



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU
Belém, PA.

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS

V. BORRACHA DE MURUPITA

Belém, PA

1984



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU
Belém, PA.

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS

V. BORRACHA DE MURUPITA

Alfonso Wisniewski

Célio Francisco Marques de Melo

Belém, PA

1984

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 35

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/nº

Caixa Postal, 48

66.000 - Belém, PA

Telex : (091) 1210

Tiragem : 1.000 exemplares

Comitê de Publicações : José Furlan Júnior — Presidente
Mário Dantas
Alfredo Kingo Oyama Homma
Paulo Choji Kitamura
Nazira Leite Nassar
Emanuel Adilson Souza Serrão
Luiz Octávio Danin de Moura Carvalho
Maria de Lourdes Reis Duarte
Emmanuel de Souza Cruz
José Natalino Macedo Silva
Ruth de Fátima Rendeiro Palheta

Wisniewski, Alfonso

Borrachas naturais brasileiras, V. Borracha de Murupita, por
Alfonso Wisniewski e Célio Francisco Marques de Melo. Belém,
EMBRAPA-CPATU, 1985.

41p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 35).

1. Borracha — Murupita — Avaliação. 2. Murupita — Borracha —
Avaliação. I. Melo, Célio Francisco Marques de. II. Empresa Bra-
sileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Úmido, Belém, PA. III. Título. IV. Série.

CDD : 633.895

S U M Á R I O

INTRODUÇÃO	6
As espécies de <i>Sapium</i> e sua dispersão	8
Importância sócioeconômica	9
MATERIAIS E MÉTODOS	10
Sistemas de exploração e produtividade	12
Características físicas, químicas e físico-químicas do látex	22
A borracha de <i>Sapium</i>	25
Composição química e características físicas	25
Propriedades físico-mecânicas	29
CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

BORRACHAS NATURAIS BRASILEIRAS, V. BORRACHA DE MURUPITA

Alfonso Wisniewski ¹

Célio Francisco Marques de Melo ²

RESUMO: São avaliadas as espécies laticíferas do gênero *Sapium* como possíveis fontes alternativas de produção econômica de borracha, bem como as características tecnológicas das mesmas. A espécie *Sapium aubletianum* (Mull. Arg.) Huber permite ser explorada de modo semelhante à seringueira através de sangrias sistemáticas em meia espiral e espiral completa utilizando a convencional faca "Jebong". A produtividade dessa espécie é variável podendo-se encontrar plantas com desempenho bastante satisfatório. A média de produção de duas plantas sangradas 52 vezes durante um ano completo no sistema de 3/4 de espiral, uma vez por semana, foi de 18,13 g de borracha seca de por corte/árvore. Uma árvore sangrada continuamente durante três meses e meio em meia espiral, duas vezes por semana, totalizando 27 sangrias, produziu 36 g de borracha seca por corte, em média. O látex da espécie *Sapium aubletianum* (Mull. Arg.) Huber é de coloração bem branca, pode ser coagulado por ação de ácidos na zona de pH entre 4,8 e 5,7 e estabilizado com amônia nos mesmos moldes do látex de seringueira. A diferença TS-DRC é igual a 3,19, valor médio de 52 determinações. Algumas espécies do gênero *Sapium* produzem borracha de excelente qualidade. Trata-se de borrachas com baixos teores de extrato acetônico e de nitrogênio protéico, elevados percentuais de Hidrocarboneto Isoprênico (acima de 90%), elevados valores de Carga de Ruptura e Módulos de Elasticidade, baixos valores de Deformação Permanente, elevada Rigidez (Stiffness) e Dureza Shore e ainda valores de Plasticidade Wallace e PRI que se enquadram entre os das melhores classes de borracha.

Termos para indexação: Elastômeros, plantas laticíferas, borrachas não convencionais.

¹ Quím. Indust. Titular da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Caixa Postal 917. CEP 66.000. Belém, PA

² Quím. Indust. M.Sc. EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66.000. Belém, PA

BRAZILIAN NATURAL RUBBER, V. MURUPITA RUBBER

ABSTRACT : The laticiferous species belonging to the genus **Sapium**, Euphorbiaceae, as possible non-conventional source of economical rubber production, are evaluated, and the technological characteristics of the rubber produced are studied. The species **Sapium aubletianum** (Mull. Arg.) Huber can be exploited in the same way as **Hevea** by using the "Jebong" knife and applying the common tapping system of full or half spiral one or more times weekly. Although the yield in rubber is variable, one can find trees which show quite good yield. The average yield of two trees of **Sapium aubletianum** (Mull. Arg.) Huber tapped 52 times continuously during a full year in the system of 3/4 spiral once a week reached a value of 18.13 g of dry rubber per tree per tapping. Another tree tapped 27 times during three and a half months half spiral twice a week, yielded an average of 36 g of dry rubber per tapping. The latex of **Sapium aubletianum** (Mull. Arg.) Huber is white in colour, can be coagulated by the action of acids in the zone of pH between 4.8 and 5.7 and stabilized by ammonia in the same way as **Hevea** latex. The difference TS-DRC, as an average of 52 determinations, is equal to 3.19. Some species of the genus **Sapium** yield rubber of excellent quality. It means rubber with low percentages of acetone extract and proteic nitrogen, high values for rubber isoprene hydrocarbon (more than 90%), high tensile strength and modulus at 600% elongation, high stiffness and shore hardness. The plasticity retention Index (PRI) and Wallace plasticity (Po) are quite comparable to the best grades of rubber.

Index terms : Elastomers, laticiferous plants, non-conventional source of rubber.

INTRODUÇÃO

A borracha procedente das espécies do gênero **Sapium**, conhecida comumente como borracha de **murupita**, **curupita**, **taburu**, **pau-de-bicho**, **burra leiteira** e **seringarana** (Le Cointe 1947 e Huber 1906a), já se constituiu objeto de intensa exploração, tendo sido importante fonte de produção de borracha em países andinos, entre

os quais a Colômbia, Equador, Venezuela e, em menor escala, também o Peru (Uphoff 1942). No período áureo do extrativismo, a borracha de *Sapium* era conhecida e comercializada nos mercados mundiais com os nomes genéricos de **Colômbia virgen**, **Colômbia scraps**, **Carthagena scarps** e ainda **Caucho blanco**, em oposição ao **Caucho negro**, extraído de espécies do gênero **Castilloa**, **Moraceae** (Zimmermann 1934, Polhamus 1962, Schidrowitz 1914 e Walker 1916).

Na Amazônia brasileira a borracha de *Sapium* nunca chegou a ser produzida em escala digna de registro embora, em certas regiões de profusa ocorrência de murupiteiras, como as do vale do rio Madeira (Jumelle 1903), do Baixo Amazonas (Le Cointe 1922), de Mazagão, no Território Federal do Amapá (Huber 1906a) e outras, o látex de *Sapium* tenha sido extraído e defumado em mistura com o de Hévea para o preparo da borracha Fina, classificada sem nenhuma restrição como Fina Forte.

Durante a Segunda Grande Guerra Mundial, em conseqüência da ocupação por parte do Exército Imperial Japonês das regiões heveícolas do sudeste asiático, as únicas fontes de suprimento de borracha natural para as potências aliadas lideradas pelos Estados Unidos da América e pela Grã-Bretanha se configuravam nas borrachas extrativas das Américas e do Continente Africano. Em tais circunstâncias, enorme investimento fora feito para repovoar os seringais amazônicos de há muito abandonados. A borracha de qualquer origem passou a ser disputada como material de alta prioridade para o esforço de guerra.

Admitiu-se, em determinado momento, em face da incerteza no tocante ao desenrolar e duração das hostilidades, a conveniência até mesmo de se implementar um vasto programa de plantio de seringueira na Amazônia, estabelecendo-se, a propósito, uma acirrada polêmica entre os que defendiam a tese do imediato plantio e aqueles que entendiam ser, naquele momento, prematuro o fomento da cultura da seringueira, tendo em vista os fatores limitantes, principalmente os de natureza fitossanitária, que transformariam o empreendimento em atividade de risco excessivamente elevado. Foi então recomendado, como alternativa, o estabelecimento de plantios racionais de murupitas ao invés de seringueiras, sob a justificativa de que, por se tratar de plantas sem problemas mais graves de ordem fitossanitária, a futura produção de borracha estaria de certo modo assegurada.

Finalmente, com o término da guerra, a economia mundial se recompôs e a borracha natural, com base nos vastos seringais asiáticos de plantação, reconquistou a posição de domínio, marginalizando e relegando ao esquecimento não só as murupitas, mas também a problemática ligada à borracha extrativa das regiões neotropicais como um todo.

A borracha de *Sapium*, como produto de certas plantas nativas com potencial e possibilidades ainda não inteiramente determinados, mas borrachas de inquestionável elevado desempenho tecnológico (Wisniewski 1956) justifica, por certo, um enfoque especial dentro das classes de borrachas oriundas de fontes domésticas de produção.

A presente monografia, a quinta, pela ordem, da Série Borrachas Naturais Brasileiras trata, pois, dessa borracha singular.

As espécies de *Sapium* e sua dispersão

As plantas pertencentes ao gênero *Sapium*, família **Euphorbiaceae**, são numerosas e exuberantemente espalhadas principalmente na faixa tropical. Entre as espécies conhecidas, entretanto, somente as englobadas no subgênero **Eusapium**, de ocorrência limitada ao Continente Americano, é que se apresentam como plantas laticíferas. Entre as mesmas, algumas são produtoras de borracha e sua área de distribuição se restringe aos países do norte e noroeste da América do Sul, abrangendo regiões subandinas da Colômbia, Equador, Peru, Venezuela, além de praticamente toda a Amazônia, incluindo as Guianas, desde a costa atlântica do Estado do Pará e Território Federal do Amapá (Jumelle 1903 e Uphoff 1942). Afirma Huber (1906b) que o gênero *Sapium*, criado em 1760 por Jacquin, apresentando um extraordinário polimorfismo, deu margem a que se descrevessem inúmeras novas espécies onde não havia fundamento para tal e se conservassem, em contrapartida, formas muito distintas como simples variedades. Este "caos de espécies e variedades" no dizer de Huber e que ainda subsiste, até certo ponto, refletiu-se nos raros e fragmentados estudos que se fizeram sobre as borrachas originárias de algumas espécies desse gênero. Com efeito, a dificuldade de identificação da espécie produtora transferiu à borracha extraída apenas uma vaga indicação de que se trata de

TABELA 1 — Espécies do gênero *Sapulum* que ocorrem nos países da Bacia Amazônica.

