Uribe

Aspectos técnicos en la Producción de Caucho Hevea

ASPECTOS TECNICOS EN LA PRODUCCION DE CAUCHO HEVEA

Por

Alfonso Uribe Henao

T E S I S

presentada al Instituto Interamericano
de Ciencias Agrícolas

Turrialba Costa Rica

Julio de 1947

C O N T E N I D O

ASPECTOS TECNICOS EN LA PRODUCCION DE CAUCHO HEVEA

Páginas

ALFONSO URIBE HENAO

Nació en Manizales, Colombia (1917). Hizo estudios de bachillerato en la Universidad de Antioquia, Colombia (1931-1936). Terminó estudios de Ingeniería Agronómica en la Facultad de Agronomía (Medellín) de la Universidad Nacional de Colombia (1937-1941). Desde 1942 ocupa el cargo de Ing. Agrónomo Regional en el Departamento de Agricultura del Ministerio de la Economía Nacional de Colombia. Dentro del anterior cargo ha desempeñado las siguientes comisiones especiales: Trapecio Amazónico Colombiano: "Selección de Clones y Estudios Taxonómicos sobre Hevea" (1945). Estación Experimental de Tingo María (Perú); Plantaciones de Hevea (Perú); Viveros de Hevea de Punchana, Iquitos (Perú): "Visitas de observación sobre Hevea" (1946). Trapecio amazónico Colombiano: "Obtención de semillas de plantas de Hevea resis-

tentes al Dothidella Ulei, para los Gobiernos de Perú y Colombia" (1946).

Instituto Inter-Americano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica: "Estudios de especialización en Hevea" (Mayo 1946 - Julio 1947).

Durante este último período fue comisionado para visitar la Sección de Plantas Industriales, Suelos e Ingeniería Agrícola, Investigaciones Caucho del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos son debidos al Dr. Ralph H. Allee, Director del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y al personal técnico del Instituto, especialmente al Ing. Agrónomo Ernesto H. Casseres, Olericultor del Departamento de Fitotecnia.

Asimismo se agradece al Dr. R.E. Schultes, Botánico de la Universidad de Harvard su eficaz cooperación.

Nuestro reconocimiento al Dr. R.D. Rands, Jefe Investigaciones Caucho de la Sección de Plantas Industriales, Suelos e Ingeniería Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; personal técnico de la Estación Experimental de Caucho, Turrialba, Costa Rica, Dr. E.P. Imle, Dr. M.H. Lanfgord, Dr. M.F. Barrus, Ing. Agrónomo Arturo Lizano; Estación Experimental de Caucho "Los Diamantes", Costa Rica; Dr. W.E. Manis y Plantaciones de Caucho *Hevea* de la Goodyear Rubber Co., Costa Rica, Dr. W. N. Bangham y Sr. Hernán Echeverri.

INTRODUCCION

A pesar de ser el Hevea una de las plantas de más reciente cultivo, la técnica alcanzada en su explotación y las investigaciones realizadas en la obtención de su mejoramiento, la colocan a la par de aquellas otras plantas de mayor importancia económica. Algunas de las notables realizaciones adquiridas no favorecen únicamente al Hevea, sino que marcan la pauta a seguir en el mejoramiento de muchas otras plantas.

El propósito primordial de este trabajo es el de hacer una exposición de los principales factores o aspectos técnicos que deben tenerse en cuenta en el planeamiento y desarrollo del cultivo de la Hevea, para poder obtener de él en la forma más económica el máximo beneficio. Se ha dado preferencia a los aspectos técnicos concernientes al Hevea de mayor importancia, sin pretender exponerlos todos. No es pues su objetivo dar a conocer todos aquellos detalles y sistemas aconsejables y necesarios en su explotación, que pudieran considerarse como principios elementales, y que más bien vienen a ser prácticas corrientes del cultivo.

Las investigaciones sobre Hevea aconsejan muchas veces diferente técnica para un mismo aspecto de su cultivo, dependiendo ésta de circunstancias especiales y de las características del sitio en que se encuentre o vaya a localizarse el cultivo, así como también de las condiciones de desarrollo vegetativo y estado de la plantación. En consecuencia se

procuró en cuanto fue posible seleccionar aquella técnica que se consideró más adaptable a las circunstancias especiales de este Hemisferio.

Además se contemplan y tratan en forma general algunos aspectos que aunque no encuadran precisamente dentro de la técnica del cultivo, sí es de interés exponerlos y conceptuar sobre ellos ya que unos están íntimamente ligados a la producción de caucho y otros son de importancia conocerlos pues en una forma u otra han influenciado de manera decisiva en el desarrollo de la vasta industria cauchera en el Lejano Oriente, siendo también un buen índice para poder juzgar sobre la conveniencia en el establecimiento de plantaciones de Hevea en el Hemisferio Occidental.

