Schultes (1956), dada a sua amplitude de distribuição e variabilidade, é possível que a *H. guianensis* seja uma das mais primitivas espécies do gênero, e por essa razão apresenta-se com um complexo de ecótipos de variedades ecológicas cujo conhecimento ainda está muito longe de ser satisfatório.

Geralmente são árvores grandes que alcançam altura de 25 a 30 m. Tronco cilíndrico geralmente sem galhos até a metade de seu comprimento, e uma copa compacta. É a única espécie que possui folhas maduras direcionadas para cima. Seus folíolos são ovalados, e a maior parte persiste até o aparecimento da inflorescência. Produz uma pequena quantidade de látex de coloração amarela, e a borracha produzida é de qualidade inferior. Dentro da espécie, Schultes (1977a, b) considera as variedades *Hevea guianensis* Aublet var. *lutea* (Spruce ex-Benth.) Ducke e R.E. Schultes como semelhantes à descrita acima, sendo geralmente de menor porte, tendo folíolos lanceolados, os quais são freqüentemente pubescentes ao longo da nervura, e *Hevea guianensis* Aublet var. *marginata* (Ducke) Ducke, que é uma árvore menor do que as duas anteriores e com folíolos proeminentes, emarginados.

Hevea microphylla Ule: É uma árvore que cresce acima de 18 m, com tronco pequeno e ligeiramente inflado na base. Possui a casca avermelhada, copa rala, e sua senescência ocorre antes do aparecimento das inflorescências. A flor feminina possui receptáculo saliente, o qual é diferente em outras espécies. O látex, aquoso e branco, possui pouca borracha. Segundo Brasil (1971), a área de ocorrência vai do médio rio Negro ao Cassitiare, na Venezuela, não sendo conhecida em outra região. Vegeta nos igapós permanentemente alagados, sendo muito comum na região de Barcelos, no estado do Amazonas.

Hevea nitida Mart. ex-Muell.-Arg.: É uma árvore que apresenta como caracteres principais os folíolos verdes e brilhantes na face inferior, sem papilas escamosas, botões masculinos obtusos, sépalas com ponta calosa, ovário glabro, e disco presente. Ocorre principalmente no alto rio Negro entre as bacias dos afluentes Uaupés e Içana, até o Trapézio colombiano e Amazônia peruana. Segundo Pires (1973), ela pouco ultrapassa a margem direita do rio Amazonas, chegando até o baixo Madeira, no município de Borba.

Hevea paludosa Ule: é conhecida unicamente pela coleção tipológica nas áreas pantanosas das vizinhanças de Iquitos, no Peru (Pires 1973). Como espécie definida, ainda restam dúvidas. Segundo Brasil (1971), é possível que essa espécie seja um híbrido natural de *H. pauciflora* x *H. benthamiana* ou de *H. pauciflora* e *H. guianensis*. Difere de *H. pauciflora*, pelos botões acuminados, pelo ovário piloso, e de *H. benthamiana* pelos folíolos e os dois verticilos de anteras. Da *H. guianensis* difere pela presença do disco, pilosidade interna do cálice, e pelos verticilos de anteras.

Hevea pauciflora (Spruce ex-Benth.) Muell.-Arg.: É admitido por vários autores a existência da variedade *coriacea*, que teria as seguintes sinônimas: *H. pauciflora* var. *coriacea* Ducke, *H. confusa* Hemsley, *H. minor* Hemsley ou *H. humilior* Ducke (Brasil 1971). Os caracteres principais são botões mais ou menos obtusos, sépalas com ponta calosa, dois verticilos de anteras; disco presente; ovário glabro; folhas presentes abaixo da inflorescência, pertencentes à última e penúltima brotações; as árvores não se desfolham de uma só vez. Segundo Pires (1973), a espécie é encontrada numa área muito ampla, mas sempre ocupando manchas muito restritas aqui e acolá, nas partes norte e oeste da Hiléia. Ela pode ser encontrada nas terras altas do rio Negro, oeste de Solimões, rio Essequibó, o afluente Mazusie, e o confluente Potaro (Bahia 1971).

Hevea rigidifolia (Spruce ex-Benth.) Muell.-Arg.: Árvore de porte médio, cujos caracteres principais são as folhas coriáceas, rijas e reflexas, com a ponta dos folíolos voltada para baixo. Apresenta a flor com botões e cálice acuminados, geralmente com a ponta torcida; ovário glabro; folhas da penúltima brotação presentes abaixo da roseta florífera. Segundo Webster & Paardekooper (1989), é uma espécie rara, encontrada em terra firme da alta bacia do rio Negro.