Espécies	Ocorrência — Dispersão	
<i>S. pavonianum</i> Mull. Arg.	Regiões subequatoriais andinas: Colômbia, Equador, Peru.	Produz borracha conhecida como "Caucho andulle blanco" e "cauchillo".
<i>S. jamaicense</i> Swartz	Colômbia: região de Bogotá e La Mesa.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. verum</i> Hemsley *	Em altitudes de até 3.000m. Nos departamentos de Tolima e Cauca na Colômbia e Chimborazzo na Rep. do Equador.	Produz a borracha conhecida no mercado internacional como "Caucho blanco". "Colômbia virgen" e "Colômbia scraps".
<i>S. aucuparium</i> Jace	Colômbia e Venezuela.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. moritzianum</i> Klotzsch	Regiões subandinas da Colômbia.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. bogotense</i> Huber	Regiões subandinas da Colômbia.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. stylare</i> Mull. Arg.	Na província de Oriente, Rep. do Equador em altitudes em torno de 1.500m.	Produz borracha conhecida no mercado internacional com a designação de "Oriente".
<i>S. taburu</i> Ule	Peru e Amazônia brasileira: Pará (municípios de Monte Alegre e Alenquer), Amazonas (região de Manaus, Vale do Madeira, Solimões e Juruá).	Produz borracha (comercializada como cernambi de Cameté).
<i>S. eglandulosum</i> Ule	Peru e Amazônia brasileira: Vale do Solimões e Juruá.	Produz borracha.
<i>S. hamatum</i> (Mull. Arg.) Pax et K. Hoffman	Regiões subandinas do Peru.	Não há referência sobre produção de borracha
<i>S. hippomane</i> G.F.W. Meyer	Peru, Rep. da Guiana e Amazônia brasileira: Gurupá, região de Carajás e Vale do Xingu.	Produz borracha.
<i>S. aereum</i> Klotzsch	Regiões subandinas da Rep. do Equador.	Produz borracha.
<i>S. stenophyllum</i> Mull. Arg.	Rep. do Peru.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. obtusilobium</i> Mull. Arg.	Regiões subandinas da Venezuela (1000m de altitude).	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. prunifolium</i> Klotzsch	República da Guiana, Amazônia brasileira: Vale do Tapajós (Fordlândia).	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. jenmani</i> Hemsley	República da Guiana, Amazônia brasileira (Região do Vaupés).	Produz borracha.
<i>S. paucinervium</i> Hemsley	República da Guiana e Amazônia brasileira: Maués, região do Paraná de Ramos.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. lanceolatum</i> Mull. Arg.	República da Guiana e Amazônia brasileira: Região de Óbidos.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. aubletianum</i> (Mull. Arg.) Huber	Amazônia Brasileira: S. Gabriel da Cachoeira (Rio Negro).	Produz borracha. Cinco árvores plantadas atrás do Laboratório de Botânica do CPATU forneceram, aos autores, material para estudo.
<i>S. ciliatum</i> Hemsley	Amazônia brasileira: São Miguel do Guamá, Santarém, Parintins.	Produz borracha.
<i>S. marmieri</i> Huber	Fonte Boa (Solimões), no vale do Tapajós. Amostra no herbário do CPATU, coletada na região de Marabá.	Produz borracha.
<i>S. peloto</i> Pax et K. Hoffman	Regiões subandinas da Bolívia.	Produz borracha.
<i>S. rhombipholium</i> Rusby	Regiões andinas da Bolívia.	Não há referência sobre produção de borracha.
<i>S. bolivianum</i> Pax et K. Hoffman	Regiões andinas da Bolívia.	Não há referência sobre produção de borracha.

(*) Sinônimos: *S. tolimense* Jumelle; *S. thomsoni* Godet **Leb.**

FONTE: Dados básicos — Pax, 1912.

uma borracha originária de um **Sapium** spp. E como as características e propriedades das borrachas, em tese, são uma função também da espécie produtora, fácil se torna compreender a razão pela qual até o presente permanecem inconclusivos não só observações e estudos concernentes aos aspectos tecnológicos das borrachas de **Sapium**, mas também em relação ao desempenho das diferentes espécies como plantas produtoras de borracha, especialmente no que diz respeito à produtividade e aos sistemas mais adequados de exploração.

O mais completo estudo taxonômico no momento disponível sobre o gênero **Sapium** ainda é o de Pax (1912).

Das 96 espécies consideradas, 72 delas foram colocadas por Pax no subgênero **Eusapium**, Seção Americana, que se distribuem pelo Continente Americano desde o México até a Argentina, Paraguai e Uruguai. Apenas 24 espécies ocorrem nos países da bacia amazônica e nas Guianas. E, dessas 24 espécies, apenas dez, até o momento, foram encontradas na Amazônia brasileira. Na Tabela 1 são apresentadas as espécies de **Sapium** que, de acordo com os conhecimentos atuais, ocorrem nos países da bacia amazônica e nas guianas, com menção às regiões de distribuição e características em relação à produção de borracha. Os dados basicamente são os da obra de Pax (1912), acrescidos de algumas informações mais recentes coletadas pelos autores no herbário do Laboratório de Botânica da EMBRAPA-CPATU, particularmente no tocante à distribuição das espécies na Amazônia brasileira.

Verifica-se, dos dados constantes na Tabela 1, que das 24 espécies referidas, há conhecimento de que doze delas produzem borracha. Particularmente no que tange à Amazônia brasileira, das dez espécies que ocorrem, há conhecimento de que apenas sete delas produzem borracha. Algumas dessas espécies produzem, sem dúvida, borracha de boa qualidade.

Importância socioeconômica

Na Amazônia brasileira a borracha de murupita, como expressão genérica do produto de todas as espécies laticíferas do gênero **Sapium**, tem sido comercializada desde longa data na forma de borracha Fina obtida pela mistura de látices de murupitas e seringueiras e esporadicamente, ainda, sem identificação da origem, é simples-

mente referida como Cernambi de Cameté. Torna-se difícil, nessas condições, fazer qualquer estimativa da extensão e do volume da produção. A borracha de *Sapium* devidamente identificada só apareceu nas estatísticas oficiais em três ocasiões, durante e logo após o término da Segunda Grande Guerra Mundial.

Na Tabela 2 podem ser vistas as únicas produções oficialmente registradas e que se relacionam aos anos de 1944 a 1946.

**TABELA 2 — Brasil. Produção de borracha de *Sapium*.
Período : 1944 - 1946.**

Anos	Produção em kg, peso bruto		
	Pará	Amazonas	Total
1944	7.063	72	7.135
1945	1.454	102	1.556
1946	83	—	83

FONTE : Banco da Borracha S/A.

Como se pode constatar, na Amazônia brasileira as murupitas, embora medrando profusamente, não se projetaram em nenhuma época como plantas produtoras de borracha em escala digna de especial registro.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de látex, bem como as observações concernentes ao comportamento dos espécimes submetidos a sangrias e ainda os dados relativos à produtividade, foram coletados de cinco árvores virgens pertencentes à espécie *Sapium aubletianum* (Mull. Arg.) Huber, plantadas na área da sede do antigo Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte — IPEAN, hoje Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido — CPATU, em Belém, Pará. Os sistemas de sangria utilizados e ainda as principais características das árvores são descritos na Tabela 3.

No látex coletado das árvores 1 e 2 (Tabela 3) foram determinados, sistematicamente, em laboratório, segundo os métodos preconizados pelo Rubber Research Institute of Malaysia (1971) o

teor de Sólidos Totais, o DRC (conteúdo de borracha seca) e o pH. Desse látex foi preparada uma amostra de crepe obtida por coagulação com solução de ácido acético a 1% em pH igual a 5, determinando-se, nessa amostra, os parâmetros físicos e químicos usuais incluindo a plasticidade Wallace e o PRI. O látex das árvores 3, 4 e 5 era diretamente coagulado nas tigelinhas de coleta, por adição de solução de ácido acético a 2% de concentração e os coágulos depois de secos eram pesados para referir a produção de borracha seca de cada planta.

As demais amostras de borracha submetidas às provas físicas, químicas e físico-mecânicas convencionais, foram coletadas em várias regiões amazônicas de ocorrência das espécies, atendendo, sempre, a mais rigorosa autenticidade quanto à procedência. Algumas amostras eram acompanhadas de material botânico para a identificação taxonômica da espécie produtora. A grande maioria das amostras, entretanto, era simplesmente identificada como sendo originária de um *Sapium* spp. É provável, portanto, que as borrachas estudadas não sejam homogêneas em relação à origem, mas procedam de mais de uma espécie botânica. Os métodos utilizados na determinação dos parâmetros físicos, químicos e físico-mecânicos nas amostras de borracha foram os recomendados pela American Society for Testing Materials (1974) da American Chemical Society. A fórmula de vulcanização empregada foi a composição tipo "goma pura", ACS-II para borrachas extrativas, recomendada pelo The Crude Rubber Committee da American Chemical Society (Sackett 1944), assim concebida :

Borracha	100,0
Captax (Mercaptobenzothiazol)	0,5
Óxido de zinco	6,0
Ácido esteárico	4,0
Enxofre	3,5

A vulcanização dos corpos de prova foi feita na temperatura de 141°C (285,8°F) sob pressão de 1.000 libras peso por polegada quadrada (70,36 kg/cm²), nos tempos de 30, 45, 60 e 90 minutos.

Sistemas de exploração e produtividade

As plantas arbóreas do gênero **Sapium**, entre as quais as espécies **S. verum** Hemsley e **S. stylare** Mull. Arg., nativas nas regiões andinas de mais de 1.500 m de altitude, são abatidas e o látex é, a seguir, extraído por anelamento das árvores em toda a extensão do tronco e dos galhos mais grossos. O **S. verum** Hemsley que produz o conhecido "Caucho blanco", "Colômbia virgen" ou Colômbia Scraps" do mercado internacional, em consequência desse método de exploração drástico, já no início do século, era espécie em via de extinção, conforme refere Jumelle (1903).

Outras espécies não são abatidas, mas sangradas através de diferentes sistemas e com variada frequência. As espécies **S. pavonianum** (Mull. Arg.) Huber e **S. jenmani** Hemsley, exploradas principalmente na Venezuela e na Guiana Inglesa (República da Guiana), são submetidas a sangrias exaustivas de uma ou no máximo duas vezes por ano (Jumelle 1903).

As ricas ocorrências de **S. taburu** Ule, nos municípios de Alenquer e Monte Alegre no Estado do Pará, exploradas durante os anos da Segunda Grande Guerra Mundial, entre 1942 e 1946, produziam uma borracha classificada e comercializada como Cernambi de Cametá. O látex era extraído praticando-se incisões profundas em todas as direções ao longo do tronco, por meio de um terçado, atingindo-se com frequência o lenho, gerando em consequência, grande mortandade de árvores. O látex coletado em tigelinhas era deixado coagular espontaneamente e os coágulos reunidos em blocos eram mergulhados em água até o momento da comercialização (Monteiro 1943).

Na década dos anos 50 foi levado a efeito um ensaio de corte em algumas dezenas de árvores da espécie **S. taburu** Ule, na região ao longo dos igarapés da Formosa e da Mulata, a cerca de 40 km de Monte Alegre, no Estado do Pará. O sistema de sangria utilizado foi o convencional, aplicado no corte da seringueira de meia espiral em dias alternados e teve a duração de um ano. Os resultados foram aparentemente satisfatórios, embora não tenham sido divulgados os dados numéricos das produções verificadas (Souza 1954).