En general los temas tratados son de particular importancia para todos aquellos que estén interesados en cuestiones relacionadas con caucho.

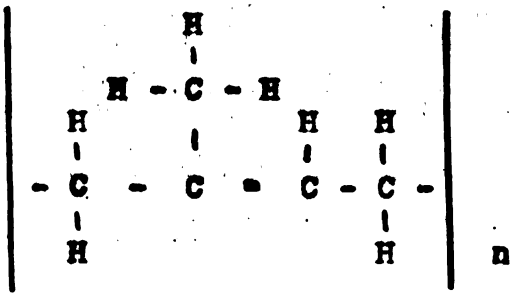
Las instrucciones prácticas y teóricas suministradas por el personal técnico de la Estación Experimental de Caucho de Turrialba y Estación Experimental de Caucho "Los Diamantes" (Dept. Agr. E.E.U.U. en cooperación con Costa Rica). Plantaciones de Caucho Hevea de la Goodyear Rubber Co. de Costa Rica, formaron el criterio del autor sobre el tema tratado y lo capacitaron para la interpretación de la literatura leída sobre la materia.

Además, la permanencia por más de 6 meses en las selvas del Amazonas asistiendo al Dr. R.E. Schultes en sus

trabajos taxonómicos sobre Hevea y selección de clones superiores, así como también observaciones personales sobre los trabajos experimentales en Hevea que se llevan a cabo en el Perú en la Estación Experimental de Tingo María (U. S.D.A. en cooperación con el Perú), Plantaciones de caucho Yurac No. 1, Viveros de Hevea de Punchana, Iquitos, Perú y una especial visita a la Sección de Plantas Industriales, Suelos e Ingeniería Agrícola, Investigaciones Caucho del U.S.D.A., contribuyó grandemente en darle al autor una orientación sobre las cuestiones relacionadas con Hevea.

I. CAUCHO

Químicamente el caucho es un hidrocarburo cuya fórmula empírica es $(C_5 H_8)n$. El caucho es un polímero del isopreno, cuerpo orgánico que pertenece al grupo de los hidrocarburos insaturados, siendo su fórmula estructural:



Se ha comprobado que el isopreno o 2 metil butadieno se encuentra en gran cantidad en las plantas y que él entra en la formación de sus tejidos. Pertenece al mismo grupo del dimetil butadieno $(C_6 H_{10})$ y del butadieno $(C_4 H_6)$. Este último cuerpo es empleado en la elaboración de uno de los más importantes productos sintéticos semejantes al caucho, conocido con el nombre de Buna-S (8), (23).

Físicamente el caucho es una sustancia elástica e impermeable, teniendo además muchas otras propiedades características que lo hacen útil para variadas aplicaciones.

Se le encuentra en forma de coloide con movimientos brownianos en un líquido lechoso llamado látex producido por numerosas plantas, sustancia que contiene también resinas, proteínas y otros cuerpos.

A esta sustancia elástica se le dá diferentes denominaciones en los países de habla hispana, casi todas ellas

derivadas de palabras indígenas y así en el Perú se le llama Jeve, de "Heve" o "Jevé", nombre con el que la conocían los indios de la Provincia de Esmeraldas en la Costa Pacífica del Ecuador. En Méjico y Centro América se le conoce como Hule, posiblemente tomado de "Ulli" o "Ule" palabra con que designaban los indios de Méjico al producto del árbol Castilla. En Bolivia se le conoce por Goma y en Colombia, Ecuador, Venezuela y otros países por Caucho, derivado de "Cahuchu" que en lenguaje indígena significa árbol que llora.

La palabra Caucho es quizás la más apropiada por ser la que castizamente expresa con mayor exactitud el significado de sustancia elástica, ya que Hule también quiere decir tela impermeable; Goma tiene una acepción muy amplia pues comprende muchas otras sustancias no elásticas y Jeve es una palabra que aunque castellanizada es de un uso muy restringido. De aquí pues que se adopte la palabra caucho, en este trabajo, para designar al producto elástico proveniente del árbol de Hevea y de otras plantas.

No se sabe desde cuándo es conocido el caucho. Los indios de América conocían y utilizaban esta sustancia desde mucho antes de la llegada de los españoles. Colón en su segundo viaje en 1492 a la isla de Haití, observó que los nativos usaban el caucho en sus juegos. Los Aztecas en Méjico empleaban el "ulli" o "ule" para hacer pelotas y zapatos y también quemándolo en sus ceremonias religiosas. El historiador Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés menciona que en 1536 los indios del Amazonas fabricaban diferentes artículos

de caucho (23), (46), (31).

El caucho que no se encuentra en la naturaleza en forma sólida como se conoce en el comercio, se obtiene del látex producido por ciertas plantas el cual al ser coagulado por procedimientos especiales toma la forma de un sólico elástico.