Hevea spruceana (Benth. Muell.-Arg. Sin. *H. discolor* (Spruce ex-Benth.) Muell.-Arg.: Árvore com a base do tronco dilatada, folíolos cinzentos; cálice com base vermelho-arroxeadado semelhante à *H. camargoana*. As flores desta espécie contrastam com as flores das outras espécies do gênero, que são verdes ou amarelas. Os frutos e as sementes são as maiores do gênero. Vivem em terrenos pantanosos (Igapós), tendo o tronco robusto e dilatado na base (seringa barriguda). Segundo Pires (1973), 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 espécie de terrenos pantanosos, sua distribuição acompanha as matas de várzeas ou de igarapós, que correspondem à planície de alagação do rio Solimões e seus afluentes.

CENTRO DE DIVERSIDADE GENÉTICA

O centro primário de diversidade genética do gênero *Hevea* é o rio Negro (Fig. 1), na confluência com o rio Amazonas (Wycherley 1977), não obstante as espécies *H. brasiliensis*, *H. spruceana* e *Hevea nitida* estarem na extremidade do centro e as espécies *H. camporum* e *H. camargoana* estarem ausentes. Naturalmente, ocorrem, nessa região, híbridos putativos, que representam a maior parte das combinações das espécies existentes, em consequência de sobreposição da amplitude geográfica de uma ou mais espécies. Essas sobreposições induzem a ocorrência de hibridação e introgressão em tal dimensão que levou Baldwin Junior (1947) a concluir que algumas linhas de pontos específicos do gênero chegam a perder suas identidades.

A *Hevea camporum* está distante do rio Negro, e *H. brasiliensis*, *H. spruceana* e *H. nitida* têm sua amplitude fora do centro primário, encontrando-se, portanto, no centro secundário de diversidade. Segundo Wycherley (1977), o centro secundário abrange uma vasta área nas proximidades do município de Borba, no baixo rio Madeira, ocorrendo naturalmente, ali, cinco espécies.

Geomorfologicamente, o centro de diversidade está situado nas proximidades do lado norte da bacia amazônica, onde nasce o planalto das Guianas. Os solos do centro de diversidade propriamente dito são constituídos de latossolos de terra baixa e gleis fluviais, porém a região que circunda o centro inclui uma variedade de solos de planalto (Wycherley 1977).

Quanto ao clima, o centro de diversidade encontra-se dentro da região equatorial, com superumidade constante (Ortolani 1986). Um aspecto importante que deve ser enfatizado é que as espécies envolvidas no centro parecem ter evoluído sob esse clima úmido constante, mostrando a existência de grande variação quanto à resistência ao mal-das-folhas, doença causada pelo fungo *Microcyclus ulei*. Por outro lado, as espécies que se estendem além da região que circunda o centro têm-se adaptado às condições de períodos secos longos a cada ano, contribuindo, parcialmente, no comportamento da senescência e, conseqüentemente, no florescimento da população.

VARIABILIDADE MORFOLÓGICA

O gênero *Hevea* é um táxon muito natural, isto é, um grupo, uma entidade taxonômica bem definida, bem delimitada e de fácil reconhecimento (Pires 1973).

O mesmo não se pode dizer das suas espécies; e essa foi a causa de tantas confusões e interpretações pouco precisas entre os autores. Segundo Brasil (1971), o gênero *Hevea* não pode ser dividido em espécies naturais por causa das variações ecológicas, das formas de transição e dos muito freqüentes híbridos naturais. Não há, ainda, entre elas, barreira de repro-

dução bem individualizada, podendo-se dizer que se trata de espécies incipientes.

As espécies de *Hevea*, se bem que muito próximas entre si, com formas de transição entre elas e uma distribuição muito intrincada, quando cuidadosamente observadas na mata virgem, deixam perceber a existência de barreiras ecológicas, conforme constata Addison & Froes (1947) no alto rio Negro. Estes autores, observando a dispersão da *H. benthamiana*, *H. guianensis*, *H. pauciflora*, *H. rigidifolia* e *H. nitida* na confluência dos rios Içana e Negro, conseguiram reconhecer uma perfeita separação ecológica entre as populações dessas espécies.

Hibridação introgressiva tem ocorrido em tal dimensão no gênero, que algumas linhas de pontos específicos perdem suas identidades. Baldwin Júnior (1947), levado por essas observações, chegou ao extremo de admitir que não estaria fora de razão quem viesse a considerar o gênero *Hevea* como monótipo, isto é, reduzindo todas as suas espécies em uma única espécie, embora ele mesmo não tivesse optado por esse conceito nos trabalhos que publicou.

Todas as espécies apresentam evidentes sinais de periodicidade, desfolhamento periódico, crescimento intermitente, variações no distanciamento das folhas ao longo dos ramos e formação de rosetas escamosas, que possivelmente devem estar relacionadas com a formação de anéis de crescimento no lenho, discretamente marcados (Seibert 1947).