Refere Bonnechaux, citado por Jumelle (1903), Le Cointe (1922) e Huber (1906a), que o seringueiro incorpora à sua estrada,

indistintamente, murupitas e seringueiras, que são sangradas pelo mesmo sistema, sendo o látex coletado e defumado em mistura para a produção da borracha Fina.

Polhamus (1962), com base em dados e informações contidos nos relatórios dos técnicos da "Rubber Development Corporation" que trabalhavam nos seringais amazônicos no período da Segunda Grande Guerra Mundial, afirma que a sangria das espécies do gênero **Sapium** se torna mais difícil do que a da seringueira pelo fato de ser a casca das murupitas mais dura e mais resistente ao corte e por isso as incisões só podem ser praticadas a golpes de terçado embora, excepcionalmente, possam ocorrer espécies que permitem o emprego, com resultados satisfatórios, da faca utilizada no corte da seringueira. Segundo o mesmo autor, o melhor sistema de sangria seria o que consiste na prática de incisões em forma de espiral completa e contínua no tronco, desde a altura de aproximadamente 2 m até o nível do solo, utilizando para tanto um terçado que, batido na extremidade da lâmina oposta ao gume, por meio de um malho de madeira, corte o tecido liberiano até o "cambium", sem ferí-lo seccionando assim os laticíferos. As incisões praticadas pelo mesmo processo, em forma de espinha de pelxe também, supostamente, produzem resultados satisfatórios.

Ainda segundo Polhamus (1962), as murupitas não apresentam o fenômeno da "resposta às sagrias". Afirmam Moraes e Paiva (1981) por outro lado, que a articulação dos vasos laticíferos é um requisito essencial para a economicidade do cultivo e exploração de plantas arbóreas produtoras de látex.

Esses mesmos autores, estudando amostras de casca do tronco de murupitas plantadas na área do CPATU, em Belém, e de um espécime encontrado na serra de Buritirama, região dos Carajás, no sul do Pará, concluíram que os laticíferos dessas árvores apresentam-se nitidamente não articulados, tratando-se de células laticíferas e não de vasos laticíferos. Sob o aspecto da produção e da exploração, portanto, as murupitas teriam um comportamento semelhante à mangabeira (Bekkedahl et Saffioti 1948), ao caucho (Von Romburgh, 1903) e à **Funtumia** (Observations... 1946).

Após cada sangria exaustiva haveria necessidade de deixar a árvore em repouso por período variando de dois a quatro meses (Polhamus 1962), a fim de que ela se recupere e possa novamente

TABELA 3 — Produção, sistemas de sangria e características de cinco árvores da espécie *Sapim aubletianum* (Mull. Arg.) Huber.

Referência	Produção média de borra-cha seca por corte e árvore (g)	Circunferên-cia a um me-tro do solo (cm)	Duração da extração (meses)	Número de sangrias praticadas	Espessura da casca medida a um metro do solo (mm)	Sistema de corte praticado
1	18,13	130	12,0	52	9,0	Três quartos de espiral, um corte cada sete dias
2		124			11,0	
3	0,70	152	7,0	63	5,0	Meia-espiral em dias alternados
4	14,80	130	3,5	27	12,0	Meia - espiral, dois cortes por semana
5	36,00	128	3,5	27	13,0	Meia - espiral, dois cortes por semana

ser sangrada. Assim, o número máximo viável de extrações de látex por árvore seria de apenas três a seis por ano.

Contrariando esses conceitos, os autores da presente monografia puderam constatar que pelo menos a espécie **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber admite ser explorada pelo mesmo sistema da seringueira. Com efeito, cinco árvores plantadas na área do antigo IPEAN (hoje EMBRAPA-CPATU), em Belém, foram submetidas a sangrias utilizando-se a faca "Jebong" convencional, pelo sistema de corte de meia-espiral e de três quartos de espiral, com frequências variadas, obtendo-se praticamente a mesma eficiência evidenciada pelas seringueiras. Embora a casca desses espécimes de murupita se apresente um pouco mais fibrosa, o seu corte, entretanto, não acarreta nenhuma dificuldade. Na Tabela 3 são apresentadas as características dessas cinco árvores sangradas pelos autores, o sistema de sangria utilizado, a duração, o número de cortes praticados e as respectivas produções.

Pelos dados contidos na Tabela 3 verifica-se que a espécie **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber permite ser sangrada com a mesma frequência e intensidade da seringueira, apresentando ainda uma grande variabilidade em relação ao potencial de produção. Essa última característica sugere a possibilidade de se criar clones de elevada produtividade através de melhoramento genético da espécie. Verifica-se também que, enquanto a planta nº 3 apresenta produção em borracha seca excepcionalmente baixa, a de nº 5, com produção média de 36g de borracha seca por corte, exibe uma produção já comparável aos bons clones de Hévea. Mesmo as produções das plantas 1, 2 e 4 já se podem considerar economicamente viáveis. Deve se considerar que os espécimes de murupita sangrados no presente estudo são árvores plantadas de sementes nativas. A renova de casca parece ser satisfatória. Decorrido pouco mais de um ano do corte, houve nas árvores números 1 e 2, respectivamente, renova de casca correspondente a 30% da espessura da casca original.

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados sumarizados de DRC e de produção relativos às 52 sangrias praticadas ao longo de um ano nas plantas de número 1 e 2, referidas na Tabela 3, em comparação com os mesmos parâmetros de quinze árvores da espécie **H. brasiliensis** Mull. Arg. (clone GADO 1301) sangradas em forma de espiral completa uma vez por semana, durante um ano.

**TABELA 4 — Produções e % de DRC comparados entre murupitas e seringueiras ao longo de um ano de sangria (50 cortes).
Cada valor da tabela corresponde à média de cinco cortes.**

Cortes envolvidos	Hévea - 15 árvores (valores médios de 5 cortes)			Sapium — 2 árvores (valores médios de cinco cortes)				
	Látex g/árvore	DRC %	Borracha seca total g/árvore	Látex g/árvore	DRC %	Borracha no látex g/árvore	Cernambi fita g/árvore	Borracha seca total g/árvore
1 - 5	6,87	—	—	60,10	37,92	21,34	15,20	36,54
6 - 10	12,67	37,91	4,80	78,40	29,24	23,13	10,16	33,29
11 - 15	12,77	36,76	4,69	40,90	27,02	11,25	3,93	15,18
16 - 20	30,55	39,26	11,99	38,40	25,44	9,27	3,20	12,39
21 - 25	30,16	38,30	11,55	33,90	26,87	9,08	3,23	12,31
26 - 30	41,73	39,16	16,34	43,40	29,45	12,78	6,46	19,24
31 - 35	56,91	35,69	20,31	39,40	29,38	11,65	5,29	16,94
36 - 40	69,23	38,30	26,52	48,70	27,50	10,49	3,01	13,46
41 - 45	67,87	40,17	27,26	32,03	26,28	8,59	3,74	12,30
46 - 50	69,43	39,03	27,10	33,20	22,75	7,45	2,21	9,66

As Fig. 1 e 2 complementam os dados numéricos contidos na Tabela 4. Verifica-se, por esses dados, que no látex de Hévea a variação do DRC em função da continuidade das sangrias e da variação climática estacional é relativamente pequena se comparada com a do látex de murupita. Observa-se, no látex desta última espécie, um DRC fortemente decrescente e em seguida, nos meses de setembro a novembro, de estiagem acentuada, os valores de DRC tornam-se ascendentes, para novamente decrescerem no período chuvoso. Verifica-se, ainda, que a produção média por árvore/ano relativa às murupitas (50 cortes) foi de 907g de borracha seca contra 778g devida às seringueiras. Deve-se considerar, entretanto, que as seringueiras cortadas eram árvores ainda relativamente novas, com cerca de oito anos de idade.

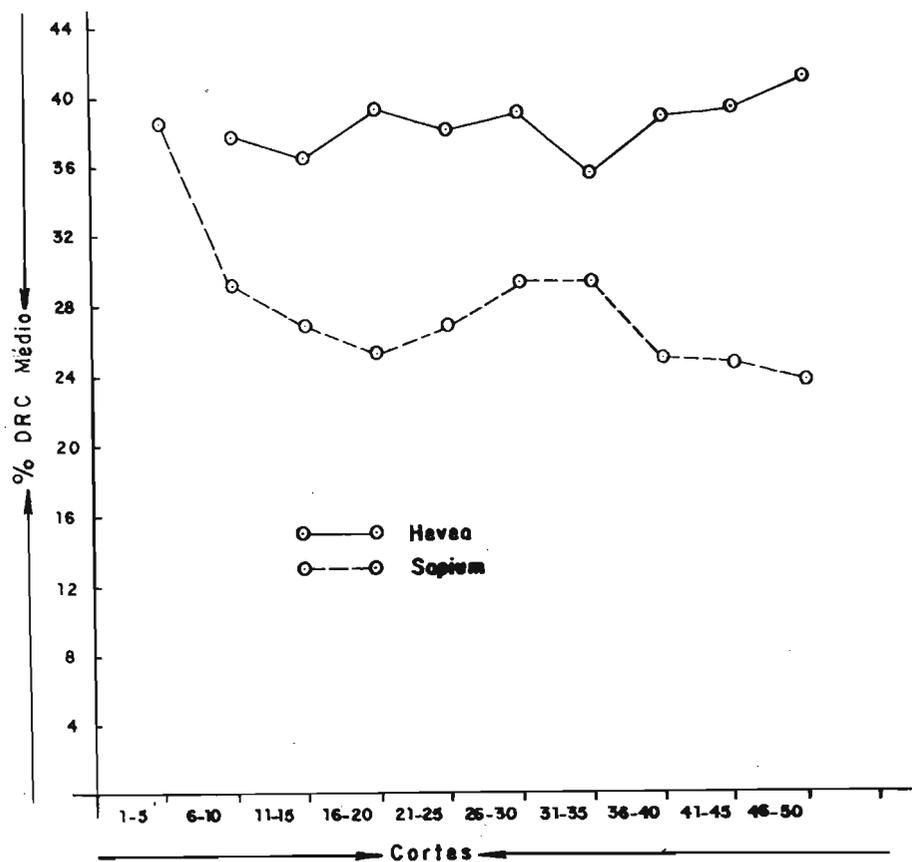


FIG. 1 — Variação do DRC. comparação entre látex de Hévea e de Sapium.