Hoy en día los usos del caucho son múltiples y variados y es considerado como una sustancia indispensable en tiempos de paz y estratégica en tiempo de guerra.

II. PLANTAS PRODUCTORAS DE CAUCHO

En la naturaleza existe un gran número de plantas que producen látex, las que pertenecen principalmente a las familias Moracea, Euforbiacea, Caricacea, Sapotacea, Apocinacea, Asclepiadacea, Artocarpacea, Compuesta y también a otras de menor importancia. El látex se encuentra contenido en diversas formas en las diferentes partes de las plantas: hojas, tallos, raíces, ramas y en general en todos los órganos de las plantas según la especie a que pertenezcan y pueden ser árboles de considerable tamaño y también arbustos o plantas trepadoras y herbáceas. No de todas las plantas que contienen látax puede obtenerse caucho y también hay plantas productoras de caucho que no contienen látex. El Eucomia ulmonoides no posee vasos laticíferos y sin embargo suministra una sustancia de la cual puede obtenerse caucho (13).

La composición del látex varía en las diferentes especies y puede utilizarse en múltiples formas según esta última circunstancia y así del látex de las plantas pueden obtenerse tres productos principales: Caucho, como el obtenido del látex de Hevea, Castilla y otras plantas. Sustancias parecidas o cercanas al caucho como la balata, gutta-percha y chicle que provienen de las especies Manilkara bidentata, Palaquium spp., y Achras sapota respectivamente. Sustancias medicinales y otros usos como las que se obtienen por ejemplo del látex de la papaya (Carica papaya) que contiene la papaína, fermento digestivo que se usa en lugar de la pepsina.

Existen numerosas plantas productoras de caucho perteneciendo las más importantes de ellas a las familias Euforbiacea, Moracea, Compuesta, Apocinacea y otras.

Se calcula que los árboles silvestres productores de caucho en la América del Sur, cubren un área de 2.250.000 millas cuadradas (39). Aproximadamente las dos terceras partes de esta extensión se encuentran en el Brasil y el resto en Colombia, Venezuela, Perú y Bolivia. Las diferentes especies de Hevea y Castilla ulei han sido las principalmente explotadas y han sido también la fuente de la mayor parte del caucho producido en el Amazonas.

Muchas de las plantas productoras de caucho han sido ensayadas y cultivadas comercialmente, muchas otras solamente se las ha explotado en su estado silvestre. De todas ellas posiblemente el Hevea es el que más se ha explotado en su estado natural y cultivado en mayor extensión,

siendo hoy en día el árbol preferido para el establecimiento de plantaciones por la superior calidad de su producto y las ventajas que ofrece sobre las demás plantas para su cultivo. Sin embargo algunos países que carecen de climas y suelos apropiados para Hevea y no poseen colonias tropicales, han hecho esfuerzos por obtener el valioso producto en su propio territorio y no depender en su suministro de otros países. Con este fin se cultivan algunas plantas productoras de caucho diferentes al Hevea. Tal es el caso de Rusia en donde se cultiva en grandes extensiones el Taraxacum kok-saghyz.

Se mencionan aquí algunas de las principales plantas productoras de caucho, diferentes al Hevea, anotando su distribución, importancia económica, sus ventajas y desventajas con respecto al Hevea, sin entrar en consideraciones botánicas.

CASTILLA. Este género pertenece a la familia Moracea. A las diferentes especies de este género se les da incorrectamente el nombre genérico de Castilloa. El nombre correcto del género es Castilla el cual fue dado en honor del Sr. Juan Castillo. Posiblemente un error tipográfico ocasionó el error tan generalizado (63).

El Castilla se encuentra silvestre en gran parte de los países tropicales desde el Sur de México hasta el Perú y Brasil. Su distribución en el valle del Amazonas se extiende desde los Andes hasta el río Tocantines y también se le encuentra en los afluentes sur del Amazonas y en los

ríos Trombetas y Río Negro. El Castilla Ulei es la única especie que se encuentra en el Amazonas. Existen muchas especies pertenecientes al género Castilla entre las cuales se encuentran el Castilla Panamensis nativa de Panamá, Castilla Costaricana de Costa Rica, Castilla elastica y Castilla lactiflua de Méjico, Castilla Ulei del valle del Amazonas, Colombia, Perú, Brasil y Bolivia (63).

Los usos del caucho de Castilla fueron observados por Sahagún en Méjico (1528) y Hernández (1570) en donde se le conocía con el nombre de "ulli" o "ule" por los indios Aztecas (13). El Castilla fue el primer árbol explotado comercialmente la que se inició en 1882 en los países amazónicos. De él provino la mayor parte del caucho obtenido en el siglo pasado. Como consecuencia de su intensa explotación los árboles de Castilla del Amazonas fueron casi totalmente exterminados hasta el punto de que numerosos científicos en sus reconocimientos botánicos no hallaron especímenes de Castilla.