Um dos curiosos problemas da variabilidade da *H. brasiliensis* em particular, está relacionado com a estrutura da casca. Os seringueiros da Amazônia por longo tempo observaram a existência de três tipos de seringueira diferindo morfológicamente em cor, espessura e textura da casca (Viegas & Gonçalves 1974); e fisiologicamente, em qualidade e quantidade do látex (Seibert 1947). Existem bastantes referências em artigos técnicos de divulgação, e em notas de espécimens de herbário, todas salientando os mais variados pontos de vista, no reconhecimento da existência de três tipos de coloração da casca, geralmente denominada seringueira branca, seringueira vermelha e seringueira preta, das quais as duas últimas produzem mais látex do que a primeira. Segundo Schultes (1977b), a seringueira preta produz maior parte de látex e é a maior fonte de borracha de melhor qualidade. Uma explicação racional e que diz respeito à variabilidade da casca, segundo La Rue, citado por Schultes (1977b), está relacionada com a coloração do seu interior. O autor enfatiza que na seringueira de casca branca virgem há vestígios de tanino. Nestas árvores, a casca regenerada é de coloração vermelha. Já as seringueiras de casca preta são diferenciadas pelo interior de sua casca, que varia de um vermelho escuro ao arroxeadado. No geral, essas árvores possuem uma casca muito espessa e macia contendo um menor número de células pétreas do que as de casca branca e vermelha. Seibert (1947) também observou nessas árvores um maior número de anéis de vasos laticíferos no seu interior.

A casca pode também sofrer variações quanto ao ambiente, exposição ao sol e época do ano. Sabe-se, por exemplo, que em certas épocas a seringueira dificilmente solta a casca e que por esse motivo os trabalhos de enxertia nunca são feitos nesse período. Quanto à textura, varia de dura a macia, conforme a quantidade de células pétreas. Esse caráter não tem sido utilizado na Ásia para a seleção de árvores em seringais constituídos de pés francos, nem no Brasil, no procedimento e seleção de plântulas para propagação vegetativa.

A particularidade de as seringueiras apresentarem sementes leves, capazes de flutuação, deve estar relacionada com o mecanismo de dispersão pela água. A própria deiscência explosiva dos frutos deve fazer parte dos mecanismos da dispersão.

Schultes (1945), através de observações na região do rio Negro, confirmadas por meio de material de herbário, mostra que a região do vale amazônico contém mais espécies de *Hevea* e com maior variabilidade dentro de espécies do que qualquer outra região até então conhecida, conjecturando a possibilidade de que a coleção de *Hevea* obtida dessa e de outras regiões seja composta de material originalmente plantado pelos índios e de progênies daquelas árvores locais.

Segundo Seibert (1948), é possível que, por muitos séculos e de modo inconsciente, os índios, utilizando os rios da Amazônia, tenham mudado o hábitat natural da *Hevea*. O autor enfatiza a possibilidade de que o índio tenha proporcionado condições sobre as quais a hibridação interespecífica dentro do gênero tenha sido grandemente facilitada e encorajada, em grandes áreas, e também dificultado os modelos de distribuição ao longo dos rios, contribuindo, dessa forma, para os muitos casos perplexos de introgressão. A *Hevea pauciflora* aparece como principal espécie na maior parte dos híbridos no alto Amazonas e rio Negro, tendo-se evidentemente, hibridizado com a maior parte das outras espécies.

O material dessa região tem causado a maior parte das discordâncias taxonômicas, parecendo ter a maior variação de todas em tamanho de sementes.

Richard Spruce, citado por Bentham (1854), menciona que as sementes de *Hevea pauciflora* do rio Negro eram preparadas e comidas pelos índios, e Baldwin Júnior (1947) informa que a *Hevea pauciflora* era frequentemente plantada pelos índios para produção de sementes utilizadas na alimentação. Seibert (1947) enfatiza a possibilidade de que por muito tempo os índios tenham permanecido ao longo do rio Negro, contribuindo não somente para distribuição da *H. pauciflora*, fora do seu hábitat natural, mas também de maneira inconsciente partiram para a seleção quanto ao tamanho da semente.

Entretanto, todas essas hipóteses, segundo Wycherley (1976), são falhas, pela carência de evidências comprovadas. O autor vai além, salientando que qualquer influência dos índios na domesticação da seringueira é limitada e conjecturável, exceto na eliminação de barreiras entre espécies através do preparo de áreas para plantio e na mudança dos cursos dos igarapés.

DOMESTICAÇÃO

A domesticação da *H. brasiliensis* é o evento mais importante na história da Heveicultura. Ela tem sido cronologicamente analisada em grandes detalhes por Petch (1914), Wickham (1908), Wright (1912), Ridley (1912, 1955) e, mais recentemente, por Wycherley (1959, 1968a, b) Drabble (1973) e Schultes (1977a). Essas principais fontes de informações estão nos arquivos e publicações dos jardins botânicos envolvidos, tais como Kew, Singapura e Sri Lanka.