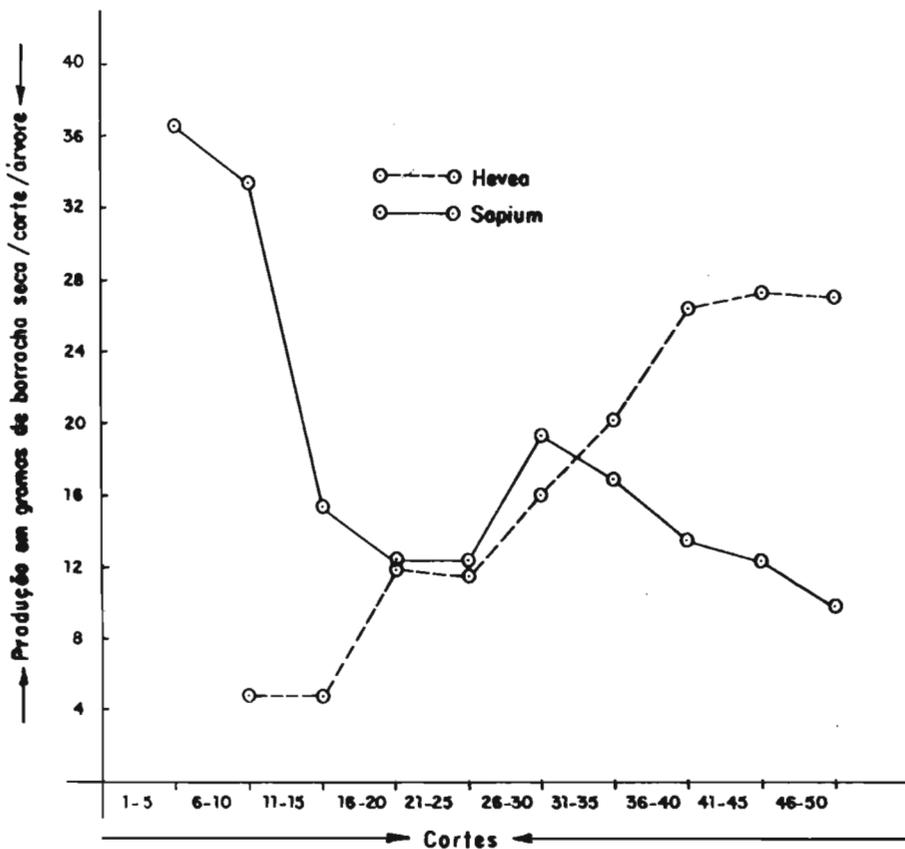


FIG. 2 — Variação da produção de borracha seca — comparação entre **Hevea** e **Sapium**

É possível que o conceito em voga entre os seringueiros, segundo o qual “a murupita é um pau que não aguenta” (Jumelle 1903) tenha relação com o fato de que o DRG, em função de sangrias sucessivas, apresente essa acentuada tendência decrescente, que vai se refletir no baixo rendimento operacional da defumação e também, até certo limite, na própria produção de borracha.

Ainda pelos dados contidos na Tabela 4 e Fig. 2, verifica-se, nitidamente, o fenômeno da “resposta às sangrias” evidenciado pela **Hevea** e configurado pela produção crescente até o 40º corte, quando é atingida, sensivelmente, a estabilidade na produção. A

murupita não apresenta essa característica, observando-se, pelo contrário, uma produção com tendência decrescente a partir do primeiro corte.

O importante a considerar, entretanto, é que embora a produção da espécie considerada **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber, vá caindo gradativamente com a sucessão das sangrias, as árvores não se exaurem, apresentando, mesmo depois de um ano de sistemática extração do látex, produções que podem ainda ser consideradas econômicas. Aliás, este comportamento confirma plenamente a validade da opinião corrente de que as murupitas em certas regiões de profusa ocorrência de permeio com a **Hevea** são exploradas em igualdade de condições e de tratamento com esta última, sendo os látices coletados em mistura e defumada a mesma mistura para o preparo da borracha Fina (Jumelle 1903, Le Cointe 1922 e Huber 1906a).

A produtividade das plantas laticíferas, em termos gerais, é uma função da espécie considerada, da vocação genética de cada planta para produção e do sistema de extração do látex.

Até o presente, nenhum estudo sistemático e confiável fora feito no sentido de determinar qual é a espécie do gênero **Sapium** de maior produtividade e qual o melhor sistema de exploração. Existem a esse respeito apenas vagas indicações. Segundo Jumelle (1903) o **Sapium verum** Hemsley, que medra na Colômbia em altitudes em torno de 2.000 m, é um grande produtor de borracha. M. Patin, citado pelo mesmo autor, refere a produção de 45 kg de borracha obtida de uma única árvore abatida e sangrada até a exaustão, por anelamento. Embora esse dado seja contestado por outros tratadistas há, todavia, um consenso de que essa espécie pode produzir muitos quilos de borracha por árvore abatida.

A espécie **Sapium stylare** Mull. Arg., explorada na província de Oriente na República do Equador e também na Venezuela, em altitudes entre 1.000 e 2.000 m acima do nível do mar, conforme refere Jumelle (1903), produz de 4,5 a 5,5 kg de borracha por árvore de porte médio abatida e sangrada por anelamento, podendo chegar essa produção a até 18 kg de borracha, quando se tratar de árvores de grande porte.

A espécie **Sapium pavonianum** (Mull. Arg.) Huber, explorada nas regiões baixas da República do Equador e na Colômbia, no vale do rio Meta, produz de 250 a 500g de borracha seca em duas sangrias anuais (Jumelle 1916).

Anderson, citado por Dunstan (1909), levou a efeito uma série de experimentos de sangria da espécie **Sapium jenmani** Hemsley na Guiana Inglesa, não chegando todavia a uma conclusão definitiva em relação à produtividade. Nove árvores com circunferência média de 144 cm foram sangradas quatro vezes num intervalo de 16 dias e forneceram uma quantidade média de 236g de borracha por árvore, o que corresponde a 59g por sangria/árvore. A espessura da casca dessas árvores foi bastante variável, sendo muito fina em árvores de pequeno porte e chegando a 19 milímetros nos espécimes de grande circunferência.

As murupitas que ocorrem na Amazônia brasileira raramente são exploradas em forma de estradas homogêneas mas, geralmente, em estradas mistas de permeio com a seringueira. Jumelle (1903) afirma, no entanto, que no vale do rio Madeira, no Estado do Amazonas, existiam estradas formadas exclusivamente de murupitas (**Sapium taburu** Ule) em franca exploração. Em Bento Heliodoro, no seringal Floresta, uma estrada de murupitas com 140 árvores, após cinco anos de exploração regular de junho a março, na mesma época da safra da borracha (de seringueira), produzia 6 l de látex por dia de corte, correspondentes a 3 kg de borracha. A produtividade em borracha referida deve, provavelmente, ser entendida como sendo borracha verde com uns 40% de umidade, o que daria um rendimento de 1.800 kg de borracha seca. Esse valor estaria indicando uma produtividade média por planta/sangria de 13g de borracha seca.

As árvores números 1 e 2, referidas na Tabela 3 e sangradas pelos autores durante um ano, pelo sistema de 3/4 de espiral com a freqüência de um corte por semana, produziram um total de 4.630 ml de látex com DRC médio de 28,03%, ou seja, 1.298 g de borracha seca na forma de látex e mais 586,73 g de borracha seca na forma de Cernambi Fita. A produção total dessas duas árvores foi, portanto, de 1.885 g de borracha seca/ano que corresponde a 942,5 g de borracha seca por árvore/ano e 18,13 g de borracha seca por corte/árvore. A relação entre borracha obtida na forma de

látex e borracha obtida na forma de Cernambi Fita é de 68,6 : 31,4. Essa relação significa que em cada 100 partes em peso de borracha produzida, 31,4 partes se apresentam na forma de Cernambi Fita e 68,6 partes na de látex uma relação bastante desfavorável, se se considerar que na seringueira essa relação é de 97 partes de borracha na forma de látex e apenas três partes na forma de Cernambi Fita.

Afirma Jumelle (1903) que os motivos pelos quais não têm sido muito disseminada a exploração sistemática e regular das murupitas na Amazônia brasileira é o fato de que a borracha produzida, além de não apresentar qualidade marcadamente superior a ponto de merecer cotação de preço mais elevado do que o da borracha Fina Forte, as murupitas dão rendimento, em tese, mais baixo e são menos tolerantes às sangrias sistemáticas.

Convém lembrar que não tiveram êxito as plantações de murupitas feitas em outras épocas. Afirmam Polhamus (1962) e Dunstan (1909) que a espécie **Sapium jenmani** Hemsley fora plantada em larga escala, no início do século, no vale do rio Essequibo, na Guiana Inglesa. Extensa plantação da espécie **Sapium verum** Hemsley (sin. de **S. tolimense** Hort.; **S. thomsonii** God-Leb) foi estabelecida em 1883 na Colômbia por Thomson (Jumelle 1903).

Das referidas plantações nada restou senão vagos e esparsos registros de que o cultivo daquelas espécies para a produção econômica da borracha não se evidenciou promissor.

A propósito, pode-se questionar sobre quais as razões do fracasso dessas plantações pioneiras e ainda sobre se não existem espécies como a de **Sapium aubletianum** (Mull. Arg.) Huber que, permitindo a exploração por sangrias sucessivas, pudessem viabilizar a produção econômica de borracha. A resposta ao questionamento proposto, é evidente, só poderá ser dada pelos órgãos competentes como resultado do desenvolvimento de um amplo e abrangente programa de pesquisas.

De acordo com os conhecimentos atualmente disponíveis é certo que a seringueira como planta produtora de borracha em condições favoráveis de cultivo e exploração, se sobrepõe a qualquer outra espécie, inclusive às murupitas. Condições favoráveis ao cultivo da seringueira, entretanto, nem sempre existem. Em tais circunstâncias, portanto, é que seria lícito admitir a idéia de cultivar

outras espécies laticíferas que embora exigindo uma tecnologia específica, diferente daquela aplicada à **Hevea**, apresentassem, contudo, viabilidade econômica.

Afinal, o fato de as murupitas não serem dotadas de laticíferos articulados, de não exibirem o fenômeno da "**resposta às sangrias**", em princípio, ainda não prova a inviabilidade de sua exploração econômica, mas indica, tão somente, que a tecnologia aplicada à seringueira talvez não possa ser simplesmente transferida e aplicada a essas espécies com resultados satisfatórios.

Em relação ao potencial das plantas laticíferas não pertencentes ao gênero **Hevea** em verdade muito pouco se sabe. Tudo o que se tem feito, até o presente, resume-se em comparar produções obtidas dessas plantas pela aplicação de tecnologia heveícula tomando-se como padrão de referência as produções médias da seringueira. Os resultados geralmente decepcionantes e desalentadores, dão origem a conclusões de validade duvidosa. Com efeito, não é lícito comparar produções da seringueira, uma planta que há um século vem sendo estudada e melhorada, com as produções de espécies nativas utilizando os mesmos parâmetros e conceitos aplicáveis à seringueira, mas que necessariamente não precisam prevalecer para todo o universo das plantas laticíferas como condição da viabilidade econômica de exploração. Não seria destituído de objetividade, portanto, o estudo mais detido das espécies laticíferas não pertencentes ao gênero **Hevea** incluindo as murupitas como possíveis fontes alternativas de produção de borracha. Poder-se-á até mesmo tentar colocar em prática a versão tradicional da exploração de murupitas juntamente com seringueiras pelo estabelecimento de plantios consorciados das duas espécies.