El Castilla fue preferido en un principio para su explotación por el mayor rendimiento en látex de sus árboles y mayor facilidad para trabajarlos. En el Sur de Méjico se inició la plantación de Castilla en el año de 1872 y su extensión fue aumentando paulatinamente hasta llegar a 135,000 acres en 1910. Debido a la exterminación de los árboles en los lugares accesibles del Amazonas, al descubrimiento de que el Hevea producía un caucho de mejor calidad y daba mayor rendimiento y a la iniciación de la producción de las plantaciones de Hevea en el Oriente, la explotación del Castilla

Castilla costaricana

en su estado silvestre

No. 1

fue abandonada casi totalmente y así México que produjo 8,000 toneladas en 1910, su producción bajó a 1 tonelada en 1928. En el Oriente se establecieron plantaciones más o menos extensas de algunas especies de Castilla, pero los resultados obtenidos no fueron muy buenos y muchos de los árboles plantados fueron destruídos. Como consecuencia de la guerra los árboles de Castilla han vuelto a ser explotados, calculándose que la producción de caucho de estos árboles fue en este Hemisferio de 6,000 a 7,000 toneladas en 1942.

Al Castilla se debe uno de los acontecimientos más trascendentales en el desarrollo de la industria del caucho, como lo es el descubrimiento de la vulcanización. El árbol de Castilla contiene una enzima que deteriora el caucho. Las investigaciones de Goodyear por encontrar un procedimiento para resolver el problema lo condujeron al invento de los métodos de vulcanización.

El Castilla requiere aproximadamente las mismas condiciones de clima y suelo que el Hevea y la calidad de su caucho es lo suficientemente buena para justificar su cultivo. Parece que requiriera métodos de cultivo más simplificados que el Hevea y no es susceptible a la enfermedad sudamericana de la hoja (Dothidella Ulei) lo que le dá una enorme ventaja sobre éste. Sin embargo su rendimiento en látex es muy incierto, no pudiendo ser sangrado con la misma frecuencia que el Hevea lo que hace que su producción sea menor. Las heridas causadas por los cortes de sangría sanan con di-

ficultad y lentamente y muchas veces causan la muerte del árbol cuando practicadas con mucha frecuencia y profundidad. El caucho de Castilla contiene un fermento o enzima que desmejora su calidad y aún cuando se investiga para salvar esta última dificultad todavía no se ha llegado a resultados satisfactorios. Además mientras el Hevea puede ser sangrado de los 5 a 6 años, en adelante, se ha encontrado que el Castilla antes de los 10 años dá muy bajo rendimiento y que serían necesarios 20 años para justificar su sangría. Todas estas circunstancias hacen que sea más aconsejable el Hevea para utilizar en plantación. Sin embargo se efectúan experimentos tendientes a buscar métodos de sangría más aconsejables en el Castilla para aumentar su rendimiento y se realizan investigaciones y selecciones para su mejoramiento.

El Castilla es llamado caucho, caucho negro, castilloa y hule según las regiones en donde se encuentre. Después del Hevea se le considera ser la más importante planta productora de caucho. (63), (60), (39), (13), (23).

PARTHENIUM. Pertenece a la familia Compuesta. La especie más conocida es le Parthenium argentatum, vulgarmente conocida con el nombre de Guayule.

El guayule es una planta pequeña de hojas grises que crece en las regiones secas hacia el norte de Méjico y parte sur de Texas en Estados Unidos. Carece de látex y su caucho se produce en células especiales que no se encuentran en la corteza, por lo que requiere de procesos mecánicos para su extracción. Su explotación se conoce desde 1902. En el

año de 1911 se produjeron en México 8,146 toneladas pero ésta descendió considerablemente en los años siguientes. Ha sido cultivado en México y en Estados Unidos, en California, en donde se plantaron 38,000 acres en el año de 1943. A los 4 años puede iniciarse su explotación pero requiere costosa maquinaria para la extracción de su caucho en una explotación económica. Cálculos efectuados indican que con cultivo y labores de extracción mecanizadas se puede producir a un costo de 20 centavos de dólar la libra. Sin embargo el guayule es susceptible a una enfermedad de las raíces que puede limitar su cultivo. Se dice (11) que como consecuencia de esta enfermedad, en Texas fue cerrada una fábrica para la extracción de caucho de esta planta en el año de 1926. La fábrica fue abierta nuevamente en 1943 como consecuencia de la guerra pero utilizando el guayule silvestre. Hasta el presente no se la considera como que pueda competir económicamente con el Hevea pero se le aprecia como la tercera planta en importancia en el establecimiento de plantaciones de caucho.