Primeiros passos para a domesticação

Segundo Schultes (1977a), a domesticação da *Hevea* veio de maneira casual, justamente no tempo certo. Durante a era vitoriana, os britânicos estavam constantemente procurando culturas novas e promissoras para as áreas tropicais do seu império. O grande sucesso da introdução, na Índia, em 1850, da quinina originária dos Andes, convenceu Clement Markham, responsável pela operação, de que a seringueira poderia ser considerada como uma candidata para a domesticação, e incumbiu James Collins para preparar um resumo do que era conhecido como fonte de borracha.

Segundo Wycherley (1968c), com os estudos conduzidos na Amazônia 20 anos antes pelo explorador britânico Richard Spruce, já existia material suficiente que permitia aos taxonomistas adquirirem melhor compreensão do gênero *Hevea*. Começando seu longo período de pesquisas na América do Sul, ao tempo da explosão da borracha, iniciado em 1849, Spruce deu atenção especial às seringueiras, descobrindo e descrevendo oito espécies como novas para a ciência. Forneceu, assim, um processo de conhecimento botânico acerca da seringueira que serviu de base para aquelas espécies que mais tarde entraram em atividade no programa de domesticação.

Joseph Dalton Hooker, então diretor do Jardim Botânico Real de Kew, Inglaterra, estava informado da importante realização de Spruce, e incumbiu Markham de apressar a domesticação da *Hevea brasiliensis*, prometendo toda colaboração. Existiram duas tentativas para introduzir sementes da Amazônia, em 1873 e 1875, e que não foram bem sucedidas. Segundo Wycherley (1968a), a tentativa de 1873 foi de 2.000 sementes, enviadas por Farris, amigo de Collins, coletadas no município de Cometé, e a tentativa de 1875 foi de 1.000 plântulas, obtidas por Markham no baixo Amazonas e nas proximidades de Belém, estado do Pará. As plântulas de Markham chegaram a Kew sem condições de sobrevivência, salvando-se somente 26 destas. Até hoje não existe nenhum registro do destino delas no Oriente.

A coleta de Wickham

O marco importante na domesticação da seringueira foi a coleta bem sucedida do inglês Henry Alexander Wickham em 1876. Grande conhecedor da Amazônia, ele viveu algum tempo no município de Santarém, estado do Pará, tendo trabalhado com borracha no Orenoco em 1869. Em 1872, publicou um livro sobre suas viagens da Venezuela ao Brasil (Reis 1953). Em 1870, entrou em contacto com J.D. Maym, cônsul britânico em Belém, e obteve uma cópia de relatório que mostrava que as melhores seringueiras eram de *H. brasiliensis* da região do rio Tapajós, localidade situada acima da confluência com o rio Amazonas, no município de Santarém.

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 em 29.05.1876, as sementes chegaram a seu destino dezesseis dias depois (Reis 1953). Aproximadamente 2.800 das 70.000 sementes germinaram em casa de vegetação. O plano original era que os "seedlings" fossem enviados para Burma, mas devido aos problemas locais, o fato não se concretizou. A rapidez de crescimento das plântulas nas casas de vegetação de Kew exigiu seu embarque imediato para os trópicos, e seu destino eventual foi o Jardim Botânico do Ceilão. Do Ceilão, mudas foram enviadas para numerosas

localidades na Malásia e outros países asiáticos. De acordo com Polhamus (1962), somente 22 plântulas foram destinadas à Malásia. Assim sendo, toda plantação comercial moderna da Ásia foi constituída com base em progênies de *Hevea brasiliensis*, dessas plantas introduzidas por Wickham.

Um fato importante que deve ser enfatizado é que as sementes que formam a base das plantações asiáticas foram coletadas por Wickham em uma pequena área na confluência dos rios Tapajós e Amazonas, nas proximidades da cidade de Santarém, não sendo, portanto, considerada uma amostra representativa do germoplasma da espécie. Schultes (1977b) sugere que as árvores da região de Boim não produzem borracha da melhor qualidade, e em conseqüência chegou-se a conjecturar que entre as sementes poderiam existir sementes de híbridos interespecíficos. Somente mais tarde observou-se que elas foram geneticamente obtidas de *H. brasiliensis* puras coletadas de árvores de terra firme no sudeste da bacia amazônica (Baulkwill 1989).

Etapas da domesticação

Pode-se considerar que a domesticação da seringueira consistiu de seis etapas: A primeira delas, imediatamente após sua introdução no Oriente, promovendo rápida disseminação dessa cultura nas áreas tropicais do sul e sudeste da Ásia. A introdução, bem sucedida no Oriente, do material coletado por Wickham na região de Boim no Pará, e livre do "mal-das-folhas", foi o primeiro passo na domesticação da seringueira (Imle 1978). A chegada de algumas plântulas de Wickham ao Jardim Botânico de Singapura foi o estágio inicial para o segundo passo, uma vez que o aperfeiçoamento do sistema de corte ou sangria da seringueira, desenvolvido por H.N. Ridley, em 1898, foi uma importante conquista tecnológica.