Características físicas, químicas e físico-químicas do látex

O látex das espécies **Sapium aubletianum** (Mull. Arg.) Huber e **Sapium taburu** Ule, este último coletado de árvores nativas ao longo dos igarapés da Mulata e Formosa, no município de Monte Alegre, Pará, no que se refere ao aspecto externo é bastante semelhante ao da seringueira, apresenta coloração bem branca, coagula espontaneamente exalando, o cernambi formado, cheiro putrefato. Preservado por adição de amônia na mesma proporção que a recomendada para estabilizar látex de **Hevea** permanece fluído por

TABELA 5 — Ação do ácido acético sobre látex de murupita *S. aubletianum* (Mull Arg) Huber diluído na proporção de 1:1, em comparação com uma amostra coagulada por ação do álcool etílico.

Adição da solução coagulante até	DRC %	% de recuperação de borracha seca	Observações
—	33,16	100,0	Determinado por coagulação do látex com álcool etílico
pH 4,8	33,06	99,7	Coagulação instantânea. Soro límpido.
pH 5,0	32,91	99,3	Coagulação completa decorridas 24 horas. Soro límpido.
pH 5,2	33,08	99,8	Coagulação completa decorridas 24 horas. Soro límpido.
pH 5,4	33,11	99,9	Coagulação completa decorridas 24 horas. Soro límpido.
pH 5,7	33,08	99,8	Coagulação completa decorridas 24 horas. Soro límpido.
pH 6,1	6,73	20,3	Coagulação parcial decorridas 24 horas. Soro bem leitoso

longo tempo. Os ácidos minerais e orgânicos, bem como os álcoois metílico e etílico e a acetona atuam como coagulantes. Pode ainda ser coagulado por defumação da mesma maneira como o látex de seringueira na preparação da borracha Fina.

Por ação do ácido acético, em solução a 1% de concentração, o látex da espécie **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber coagula completamente na zona de pH compreendida entre 4,8 e 5,7, conforme se pode inferir dos dados contidos na Tabela 5. Como padrão de referência foi tomado o coágulo obtido do mesmo látex por ação do álcool etílico. Observa-se que o álcool etílico produz um coágulo ligeiramente superior em peso ao produzido por ação do ácido acético. É provável que esse fato decorra da desnaturação e precipitação de uma quantidade maior de substâncias nitrogenadas por ação do álcool etílico. A coagulação ácida na zona entre pH 4,8 e pH 5,7 pode ser considerada completa com formação de um soro destituído de borracha, mas de aspecto levemente opalescente. Na prática verifica-se que a quantidade de 0,5% de ácido acético puro, calculado sobre a borracha seca contida no látex, é geralmente suficiente para dar uma coagulação completa. Na coagulação, o látex pode ser diluído com água até DRC de 15% e o ácido utilizado em solução a 1% de concentração.

Logo ao fluir da árvore o látex da espécie **Sapium aubletianum** (Mull. Arg.) Huber é de reação alcalina sendo o valor médio de treze determinações igual a pH 7,12.

Tal como ocorre com o látex de seringueira, o de murupita com o transcurso do tempo vai se acidificando por efeito de ações bioquímicas até a completa coagulação que se verifica após cerca de 24 horas da sangria da árvore. Na Tabela 6 pode ser vista a evolução desse fenômeno.

TABELA 6 — Evolução do pH de uma amostra de látex de murupita *S. aubletianum* (Mull. Arg.) Huber em função do tempo.

Tempo decorrido da sangria da árvore em horas	pH	Observações
1/2	7,10	-----
1 1/2	7,00	-----
3 1/2	6,85	-----
7,0	6,75	-----
23,0	4,85	Completamente coagulado

A borracha de *Sapium*

Composição química e características físicas

Na Tabela 7 são reproduzidos resultados analíticos de amostras de borracha de *Sapium* procedentes de várias regiões de ocorrência e de diferentes espécies, referidos na literatura.

Dos dados contidos na Tabela 7 verifica-se que os teores de resíduo mineral fixo (cinzas) são bem mais elevados do que os geralmente admitidos para as boas classes de borracha de *Hevea* apesar de que apenas a amostra de referência seis contendo 2,0% de cinzas é que se coloca abaixo dos padrões do sistema SMR de gradação da borracha (Rubber Research Institute of Malaysia (1978).

Convém lembrar que teores elevados de cinzas raramente constituem propriedade intrínseca da borracha mas, geralmente, eles apenas indicam contaminação por materiais estranhos e decorrente da falta de cuidado na preparação da mesma. É provável, aliás, que os dados contidos na Tabela 7 sejam referentes às amostras no estado original, sem serem beneficiadas, daí os relativamente elevados teores de resíduo mineral fixo.

Os teores de extrato acetônico guardam um paralelismo bastante estreito com os das borrachas de *Hevea* sendo que em apenas algumas amostras esses teores se apresentam sensivelmente mais elevados.

Os valores encontrados para nitrogênio e proteína bruta são variáveis, situando-se, na generalidade, acima dos correspondentes às borrachas de *Hevea*.

Os percentuais de Hidrocarboneto Isoprênico (**caoutchouc**) são ligeiramente inferiores aos das borrachas de *Hevea*, mas ainda assim são, as borrachas de *Sapium*, sob este aspecto, superiores a qualquer outra espécie não pertencente ao gênero *Hevea*.

Na Tabela 8 estão contidos os resultados de análises levadas a efeito pelos autores em várias amostras coletadas em diferentes regiões, principalmente, no Baixo Amazonas, municípios de Alenquer e Monte Alegre, (Pará) e na região de Manaus (Amazonas).

Os dados contidos na Tabela 8, em tese, confirmam os resultados analíticos referidos na literatura e estampados na Tabela 7 com exceção, talvez, dos teores de nitrogênio. Convém lembrar, entretanto, que os percentuais de nitrogênio contidos na Tabela 7

TABELA 7 — Resultados analíticos, em %, de amostras de borracha de *Sapium*.

Referência	Extrato acetônico	Cinzas	Nitrogênio	Proteínas N x 6,25	Hidrocarboneto	Observações
1	2 a 8,5	—	—	—	—	Várias espécies procedentes da Amazônia e das regiões andinas do Peru, Equador e Colômbia.
2	5,8	1,4	—	—	91,0	“Caucho blanco” procedente do Equador
3	4,3	1,2	—	—	94,0	“Caucho blanco” procedente da província Oriente, Equador.
4	2,8	1,4	0,92	5,8	87,1	De números 4 a 10, amostras procedentes da então Guiana Inglesa (atual República da Guiana) originárias da espécie <i>Sapium jønmanl</i> Hemsley, todas obtidas por coagulação espontânea do látex na forma de cernambi coalho em blocos.
5	3,6	0,8	0,78	4,9	87,1	
6	3,7	2,0	0,78	4,9	89,8	
7	4,2	1,2	0,40	2,5	89,3	
8	2,5	1,3	0,72	4,5	89,6	
9	2,6	1,1	0,74	4,6	88,0	
10	2,0	0,7	0,45	2,8	92,4	

Fonte: Walker (1916), Jumelle (1903) e Dunstan (1909).

TABELA 8 — Resultados, em %, das provas químicas levadas a efeito pelos autores em amostras de borracha procedentes do gênero *Sapium*.

Referência	Extrato acetônico	Cinzas	Nitrogênio	Proteínas N x 6,25	Hidrocarboneto	Observações
NBS 1	5,4	1,2	0,30	1,90	91,5	Amostra procedente de um <i>Sapium</i> spp da região de Manaus (Amazonas) e testada no National Bureau of Standards de Washington DC., USA.
NBS 2	2,0	—	—	—	—	Amostra, procedente da espécie <i>S. Verum</i> Hemsley e coletada na província de Oriente no Equador.
39	2,4	0,8	—	—	—	Borracha obtida por coagulação de látex de um <i>Sapium</i> spp. da ilha de Conceição, Pará, por ação do suco de limão.
550	4,9	1,0	0,41	2,56	91,1	<i>Sapium taburu</i> Ule, Cernambi, procedente do município de Monte Alegre, Baixo Amazonas (Pará).
133	6,2	0,9	0,39	2,43	89,8	Borracha procedente da região de Manaus (Amazonas) e preparada por defumação do látex extraído de um <i>Sapium</i> spp.
134	4,6	0,9	—	—	—	Crepe obtido por coagulação do látex de um <i>Sapium</i> spp. por ação do ácido acético e procedente da região do lago Amanhium próximo de Manaus (Amazonas).
135	3,4	1,2	—	—	—	Cernambi rama de um <i>Sapium</i> spp. da região do lago Amanhium, imediações de Manaus (Amazonas).
46	4,2	0,7	—	—	—	Cernambi procedente da região das ilhas do Pará e obtido do látex de <i>Sapium</i> spp.
52	5,1	0,4	—	—	—	Cernambi extraído da espécie <i>Sapium peloto</i> Pax et Hoffman, na região de Vera Cruz, Bolívia.
INT-1	2,7	—	—	—	—	Cernambi procedente do município de Alenquer, Baixo Amazonas, Pará, extraído de um <i>Sapium</i> spp.
INT-2	3,3	—	—	—	—	Cernambi extraído de um <i>Sapium</i> spp. e procedente do município de Alenquer, Baixo Amazonas (Pará).
S.B.	1,4	0,6	0,34	2,12	95,8	Crepe obtido por coagulação de látex extraído da espécie <i>S. aubletianum</i> (Mull. Arg.) Huber por meio de solução de ácido acético a 1% em pH = 5.
SBT.	5,1	0,8	0,50	3,12	91,5	Borracha defumada originária da espécie <i>S. taburu</i> Ule e procedente do município de Monte Alegre (Pará):

se referem exclusivamente à espécie **Sapium jenmani** Hemsley enquanto os da Tabela 8, com certeza, não se relacionam a esta espécie. Em relação aos teores de extrato acetônico verifica-se que eles oscilam entre o valor mínimo de 1,4% correspondente a uma amostra de borracha originária da espécie **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber procedente da área de plantação do CPATU, em Belém, Pará, e 6,2% a uma amostra de borracha de uma espécie não identificada do gênero **Sapium** e procedente da região de Manaus (Amazonas). Dessa mesma região uma borracha de **Sapium**, obtida por coagulação do látex por ácido acético, produziu 11,07% de extrato acetônico (Wisniewski 1956).

Afirma Jumelle (1903) que existem espécies de **Sapium** que produzem borracha inferior devido a presença de elevados percentuais de extrato acetônico; Pax (1912) cita inúmeras espécies de **Sapium** produtoras de látices que não produzem borracha.

Um dos autores recebeu do município de São Miguel do Guamá, Estado do Pará, uma amostra de látex extraída de uma espécie referida como **Sapium ciliatum** Hemsley que coagulada por meio de solução de ácido acético precipitou uma substância que continha mais resina do que borracha.