MANIHOT. Pertenece a la familia Euforbiacea. Este género comprende muchas especies pero solamente 4 son de importancia como productoras de caucho. Estas 4 especies son la Manihot glaziovii, M. heptaphylla, M. piauhyensis y M. dichotoma. La Manihot glaziovii es la más importante y ha sido la única especie cultivada. Su producto se conoce como caucho cereá o manicoba. Es nativa de las regiones secas del Brasil especialmente del Estado de Cerá. No agota tan

rápidamente la fertilidad del suelo como el Hevea y tiene la ventaja sobre éste de producir más pronto, pues sus árboles pueden ser sangrados a los dos años de edad. Sin embargo su rendimiento es mucho más bajo. Fue plantada en el Africa Oriental existiendo hasta 1943 aproximadamente 43,000 acres. Parece que las plantaciones han sido abandonadas y los árboles cortados, (39), (64), (23).

HANCORNIA. Este género pertenece a la familia Apocinacea y solamente comprende la Hancornia speciosa. Es un arbusto nativo de ciertas regiones del Brasil y que alcanza alturas de 16 a 24 pies. Es cultivado en Paraguay y Venezuela para la obtención de su fruto que es de sabor agradable. Su producto es llamado Mangabeira, Santos Sheets y Río Sheet siendo poco elástico y de inferior calidad. Desde el año de 1879 se le conoce en el mercado y en 1904 se exportaron de la América aproximadamente 904 toneladas. La producción en 1945 fluctuó entre 400 y 500 toneladas. El látex se encuentra en el tallo, hojas, frutos y en general en todos los órganos de la planta, teniendo ésta una amplia adaptabilidad a diferentes tipos de suelos. Su caucho es de inferior calidad al de Hevea, siendo poco elástico y duro cuando envejece (65), (39), (16).

SAPIUM. Pertenece a la familia Euforbiacea. Comprende este género numerosas especies productoras de caucho entre las cuales están el Sapium tolimense, Sapium taburu, S. eglandulosum. Se le encuentra silvestre en el valle del

Amazonas y en los Andes en Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela hasta alturas de 8,000 pies. En Colombia existen el S. eglandulosum y S. tolimense. Sinónimos de esta última son el S. varum y S. themsoni. El producto es conocido en Colombia como caucho blanco y caucho vírgen y parece ser de muy buena calidad, apreciándose igual a la del Castilla. La producción de este caucho en 1945 fue aproximadamente de 125 toneladas. El S. tuburu es considerada como la especie de mayor valor y algunos la colocan en primer lugar después del Hevea. Produce menos látex que el Hevea y es atacada en el corte de sangría por insectos, (57), (66).

FICUS. Es un género de la familia Moraceae. La única especie productora de caucho cultivada parece ser el Ficus elastica. Es nativa del Sureste de Asia. Se informa que la primera plantación de caucho que se estableció en el mundo fue de esta especie en la isla de Java en 1861. Su producto es conocido como Rambeong y también como India-rubber, nombre este último de donde provino el nombre de "rubber" dado el caucho en el idioma inglés. Esta planta es interesante desde el punto de vista histórico porque de su látex se fabricó en Inglaterra el primer borrador. Necesita un largo período de tiempo para poder recuperar su capacidad de producción, lo que hace que su rendimiento por acre sea bajo. Su producción es muy irregular. Debido al amplio desarrollo de su copa, el número de árboles por acre es muy limitado. Por estas circunstancias no es aconsejable para plantaciones, comparativamente con Hevea (61), (39).

FUNTUMIA. Es un género de la familia Apocinacea. El Funtumia elastica llamada también Kickxia elastica es nativa del Africa Occidental. Requiere aproximadamente el mismo suelo y clima del Hevea. Se plantó en el Africa en la costa del Cameroons pero las plantaciones fueron abandonadas en 1919. Su rendimiento es muy bajo y necesita como el Castilla y Ficus largos períodos de descanso, siendo también muy lento su desarrollo (23), (39).

CRYPTOSTEGIA. Pertenece a la familia Asclepiadacea. Dos especies: Cryptostegia grandiflora y C. madagascariensis nativas de Madagascar e India, fueron introducidas a la América como plantas ornamentales. Se dice que produce un caucho de calidad semejante al de Hevea. Se le consideró de posibilidades comerciales y se cultivó experimentalmente en Florida, Estados Unidos. El caucho se obtiene de su látex pero éste no puede extraerse económicamente sino por medios mecánicos. El látex se encuentra en todas las partes de la planta excepto en la madera del tallo y la raíz. Ningún método práctico ha sido inventado para la extracción de su látex, siendo su rendimiento bajo. En Haití se han hecho ensayos de plantaciones comerciales y en 1942 fueron plantados 30,000 acres de esta planta y se inició su producción en pequeña escala (39), (67).