Ridley observou que o método de sangria empregado nos seringais nativos da Amazônia não se aplicaria aos plantios racionais. Após paciente trabalho, desenvolveu um sistema de corte que causava pouco dano às seringueiras, economizava consumo de casca na planta, permitia à árvore ser sangrada mais de 100 vezes por ano, e ainda possibilitava o aumento na produção anual da borracha. Seu sistema de corte, com poucas modificações, permanece em uso até hoje. Esse sistema de sangria exigiu um novo instrumento de corte. Daí a criação da "faca gebong", também em substituição à machadinha e à "faca amazônica". Durante os 20 anos seguintes, até 1876, houve somente a multiplicação do material enviado por Wickham através de sementes.

O material original coletado por Wickham foi a base da variabilidade genética para a seringueira cultivada em extensas áreas da Ásia, assim como a variabilidade genética disponível para cada país originou-se da mesma constituição da amostra recebida desse material. Assim, a variabilidade existente na Malásia deve-se a 22 plântulas obtidas originalmente.

Ademais, a seleção foi possível graças à grande capacidade de polinização cruzada que possui a seringueira, contribuindo, dessa 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 então obtida nas árvores era de somente 450 kg por hectare/ano.

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 com cerca de três vezes mais látex do que as árvores existentes.

O terceiro grande passo na domesticação teve início logo após a fixação genética dessas árvores, facilitada através da técnica de enxertia. Esse método de propagação foi descoberto na Indonésia, quase que simultaneamente por Van Helten, Bodde & Tass, em 1916 (Djikman 1951), e modificado por Forket (Ferwerda & Wit 1969). Com a enxertia, tornou-se possível o desenvolvimento de clones partindo-se de plantas matrizes de qualidade superior. 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, dessa 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, PB 186, etc. (Swaminathan 1975).

O quarto grande passo na domesticação da seringueira envolveu 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 e aumentando consideravelmente o potencial de produção. Os mais modernos clones comerciais são derivados desse método de cruzamento, que vem aumentando a produção média comercial para 1.200 kg por hectare e chegando a produzir até 1.600 kg/ha em alguns plantios. Já existem clones com potencial de 2.500 kg/ha (Fig. 4). Em resumo, pode-se observar que o aprimoramento da genética e do manejo vem aumentando a produtividade da seringueira seis vezes mais, se comparado com as primeiras árvores de Wichham coletadas em 1876. Segundo Imle (1978), até que se prove o contrário, nenhuma outra cultura tem um recorde semelhante e nenhuma tem causado impacto tão grande na civilização, durante os primeiros 100 anos de sua domesticação, como a seringueira.

A descoberta e desenvolvimento da resistência ao "mal-das-folhas" podem ser considerados como o quinto grande passo na domesticação da seringueira. Enquanto os plantios com base em clones primários superiores no sudeste da Ásia iam cada vez mais se expandindo, no Brasil o principal problema era o *Microcyclus ulei*. Nos primeiros 20 anos deste século, as plantações de seringueira das Guianas falharam, em decorrência do "mal-das-folhas" (Holliday 1970). Plantios estabelecidos de sementes oriundas da região amazônica e de clones asiáticos em Fordlândia, em 1927, e em Belterra em 1934, foram também severamente atacados pelo "mal-das-folhas". Em 1937, a Companhia Ford iniciou programas de cruzamentos e enxertia de copas com objetivo de combinar alta produção e resistência ao "mal-das-folhas", através de meios hortícolas e genéticos combinados. Esse programa teve prosseguimento a partir de 1964, pelo Instituto Agromômico do Norte (IAN), hoje Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), seguindo os mesmos objetivos.

A Companhia Firestone desenvolveu um programa similar. Seu trabalho de resistência concentrou-se em germoplasmas da região de Madre de Dios no Peru, onde Seibert (1947) encontrou populações com alta produção de látex, maior do que a produção média normal, e um notável nível de resistência ao "mal-das-folhas"