É inegável, portanto, que se algumas espécies do gênero **Sapium** produzem borrachas com teores de extrato acetônico comparáveis aos das borrachas de Hévea existem, também, outras espécies que produzem borrachas “resinosas” e por isso inferiores.

Na Tabela 9 são reproduzidos os valores médios dos parâmetros figurados nas Tabelas 7 e 8 para efeito de comparação.

TABELA 9 — Valores médios dos parâmetros referidos na literatura e constantes da Tabela 7 e dos determinados pelos autores e estampados na Tabela 8.

Referência	Extrato acetônico %	Cinzas %	Nitrogênio %	Proteínas (Nx6,25) %	Hidrocarboneto %
Dados de literatura	3,50	1,23	0,68	4,25	89,97
Dados determinados pelos autores	3,90	0,85	0,39	2,44	91,94

FONTE : Dados básicos contidos nas Tabelas 7 e 8.

Na Tabela 10 são apresentados os valores de Plasticidade Wallace (Po) e de Índice de Retenção de Plasticidade (PRI), de diversos tipos de borracha em comparação com os de uma amostra de borracha procedente da espécie *S. aubletianum* (Mull. Arg.) Huber.

TABELA 10 — Comparação entre valores de Plasticidade Wallace (Po) e Índice de Retenção de Plasticidade (PRI) de uma amostra de borracha da espécie *S. aubletianum* (Mull. Arg.) Huber, com os de borrachas de outras procedências.

Número	Tipo	Po	PRI	Observação
1	Mangabeira	37	86	Procedência — Bahia
2	Maniçoba	46	35	Procedência — Jacobina - Bahia
3	Maniçoba	37	68	Procedência — Jequié - Bahia
4	Acre Fina	66	65	Crepe
5	Ilhas Fina	35	58	Crepe
6	Granulado de látex	40	68	Plantação Pirelli
7	Cernambi Virgem Acre	62	48	Crepe
8	Caucho	57	14	Crepe
9	Cernambi Cametá	41	15	Granulado
10	Cernambi Cocho	52	23	Crepe
11	Cernambi Rama	52	15	Crepe
12	Sapium	41	59	Sapium aubletianum (Mull Arg.) Huber — Crepe

FONTE : SUDHEVEA, ensaios realizados pelo IPT para a padronização técnica das borrachas naturais brasileiras. A amostra referente à borracha de Sapium foi feita no laboratório da Delegacia da SUDHEVEA em Belém — Pará.

Dos dados constantes na Tabela 10 verifica-se que a borracha de Sapium, em tese, apresenta valores de PRI comparáveis aos dos melhores tipos de borracha, enquanto a plasticidade Wallace se situa entre as borrachas medianamente duras, isto é, menos plástica do que as de mangabeira e maniçoba e um pouco mais plástica do que os tipos de borracha de Hevea.

Propriedades físico-mecânicas

Na Tabela 11 apresentam-se resultados das determinações físicas e físico-mecânicas mais usuais levadas a efeito em amostras de boracha de Sapium procedentes de várias regiões e vulcanizadas segundo a composição tipo **goma pura ACS-II** com 4% de ácido esteárico. A amostra 156 é uma Acre Fina Especial tomada como padrão de referência.

Dos dados contidos na Tabela 11 verifica-se que a borracha de Sapium apresenta elevados valores de Módulos de Elasticidade a 300 e 600% de alongamento, bem como elevados valores de Carga de Ruptura, perfeitamente comparáveis aos valores correspondentes ao padrão de referência da Acre Fina Especial. Os valores de Alongamento Final (na ruptura), Dureza Shore e Deformação Permanente comparam-se aos das melhores classes de borracha e guardam estreito paralelismo com os correspondentes valores da amostra padrão de Acre Fina Especial.

Na Tabela 12 apresentam-se os valores médios das amostras de Sapium da Tabela 11 em comparação com os da amostra 156 de Acre Fina Especial.

As Fig. 3 e 4 representam as curvas de vulcanização correspondentes, respectivamente, à amostra Acre Fina Especial (Ref. 156) e às amostras de boracha de Sapium constantes da Tabela 11 sendo que, em relação a estas últimas, foram tomadas as médias dos valores pertinentes. A Fig. 3 representa a curva das Cargas de Ruptura em kg/cm^2 em função dos Tempos de Vulcanização em minutos. A Fig. 4 diz respeito à função que correlaciona os Tempos de Vulcanização em minutos com os valores dos Módulos a 600% de Alongamento em kg/cm^2 .

Analisando-se a Fig. 3 observa-se que as borrachas de Sapium, em princípio, apresentam uma velocidade de vulcanização maior do que a da Acre Fina Especial tomada como padrão de referência. De fato, já em 30 minutos de vulcanização, a murupita atinge o ponto ótimo enquanto a Acre Fina Especial, borracha de cura mais lenta, somente atinge o ótimo de vulcanização no tempo de 60 minutos. A curva de vulcanização das borrachas de Sapium se

TABELA 11 — Resultado das determinações dos principais parâmetros físico-mecânicos levados a efeito em amostras de borracha de Sapium em comparação com os de uma amostra de Acre Fina Especial tomada como padrão de referência.

Referência	Módulos a 300% kg/cm ²	Módulos a 600% kg/cm ²	Carga de ruptura kg/cm ²	Alongamento final %	Dureza Shore	Deformação permanente	Observações
NBS-1	17,9	93,6	254,7	750	—	%	Sapium spp. Testada no National Bureau of Standards de Washington DC-USA.
2	14,0	68,0	206,0	770	33	5,9	Mistura de 1/3 de látex de Sapium spp e 2/3 de látex de Hévea .
25	4,0	23,0	203,0	895	32	2,8	Sapium ssp. Tipo Folha Defumada.
26	7,0	49,0	222,0	836	34	3,9	Sapium spp. Tipo Fina.
39	15,0	110,0	251,0	718	38	6,7	Sapium spp. Látex coagulado com suco de limão.
48	15,0	83,0	232,0	746	38	4,7	Sapium spp. Cernambi Coalho.
52	14,0	80,0	242,0	748	40	5,9	Sapium spp. Coagulado com ácido acético.
132	11,0	53,0	196,0	775	—	6,7	Sapium spp. Coagulado com ácido acético.
133	12,0	56,0	224,0	810	—	8,3	Sapium spp. Cernambi Rama.
134	17,0	84,0	223,0	727	—	6,7	Sapium spp. Coagulado com ácido acético.
135	10,0	48,0	201,0	830	—	6,3	Sapium spp. Cernambi Rama.
550	13,0	57,0	223,0	795	—	—	Sapium Taburu Ule - Cernambi Coalho.
SBT	11,0	52,0	229,0	810	—	—	S. Taburu Ule - Fina (defumada).
156	7,0	52,0	209,0	805	32	5,5	Acre Fina Especial — Padrão.

**TABELA 12 — Comparação entre a média dos valores contidos na Tabela 11 e relativos às amostras de borra-
cha de Sapium e os valores correspondentes a uma amostra de Acre Fina Especial tomada
como padrão de referência.**

Referência	Módulos a 300% kg/cm ²	Módulos a 600% kg/cm ²	Cargas de ruptura kg/cm ²	Alongamento máximo %	Dureza Shore	Deformação permanente
Borracha de Sapium, valores médios	12,4	65,9	223,6	785	36	5,8
Acre Fina Especial, referência 156.	7,0	52,0	212,0	805	32	5,5

Fonte : Dados básicos contidos na Tabela 11.

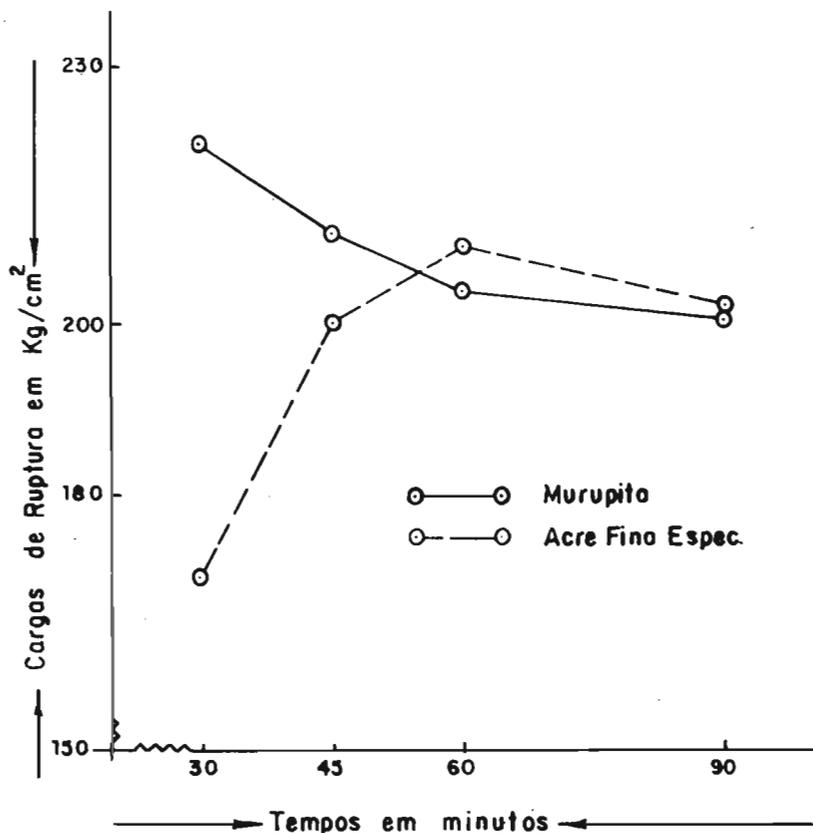


FIG. 3 — Curvas de vulcanização. Tempos x Cargas de Ruptura

apresenta descendente, característica específica de borrachas maturadas, ainda que a queda nos valores das cargas de ruptura seja bastante moderada podendo se considerar esse comportamento peculiar como ainda sendo o de vulcanização longa, fato que vem confirmado pela evolução dos valores dos módulos a 600% de alongamento expressos pela Fig. 4. Observa-se, com efeito, que os valores dos módulos são sempre crescentes em função dos tempos de vulcanização também crescentes, comportamento semelhante ao da borracha padrão de Acre Fino Especial. A cura acelerada evidenciada pelas curvas de vulcanização das borrachas de murupita

pode ser explicada, em parte, levando-se em consideração que, das treze amostras estudadas, seis delas são do tipo Cernambi e, portanto, de borracha maturada. A Fig. 4 permite ainda concluir que os Módulos de Elasticidade a 600% de alongamento relativos às borrachas de Sapium são mais elevados do que os da amostra padrão de Acre Fina Especial.