TARAXACUM. Es un género de la familia Compuesta. En la América se encuentra silvestre la especie Taraxacum officinale. El Taraxacum kok-saghyz es la especie del Asia

Cryptostegia sp.

No. 2

y es cultivada en Rusia en una extensión de 2.000.000 de acres (1941). Su producción es de 30 a 60 libras de caucho por acre y tiene la ventaja de poderse cosechar el mismo año de sembrado. El látex se encuentra contenido en vasos laticíferos en la raíz y es considerado como excelente, pero su extracción es preciso hacerla por métodos mecánicos. En los Estados Unidos se ha sembrado experimentalmente pero aún no ha sido determinado si sus costos de producción y rendimiento justifican su cultivo. Esta planta es conocida con el nombre de Dandelion (diente de león) (12), (68).

PLANTAS RASTRERAS. Muchas plantas productoras de caucho crecen en forma rastrera, tendiéndose y extendiéndose a través del suelo y árboles vecinos. En Africa el caucho silvestre es obtenido principalmente de estas plantas. Existen varias especies nativas del Africa pertenecientes a los géneros Landolphia y Clitandra como la Landolphia owariensis, L. stolzii, Clitandra elastica y C. orientalis. Se han hecho cultivos de estas plantas pero parece no ser aconsejable por su bajo rendimiento. La Landolphia stolzii fue plantada en el Africa Oriental pero las plantaciones se abandonaron por el alto costo de su beneficio. Las experiencias que se tienen indican que se presentan dificultades en su cultivo, siendo necesario podas frecuentes (39).

III. EL GENERO HEVEA

A. Taxonomía

El género Hevea es reconocido (52) como uno de los más importantes de la familia Euforbiaceae, a la cual pertenece, familia que comprende alrededor de 7,000 especies entre las cuales se encuentran árboles y arbustos que son fuente de sustancias y productos variados de vital importancia económica.

Con respecto a la taxonomía del género Hevea ha existido desde 1775, fecha en que fue establecido, mucha confusión y contradicción. Desde entonces numerosos botánicos se han ocupado de su estudio y clasificación, sin que hasta el presente se haya logrado establecer en forma más o menos precisa el número de especies que comprende.

La hoya amazónica es el principal habitat natural del género y no se le ha encontrado silvestre en ninguna otra parte del mundo. Las diferentes especies se encuentran distribuídas en la amazonia Brasilera, el Oriente Colombiano y Peruano, el Noreste Boliviano y las Guayanas. No se sabe con certeza las causas naturales que determinan su localización en diferentes zonas geográficas pero parece (52) que una de las más fundamentales es la composición química y el origen geológico de los suelos.

Schultes (52) en resientes estudios efectuados en la Amazonia Colombiana, ha encontrado que la distribución geográfica de algunas especies del género Hevea corresponde

a distintas áreas geológicas de los suelos en la región anteriormente mencionada.

En el año de 1736 el astrónomo y matemático francés Charles De La Condamine, visitó la Provincia de Esmeraldas en la Costa Pacífica del Ecuador y después de haber recorrido el Amazonas y visitado la Guayana Francesa informó sobre la existencia de algunos árboles que producían látex, llamando la atención sobre la importancia industrial que podría tener el caucho (13), (31). Posteriormente, en el año de 1775, Fusée Aublet designó con el nombre botánico Hevea guianensis, a un árbol productor de látex, nativo de la Guayana Francesa, estableciendo así por primera vez el género Hevea con la especie antes nombrada. El nombre genérico de Hevea lo tomó Aublet de la palabra "heve" con la cual llamaban los indios de la Costa Pacífica del Ecuador a un árbol que producía látex y el que más tarde fué clasificado como Castilla (31). Dedúcese de ésto que con el nombre indígena de "heve" no se designaba al árbol de caucho Hevea sino al de Castilla. Debido a esta circunstancia el nombre de Hevea de Aublet trajo mucha confusión. Algunos atribuyendo éste nombre como originario de la Provincia de Esmeraldas, supusieron que el árbol de Hevea había sido descubierto por La Condamine en la Costa Pacífica del Ecuador, hecho que no podía ocurrir puesto que en esa región no se encuentra el Hevea sino el Castilla y así en 1876 James Collins, tenido como uno de los más conocedores en cuestiones de Hevea, atribuyó a La Condamine el hallazgo del Hevea en el Ecuador. Otros creyeron que la Provincia de

Esmeraldas estaba situada en el Brasil, en donde crecía el árbol de caucho Hevea en gran abundancia conociéndosele con el nombre de Para por el hecho de que la ciudad Brasilera de Para, hoy Belem, formó en ese tiempo el más importante centro comercial de caucho. De aquí el que muchos con el fin de evitar interpretaciones erróneas adoptaron el nombre de "Arbol de Para" para referirse al Hevea.