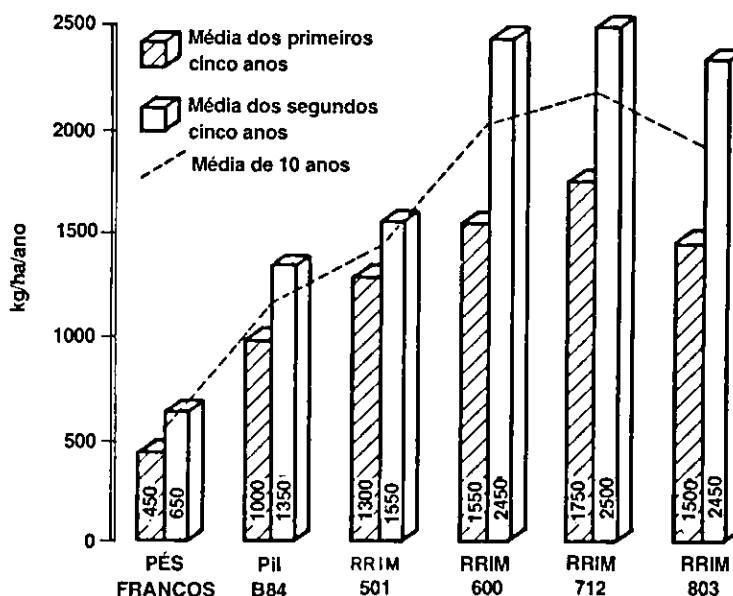


FIG. 4. Progresso do melhoramento e seleção da seringueira no Oriente. (Fonte: Tan 1987).

Outra importante contribuição para domesticação da seringueira tem sido a utilização de estimulantes químicos no painel de sangria para aumento da produção. Esses estimulantes podem aumentar as produções em até 25 por cento. No Brasil, pesquisas nesse sentido estão em andamento, objetivando resultados semelhantes. A produção estimulada poderia ser considerada como sexto passo na domesticação da seringueira. Entretanto, nem todos os clones respondem igualmente bem ao uso de estimuladores, e seu uso abusivo pode resultar na redução da produção e no baixo crescimento do clone.

Mutações, induções de poliploidia, procura de genótipos para regiões frias, plantio de genótipos em condições de clima úmido com estação seca definida, procura de plantas de porte reduzido e tentativas para a cultura de tecidos haplóides, são linhas de pesquisa em andamento no processo de domesticação da seringueira.

CONCLUSÕES

A ocorrência natural do gênero *Hevea* está circunscrita aos limites da região amazônica brasileira e regiões amazônicas da Bolívia, Peru, Colômbia, Equador, Guiana, Suriname e Venezuela.

A *Hevea brasiliensis* é a mais importante espécie do gênero *Hevea*. Noventa e nove por cento de toda borracha natural produzida no mundo é obtida desta espécie.

Como gênero típico da hileia amazônica, a *Hevea* apresenta muita variabilidade morfológica, com grande amplitude de ambientes ecológicos, variando de florestas altas a florestas arbustivas, reunindo o maior acervo de germoplasma cujas potencialidades são inimagináveis para a pesquisa, especialmente na área do melhoramento genético.

No gênero, a diversidade de caracteres das espécies é ainda pouco explorada. Há necessidade de um tratamento taxonômico do gênero para evitar confusões e abrir canais de comunicação entre os pesquisadores.

O gênero parece ter evoluído, em parte, da sua área de amplitude de distribuição e em clima úmido constante. As condições de alta umidade e a alta temperatura, condições que favorecem o ataque por doenças fúngicas, como é o caso do *Microcyclus ulei*, nos levam a crer que surgirão, nessas populações, genótipos superiores com grau de resistência, que, selecionados apresentariam alto grau de sobrevivência em ambientes infectados. Portanto, em um programa de coleta e conservação de germoplasma de *Hevea* não se pode ignorar o rio Negro, centro de diversidade genética do gênero.

A domesticação da *H. brasiliensis* no sudeste asiático, um dos mais importantes eventos da história da borracha, envolve cerca de um século. Mesmo com a existência de clones com potencial acima de 2.500 kg/ha, haveria possibilidades de esse potencial ser mais elevado se a escolha de Wickham para local de coleta fosse mais diversificada, não atrasando de certa forma o ganho genético no programa de melhoramento do sudeste Asiático. O potencial de produção da *H. brasiliensis* nativa do Tapajós é mais baixo do que o das populações encontradas no alto Amazonas, por apresentarem alta susceptibilidade ao *Microcyclus ulei*.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Hélio Neme e às senhoras Carmem C. Brunini e Neide Zamariolli Fernandes, respectivamente desenhista e bibliotecárias do Instituto Agrônomo de Campinas, pela colaboração prestada ao trabalho.

REFERÊNCIAS

- ADDISON, G.O'N. & FROES, R.L. Espécies de *Hevea* na região do Rio Negro. *N. agron.*, Belém, 3:58-60, 1947.
- BAHIA, D.B. *Sistemática e distribuição do gênero Hevea*. Cruz das Almas, IPEAL, 1971. 5p. (IPEAL. Comunicado Técnico, 23)
- BALDWIN JÚNIOR, T. *Hevea* a first interpretation. *Heredity*, 38:54-64, 1947.
- BATISTA, S. *O complexo da Amazônia: análise do progresso de desenvolvimento*. Rio, Conquista, 1976. 292p.
- BAULKWILL, W.J. The history of natural rubber introduction. In: WEBSTER, C.C. & BAULKWILL, W.J., eds. *Rubber*. London, Longman Scientific and Technical, 1989. cap. 1, p.1-56.
- BENTHAM, G. On the north Brazilian Euphorbiaceae in the collections of Mr. Spruce. *Hook J. Bot.*, 6:368-71, 1854.
- BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. Superintendência da Borracha. *O gênero Hevea, descrição das espécies e distribuição geográfica*. Rio de Janeiro, SUDHEVEA, 1971. (Plano Nacional da Borracha, Anexo 7).