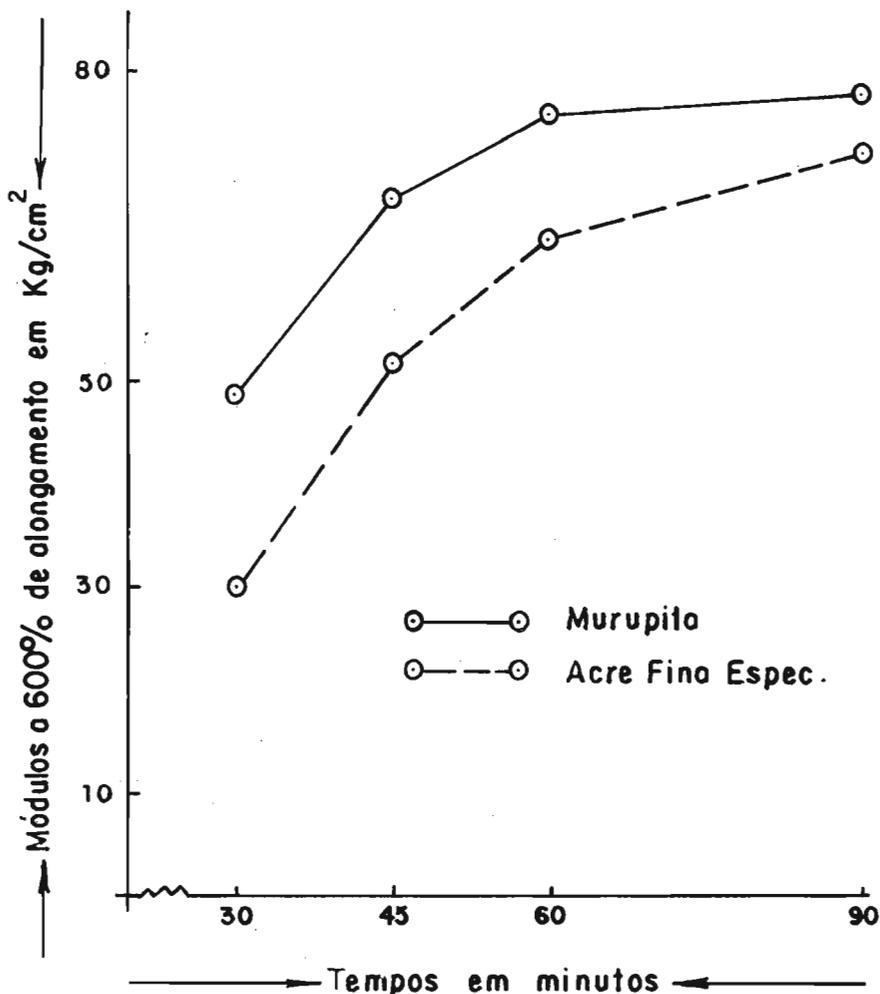


FIG. 4 — Curvas de vulcanização. Tempos x Módulos a 600%

Os valores que deram origem às curvas de vulcanização das Figs. 3 e 4 foram obtidos a partir da média aritmética dos valores

correspondentes a treze amostras, das quais seis delas do tipo Cernambi, quatro obtidas por coagulação ácida do látex e três por defumação.

O tratamento do látex, isto é, o sistema de coagulação empregado, exerce nítida influência sobre as propriedades de cura da borracha. As borrachas naturadas do tipo Cernambi apresentam, via de regra, vulcanização acelerada e tendência mais ou menos acentuada à reversão nos tempos de vulcanização excessiva. Os valores de Carga de Ruptura desde o tempo de 30 minutos de vulcanização são decrescentes, enquanto os valores dos Módulos a 600% de alongamento são ascendentes para decrescerem acentuadamente na zona de vulcanização excessiva.

As borrachas obtidas por coagulação ácida do látex são de cura mais lenta e de maior estabilidade observando-se que os valores das Cargas de Ruptura apresentam tendência crescente em toda a zona de vulcanização ótima, enquanto os valores dos Módulos a 600% de Alongamento são progressivamente ascendentes mesmo na zona de cura excessiva. Os tipos defumados, nas condições da observação, apresentam comportamento intermediário entre o Cernambi de cura acelerada e as borrachas procedentes da coagulação ácida de cura mais lenta. O tipo defumado de borracha de Sapium exhibe propriedades de cura moderadamente acelerada, mas de grande estabilidade evidenciando valores decrescentes de carga de ruptura já a partir de 30 minutos de vulcanização, mas de módulos sempre crescentes até o tempo de 90 minutos de vulcanização.

As Fig. 5 e 6 descrevem o comportamento desses tipos de borracha de Sapium em relação às propriedades tênséis e também no tocante às características de cura.

Em relação às propriedades de Rigidez observa-se que as borrachas de Sapium guardam estreito paralelismo com as boas classes de borracha. Na Fig. 7 estão representadas as curvas que descrevem a correlação entre os alongamentos em percentagem e as correspondentes tensões em kg/cm^2 relativas às amostras de Acre Fina Especial tomadas como padrão de referência (Am 156) e a média dos valores das borrachas de Sapium constantes da Tabela 12. A curva AF na Fig. 7 se relaciona à amostra de Acre Fina

Especial, enquanto a curva M diz respeito à borracha de Sapium. Observa-se que a área do polígono ABCD que representa a rigidez da borracha de Sapium é ligeiramente superior à do polígono AB'C'D' que é a representação gráfica da rigidez da amostra de Acre Fina Especial ainda que essa superioridade, quantitativamente, não apresente significância muito evidente.

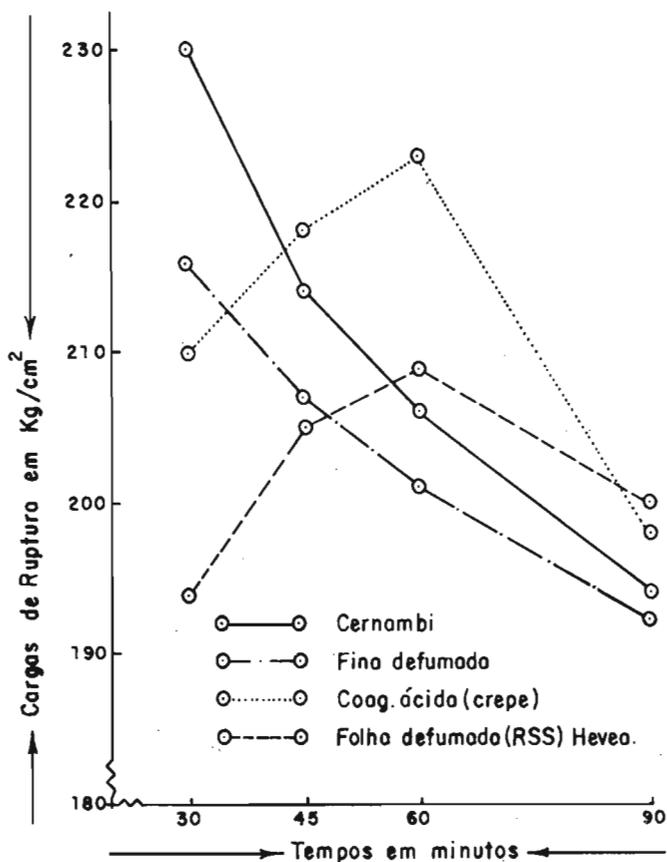


FIG. 5 — Curvas de vulcanização de borrachas de *Sapium* spp, em função de coagulantes. Tempos x Cargas de Ruptura

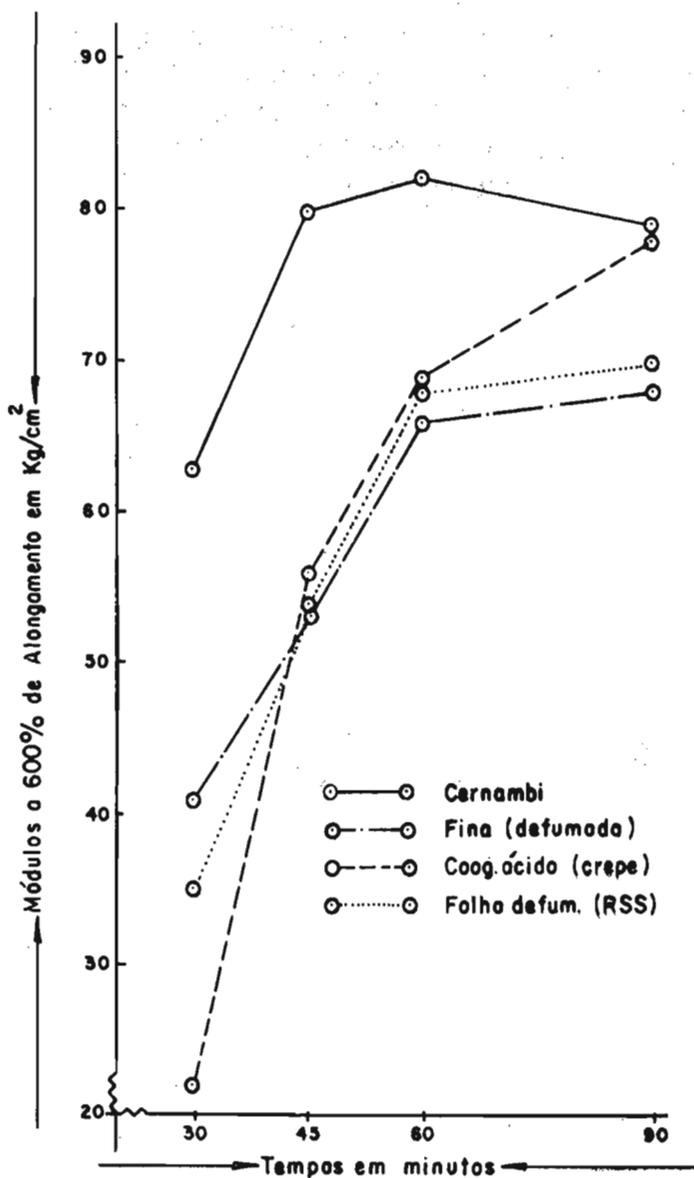


FIG. 6 — Curvas de vulcanização de borrachas de *Sapium* spp em função de coagulantes. Tempos x Módulos a 600%.