En la opinión de numerosos botánicos (13), se cometió un error al asociar el nombre vernáculo de "heve" de la Región de Esmeraldas al árbol nativo de la Guayana Francesa y el nombre de Hevea de Aublet fué considerado como un homónimo y reemplazado por el de Sinhonia. Posteriormente se le dió otra vez el nombre de Hevea violándose así, según el concepto de algunos, una de las reglas básicas de la nomenclatura botánica, pues nombres tenidos como homónimos no pueden ser utilizados nuevamente (13). Sin embargo no parece que hubiera error en esta designación ya que Hevea no es ni ha sido homónimo de ningún nombre botánico sino que fué tomado de un nombre vulgar.

En el año de 1791 Richard Spruce dió el nombre genérico de Sinhonia al caucho de Para, para varias especies descubiertas por él en el Brasil como la Sinhonia lutea, S. paraiflora, S. discolor. Otros botánicos le dieron diferentes nombres científicos como Jatropha, Cautchouc elasticum, Sinhonanthus, Micandra. En el año de 1865 Mueller Argoviensis le dió nuevamente el nombre de Hevea, que aunque considerado

por algunos en desacuerdo con la regla de la nomenclatura botánica, parece haber sido adoptado definitivamente. Desde estos tiempos numerosos botánicos como Spruce, Martius, Richard Schomburgk, Mueller Argoviensis y más recientemente Ule, Huber y Ducke, se dedicaron al estudio del género Hevea, coleccionando especímenes y clasificando muchas especies.

Sobre la clasificación de las especies ha habido muchas discrepancias y discusiones entre los botánicos que se han dedicado a su estudio y revisión. La determinación de las especies de Hevea es cuestión sumamente difícil debido principalmente a las diferencias tan sutiles que existen entre ellas y a la gran variabilidad de sus características florales, considerándose sea un género en formación. Esto, sumado a la gran dificultad que se tiene para la recolección de especímenes por la amplia distribución del género Hevea y por encontrarse en regiones insalubres poco nada colonizadas, muchas de ellas deshabitadas y de difícil acceso, ha ocasionado una serie de periódicas revisiones y rectificaciones del género Hevea y sus especies y ha obstaculizado hasta el presente la diferenciación y clasificación de otras. A este respecto Schultes (58) dice: "Es difícil diferenciar ciertas especies de Hevea debido al material incompleto e insuficiente de que se dispone actualmente", y agrega: "Me atrevo a decir que en el sistema amazónico de Colombia existen variaciones subespecíficas que no han sido clasificadas todavía. Infortunadamente, no disponemos ni de las colecciones

ni de los datos o conocimientos suficientes para presentar en los actuales momentos un estudio pormenorizado de todas las sub-divisiones".

Diferentes botánicos como Spruce y Pax anotan también la dificultad para la recolección de especímenes debido a la gran altura de los árboles y para la clasificación y determinación de las especies por el material incompleto de que se disponía (31).

Para que se pueda apreciar mejor la gran diversidad de criterio que ha existido entre los botánicos, en lo referente a la clasificación de las especies de Hevea, posiblemente debido a las dificultades anotadas anteriormente, basta citar dos casos en dos de las especies más importantes: la Hevea brasiliensis y la Hevea guianensis. Antes de ser adoptado definitivamente el nombre específico de Hevea brasiliensis, esta especie tuvo los siguientes nombres botánicos:

H. janeirensis Muell. Arg.

H. sieberi Warburg

Siphonia brasiliensis H.B.K.

var. stylosa Huber

var. cuneata (Huber) Pax

H. lutea var. cuneata Huber

H. cuneata Huber

H. sp. "itauba" Ule

H. peruviana Lechler ex Huber

var. randiana (Huber) Pax

Hevea brasiliensis en flor

No. 3

Hevea brasiliensis

No. 4

La Hevea guianensis fue clasificada también como:

Jatropha elastica L.

Caeutschoua elastica Gmel.

Siphonia cahuchu Willd.

Siphonia elastica Pers.

Siphonia guianensis Juss.

Siphonanthus elasticus Schreb.

Mueller Argoviensis (31), en 1873-1874, reconoce las siguientes 11 especies:

H. spruceana Muell. Arg.

Siphonia spruceana Benth.

H. discolor Muell. Arg.

Micrandra ternata R. Brown

Siphonia discolor Benth.

H. membranacea Muell. Arg.

H. pauciflora Muell. Arg.

Siphonia pauciflora Benth.

H. rigidifolia Muell. Arg.

Siphonia rigidifolia Benth.