- BRASIL. Ministério do Interior Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia. **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém, SUDAM, 1984. 125p. (Publicação, 39)
- COMPAGNON, P. **Le caoutchouc naturel: biologie, culture, production**. Paris, G.P. Maisonneuve & Larose, 1986. 535p.
- DIJKMAN, M.J. *Hevea*: thirty years of research in the far East. Flórida, University of Miami, 1951. 329p.
- DINIZ, T.D. de A. SÁ. Meteorology applied to agroforestry systems in Brazilian Amazon Region. In: WORKSHOP ON THE APPLICATION OF METEOROLOGY TO AGROFORESTRY SYSTEMS PLANNING AND MANAGEMENT, Nairobi, 1987.
- DRABBLE, J. **Rubber in Malaya: the genesis of an industry**. Oxford, University Press, Kuala Lumpur, 1973. 490p.
- DUCKE, A. **Novas contribuições para o conhecimento das seringueiras da Amazônia brasileira II**. Belém, IAN, 1946. 24p. (Boletim Técnico, 10)
- DUCKE, A. **Revisão do gênero *Hevea*, principalmente as espécies brasileiras**. Manaus, Departamento de Publicações do Estado do Amazonas, 1941. 42p.
- DUCKE, A. & BLACK, G.A. **Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira**. Belém, IAN, 1954. 62p. (Boletim Técnico, 29)
- EGLER, W.A. & PIRES, J.M. Notas sobre a redescoberta de *Hevea camporum*. **B. Mus. Paraen. Emílio Goeldi, Bot.**, 13:1-7, 1961.
- FERWERDA, F.P. & WIT, F. Rubber: *Hevea brasiliensis* (Willd.) Muell. Arg. In: FERWERDA, F.P., ed. **Outlines of perennial crop breeding in the tropics**. Wageningen, H. Weenam & Zonen, 1969. p.427-58.
- GOMES, J.J. **Estudo anatômico do xilema secundário das espécies de *Hevea* da Amazônia brasileira**. Curitiba, UFPR, 1981. 205p. Tese Mestrado.
- GONÇALVES, P. de S. **Seleção e coleta de seringueiras nativas às margens dos rios Mamoré, Guaporé e São Miguel - Território Federal de Rondônia**. Manaus, CNPSD, 1978. 43p. (Relatório).
- GONÇALVES, P. de S. **Seleção e coleta de seringueiras nativas da região de Ouro Preto - Território Federal de Rondônia**. Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1979. 53p. (Relatório)
- GONÇALVES, P. de S.; MATOS, A.P.; MULLER, N.W.; VIEGAS, I. de J.M. II. **Coleta de material nativo de alta produção em seringais do Estado do Acre e Território Federal de Rondônia**. Belém, IPEAN, 1973. 24p. (Relatório)
- HOLLIDAY, P. **South American leaf blight (*Microcyclus ulei*) of *Hevea brasiliensis***. Kew, Commonwealth Mycological Institute, 1970. (Phitopathological Papers, 12)
- IMLE, E.P. *Hevea* Rubber - past and future. **Econ. Bot.**, 32:264-77, 1978.

- MAJUNDER, S.K. Chromosome studies of some espécies of *Hevea*. **J. Rubber Res. Inst. Malaysia**, 18:185-93, 1964.
- ONG, S.H. **Cytotaxonomic investigation of the genus *Hevea***. University of Malaysia, 1979. 192p. Tese Ph.D.
- ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. cap. 2, p.11-32.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. BRUNINI, O. Aptidão agroclimática para regionalização da Heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., Brasília, 1983. Anais... Brasília, EMBRAPA-DDT, 1983. p.19-28.
- OSTENDORF, F.F.W. & RAMAER, H. On phyllotaxis in *Hevea* (English abstract). **Arch. Rubbercult.**, 15:437-40, 1931.
- PAIVA, J.R. de I. **Coleta de material botânico sexuado e assexuado de *H. marajoensis* no município de Joanes (Salvaterra-Pará)**. Manaus, CNPSD, 1977. 5p. (Relatório).
- PETCH, T. Notes on the history of the plantation rubber industry in the East. **Ann. R. Bot. Gardens Peradenya**. 5(8):433-520, 1914.
- PIRES, J.M. Notas de Herbário I. (*Hevea camargoana* n. sp.). **B. Mus. Paraense Emílio Goeldi, Série - Botânica**, Belém, 52:1-11, 1981.
- PIRES, J.M. Revisão do gênero *Hevea*: descrição das espécies e distribuição geográfica. **Relatório Anual, 1972**. Belém, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, 1973. p.6-66. (Projeto de Botânica. Subprojeto revisão do gênero *Hevea*. SUDHEVEA/DNPEA/IPEAN)
- POLHAMUS, L.G. **Rubber, botany, production and utilization**. London Leonard Hill, 1962. 449p.
- PURSEGLOVE, J.W. **Tropical crops. Dicotyledons**. London, Longman, 1968. 325p.
- REIS, A.C.F. **O seringal e o seringueiro**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, SIA, 1953. 194p.
- RIDLEY, H.N. Evolution of the rubber industry. **Proceedings of the institution of the Rubber Industry**. Heffer, Cambridge, 1955. v.2, p.20-31.
- RIDLEY, H.N. **The story of the rubber industry in Malaya**. London, Malay States Development Agency, 1912. 45p.
- SCHULTES, R.E. The amazon indian and evolution in *Hevea* and lated genera. **J. Arnold Arbor.**, 37:123-47, 1956.
- SCHULTES, R.E. Estudio preliminar del género *Hevea* en Colombia. **Rev. Acad. Colombiana de Ciencias Exactas**, 6:331-38, 1945.
- SCHULTES, R.E. The history of taxonomic studies in *Hevea*. **Bot. Rev.**, 36(3):197-211, 1970.