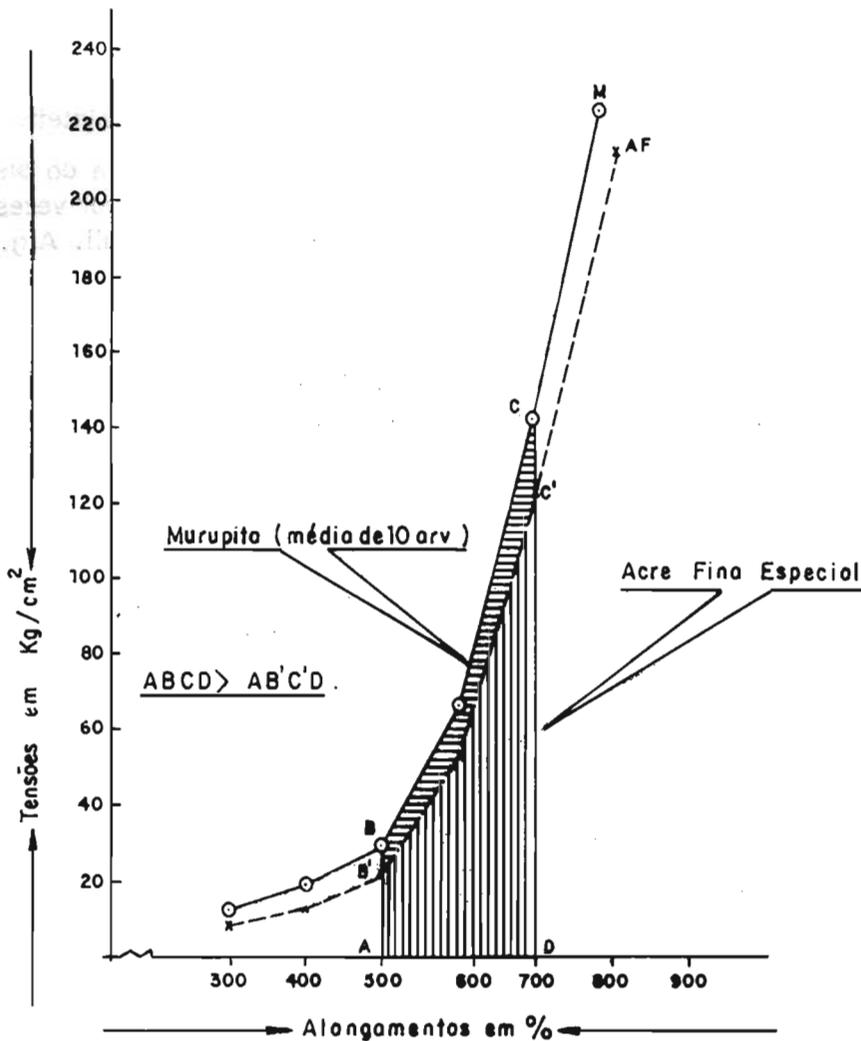


FIG. 7 — Rigidez da borracha de murupita em comparação com a de uma amostra de Acre Fino Especial (Am, 156)

CONCLUSÕES

Algumas espécies do gênero *Sapium* notadamente o *S. aubletianum* (Mull. Arg.) Huber e o *S. taburu* Ule podem ser exploradas nos mesmos moldes da seringueira praticando-se, siste-

maticamente, incisões no tronco com a faca "Jebong" convencional, na forma de espiral em diversas variantes durante o ano inteiro.

— Quanto a produtividade, ela depende da espécie e do sistema de exploração utilizado. Os dados de literatura são, por vezes, conflitantes. Cinco árvores da espécie **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber sangradas pelos autores pelo sistema convencional evidenciam que, pelo menos, esta espécie apresenta bom potencial de produção. Com efeito, enquanto uma árvore produzia apenas 0,7g de borracha seca por corte, em média, outra produziu 36g de borracha seca por corte. É lícito concluir, pois, que mediante um trabalho de seleção e melhoramento da espécie se possa obter clones de alta produtividade e portanto, economicamente viáveis.

— O látex de *Sapium* é na generalidade, de coloração branca, fermentescível, coagulando-se espontaneamente por ação bioquímica. Como o de Hevea, pode ser estabilizado por adição de amônia e coagulado por ação de ácidos orgânicos e minerais na faixa de pH entre 4,8 e 5,7. Coagula-se, também, por ação dos álcoois metílico e etílico e da acetona.

— O pH do látex da espécie **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber ao fluir da árvore é alcalino acidificando-se progressivamente com o tempo. Medido o pH de látices coletados após cerca de 20 minutos de praticada a sangria da árvore apresentou um valor médio igual a 7,12. Abandonadas as amostras ao tempo, sem adição de preservativo, o pH medido nas mesmas foi de 4,85, decorridas 24 horas da coleta, quando a coagulação da borracha era completa e o soro levemente opalescente apresentava cheiro característico de matéria em fermentação.

— A concentração de borracha seca (DRC) no látex da espécie **S. aubletianum** (Mull. Arg.) Huber é muito elevada nas primeiras sangrias, decrescendo rapidamente com as sangrias subsequentes. O DRC do látex coletado da primeira sangria de duas árvores virgens foi de 52,47%, enquanto o teor de sólidos totais (T.S.) foi de 55,56% com uma diferença TS — DRC igual a 3,79 bastante semelhante a do látex de seringueira. Observa-se que a diferença TS-DRC varia em função das oscilações climáticas. Nos meses de estiagem (agosto a dezembro) essa diferença média foi de 3,89 enquanto na época chuvosa (janeiro a abril) foi de apenas

2,30. Na época chuvosa a concentração de borracha no látex (DRC) é também mais baixa do que durante os meses mais secos.

— Entre as espécies do gênero **Sapium** há algumas que produzem borracha de excelente qualidade já conhecida e comercializada durante o ciclo do extrativismo. A composição química dessas borrachas, embora variável em função da espécie produtora e do sistema utilizado no preparo, indica, em tese, elevados teores de Hidrocarboneto Isoprênico e percentuais relativamente baixos de Extrato Acetônico e de Nitrogênio protéico. Quando preparadas com cuidado e esmero, as borrachas de **Sapium** podem apresentar um teor de Cinzas comparável ao das classes superiores de borracha de Hevea.

— A borracha extrativa de **Sapium** é geralmente obtida por coagulação espontânea do látex e, portanto, do tipo Cernambi, uma borracha maturada. Apresenta por isso, características de vulcanização acelerada, mas sem tendência à reversão nos tempos de cura excessiva. Os crepes obtidos por coagulação ácida do látex, pelo contrário, são borrachas de grande estabilidade, de vulcanização medianamente acelerada e de propriedades tênséis que guardam estreito paralelismo com o crepe-látex convencional.

— As propriedades físicas e físico-mecânicas das borrachas de **Sapium** devem ser consideradas excelentes sendo elevados os valores de Cargas de Ruptura e Módulos de Elasticidade a 300 e 600% de alongamento, baixos valores de Deformação Permanente, elevada Rigidez e Dureza Shore, valores satisfatórios de PRI e Plasticidade Wallace propriedades que permitem enquadrar as borrachas de **Sapium** entre as melhores classes.

— Com exceção das amostras procedentes da espécie **S. aubleitianum** (Mull. Arg.) Huber as demais estudadas e referidas na presente monografia são, na maioria dos casos, identificadas simplesmente como borrachas procedentes de um **Sapium** spp. Assim a variação em relação a composição química especialmente no que diz respeito aos teores de Extrato Acetônico deve ser creditada, em parte, à variação nas espécies que deram origem às amostras. Recomendar-se-ia, por isso, um estudo complementar objetivando a precisa identificação da espécie produtora, em cada

caso, a fim de selecionar aquelas que efetivamente apresentam potencial para produzir borracha de alta classe em condições econômicas de exploração, desde que viabilizado seu cultivo racional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. **Annual Book of ASTM Standards 1974**. Philadelphia, p.8. 1974.
- BEKKEDAHL, N. & SAFFIOTI, W. **Látex e borracha de mangabeira**. Belém, IAN, 1948. 42 p. (IAN. Boletim Técnico 13).
- DUNSTAN, W. Rubber of **Sapium jenmani** from British Guiana. **B. Imper. Inst.** 7(1) : 1-7, 1909.
- HUBER, J. Árvores de borracha e de balata da região amazônica. (Novas contribuições). Espécie do gênero **Sapium** (Taburu, Murupita, Curupita, Seringarana). **B. Museu Paraense. Hist. Nat. Ethnogr.**, Belém, História Natural e Ethnographia. 4(4) : 415-37, 1906a.
- HUBER, J. Revue critique des especes du genre **Sapium**, Jacquin. **B. L'Herbier Boissier 2. serie** — Tome 6(5) : 345-2, 1906b.
- JUMELLE, H.L. **Les plantes a caoutchouc et a gutta**. Paris, Challamell, 1903.
- JUMELLE, H.L. **Les cultures coloniales : plantes industrielles**. Paris, Libr. J. B. Baillièrre, 1916.
- LE COINTE, P. **L'Amazonie Brezillienne**. Paris, Challamell, 1922. 2 v.
- LE COINTE, P. **Amazônia Brasileira, III, Árvores e plantas úteis**. 2. ed. São Paulo, Ed. Nacional. 1947.
- MONTEIRO, F.P. **Observações sobre a extração de borracha de sapium, de balata, de massaranduba e de outras gomas afins**. Belém, IAN, 1943. 7 p. (Datilografado).
- MORAES, V.H.F. & PAIVA, J.R. de. **Não articulação dos laticíferos da murupita (*Sapium spp*, Euphorbiaceae)**. Manaus, EMBRAPA-CNPDS, 1981. 2 p. (Pesquisa em Andamento, 3).
- OBSERVATIONS sur l'exploitation des Funtumias au Cameroun. **L' Agron. Trop.** 1(1-2) : 60-8, 1946.
- PAX, F. **Sapium P.Br.** In : ENGLER, A. **Das Pflanzenreich; Regni vegetabilis conspectus**. Leipzig, Verlag, 1912, v. 4, p. 199-258.
- POLHAMUS, L.G. **Rubber, botany, production and utilization**. New York, World Crops books, 1962.
- RELATÓRIO DO BANCO DE CRÉDITO DA BORRACHA, Belém, 1945/47.
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. **Revisions to Standard Malaysia rubber Scheme 1979**. Kuala Lumpur, 1978. (SMR. Bulletin 9).
- RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Analytical Chemical Division, Kuala Lumpur, Malasia. **Manual of laboratory methods of testing Hevea latex**. Kuala Lumpur, 1971.

- SACKETT, G.A. **Report of the Crude Rubber Committee.** *Rubber Chem. Technol.* **17** : 529-32, 1944.
- SCHIDROWITZ, P. **Rubber.** New York, D. Van Nostrand, 1914.
- SOUZA, H.B. de. **Contribuição ao estudo do látex e borracha de Sapium taburu Ule.** S.N.T. Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Química, 1954.
- UPHOFF, J.C. Th. **Rubber producing species of Sapium.** Sil Board of Economic Warfare Development Branch. Rubber Division, Technical Section, 1942, 18p. (Technical Bulletin 4).
- VON ROMBURGH, P. **Les plantes a caoutchouc et a gutta percha cultivée aux Indes Neerlandaises.** Batavia, G. Kolft, C. 1903.
- WALKER, P.H.R. Proceedings of the Second Panamerican Scientific Congress, Dec. 1915 — Jan. 1916. Washington DC. 1916. Section VII v. 8, p. 367-81.
- WISNIEWSKI, A. **Observações sobre a borracha do gênero Sapium.** Belém. IAN 1956. 289-99 p. (IAN : Boletim Técnico 51).
- ZIMMERMAN, A. The rubber producing plants. Their distribution and their cultivation. In: Memmler, K. ed. **The science of rubber.** New York, Rainhold, 1934.



Falangola Editora

Trav. Benjamin Constant, 675
Fone: 224-8166 - Belém-PA.