- SCHULTES, R.E. The odyssey of the cultivated rubber tree. **Endeavour**, 1(3):133-38, 1977a.
- SCHULTES, R.E. Wild *Hevea*: An untapped source of germplasm. **J. Rubber Res. Inst. Sri Lanka**, 54(1):227-57, 1977b.
- SEIBERT, R.J. A study of *Hevea* in the Republic of Peru. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, 34:261-352, 1947.
- SEIBERT, R.J. The uses of *Hevea* for food in relation to its domestication. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, 35:117-21, 1948.
- SWAMINATHAN, M.S. Recent trends in the plant breeding. in: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, Kuala Lumpur, 1975. **Proceedings...** v.5, p.143-57.
- TAN, H. Strategies in rubber tree breeding. In: ABBOTT, A.J.A. & ATKIN, R.K., eds. **Improving vegetatively propagated crops**. London, Academic Press, 1987. Chapter 2, p.27-62.
- TEIXEIRA, L.O.A. **Coleta de germoplasma de *Hevea camporum* Ducke**; relatório de viagem. Manaus, EMBRAPA-CNPSD, 1984. 18p.
- VIEGAS, I. de J.M. & GONÇALVES, P. de S. III. **Coleta de material nativo de alta produção em seringais do Estado do Acre e Território de Rondônia**. Belém, IPEAN, 1974. 46p. (Relatório).
- WEBSTER, C.C. & PAARDEKOOPEL, E.C. The botany of the rubber tree. In: WEBSTER, C.C. & BAUKWILL, W.J., eds. **Rubber**. London, Longman, 1989, Chapter 2, p.57-84.
- WHITBY, S. Venation in *Hevea brasiliensis*. **Ann. Bot.**, London, 33(121):313-21, 1919.
- WICKHAM, H.A. **Notes on the plantation, cultivation and curing of Pará Indian rubber (*Hevea brasiliensis*) with an account of its introduction from the West to Eastern Tropics**. London, Kegan Paul, 1908. 1155p.
- WILSON, C.M. **Trees and test tubes: the story of rubbers**. New York, Henry Holt, 1943. 352p.
- WISNIEWSKI, A. **Extrativismo vegetal**. Belém, s. ed. 1978.
- WRIGHT, H. ***Hevea brasiliensis* or Pará rubber: botany, cultivation, chemistry and diseases**. 4. ed. London, Maclaren, 1912. 120p.
- WYCHERLEY, P.R. The genus *Hevea*. In: WORKSHOP ON INTERNATIONAL COLLABORATION HEVEA BREEDING AND THE COLLECTION AND ESTABLISHMENT OF MATERIALS FROM NEOTROPIC, Kuala Lumpur, 1977. 12p.
- WYCHERLEY, P.R. Introduction of *Hevea* to the Orient. **Planter**, Kuala Lumpur, 44:1-11, 1968a.
- WYCHERLEY, P.R. Introduction of *Hevea* to the Orient. **Planter**, Kuala Lumpur, 44:27-37, 1968b.
- WYCHERLEY, P.R. Introduction of *Hevea* to the Orient. **Planter**, Kuala Lumpur, 44:127-37, 1968c.

WYCHERLEY, P.R. Rubber, In: SIMMONDS, N.W., ed. **Evolution of crop plants**. Edinburgh, Scotland, Longman, 1976. p.77-86.

WYCHERLEY, P.R. The Singapore Botanic Gardens and rubber in Malaya. **Gard. Bull., Singapore**, 17(2):175, 1959.