H. nitida Muell. Arg.

H. benthamiana Muell. Arg.

H. lutea Miell. Arg.

Siphonia lutea Benth.

H. brasiliensis Muell. Arg.

Siphonia brasiliensis Kunth.

Hevea guianensis

No. 5

H. janeirensis Muell. Arg.

H. guianensis Aubl.

Jatropha elastica Linn.

Siphonia elastica Pers.

Siphonia cahuchu Willd.

Posteriormente (1910) Pax (31) reconoció las siquientes 17 especies:

H. benthamiana Muell. Arg.

H. discolor Spruce

H. duckei Huber

H. nitida Muell. Arg.

H. paludosa Ule

H. brasiliensis (H.B.K.) Muell. var. janeirensis (Muell. Arg.) Pax

H. janeirensis Muell. Arg.

H. sieberi Warburg.

Siphonia brasiliensis H.B.K.

var. stylosa Huber

var. cuneata (Huber) Pax

H. lutea var. cuneata Huber

H. cuneata Huber

H. sp. "itauba" Ule

H. peruviana Lechler ex Huber

var. ranciana (Huber) Pax

H. lutea (Benth.) Muell. Arg.

H. apiculata Baill.

H. lutea var. apiculata Muell. Arg.

H. peruviana Lechler ex Benth.

Siphonia lutea Benth.

Siphonia apiculata Spruce ex Baill.

H. rigidifolia (Benth.) Muell. Arg.

Siphonia rigidifolia Spruce

H. spruceana (Benth.) Muell. Arg.

Siphonia spruceana Benth.

H. similis Hemsl.

H. discolor (Benth.) Muell. Arg.

H. parensis Baill.

Siphonia discolor (Benth.)

Micrandra ternata R. Brown

H. minor

H. pauciflora (Benth.) Muell. Arg.

H. confusa Hmsl.

H. spruceana Oliv.

H. guianensis Aubl.

Jatropha elastica L.

Caoutschoua elastica Gmel.

Siphonia cahuchu Willd.

Siphonia elastica Pers.

Siphonia guianensis Juss.

Siphonantus elasticus Schreb.

H. nigra Ule

H. collina Huber

Hevea pauciflora

var. coriacea
No. 6

Hevea pauciflora

var. coriacea

No. 7

Jacques Huber (25) hizo un estudio del género Hevea a principios del siglo XX (1905-1906) en el cual reconoció 21 especies, y dá la siguiente disposición sistemática de las especies del género Hevea:

Sección I. Euhevea Muell. Arg. (Un verticilo de anteras)

1. H. guianensis Aubl.
2. H. nigra Ule

Sección II. Bisiphonia Muell. Arg. (Dos verticilos de anteras)

Serie Luteae. Dos verticilos incompletos de anteras. Inflorescencias amarillentas o pardacentas. Botones de las flores masculinas acuminados.

I.	Disco de la flor masculina rudimentario.	3. H. lutea Muell. Arg. 4. H. apiculata Muell. Arg. 5. H. cuneta Hub. (incl. H. peruviana Lechl.).
II.	Disco de la flor masculina estrellado.	6. H. Benthaminana Muell. Arg. 7. H. Duckei Hub. 8. H. paludosa Ule
III.	Disco de la flor masculina con segmentos alargados.	9. H. rigidifolia Muell. Arg.

Serie Intermediae. Dos verticilos completos de anteras. Inflorescencias amarillentas o blancuzcas. Botones de las flores masculinas acuminados.

I. Estilo bien desenvuelto, manifiestamente alargado.	10.	H. minor Hemsley
	11.	H. microphylla Ule
	12.	H. Randiana Hub.
II. Estilo obsoleto estigmas sesiles	13.	H. brasiliensis Muell. Arg.

Serie Obtusiflorae. Dos verticilos completos de anteras. Estigma sesil, Inflorescencias blancuzcas, o más o menos rosadas, Botones de las flores masculinas obtusos.

I. Disco de la flor masculina compuesto de 5 glándulas acuminadas.	14.	H. Spruceana Muell. Arg.
	15.	H. similis Hemsley
	16.	H. discolor Muel. Arg.
II. Disco de la flor masculina compuesto de glándulas acuminadas.	17.	H. pauciflora Muell. Arg.
	18.	H. confusa Hemsley
Incertae sedis.	19.	H. nitida Muell. Arg.
	20.	H. viridis Hub.
	21.	H. Kuntiana Hub.

Más tarde, Huber (17) reconoció 3 nuevas especies: H. foxii Huber, H. glabrescens Huber, H. peruviana Lehler y dos variedades: H. brasiliensis Muell. Arg. var. stylosa Hub. y H. spruceana Muell. Arg. var. tridentata Hub. completándose así a 24 el número de especies dadas por este botánico.

Hevea viridis

No. 8

Pax (31) cree que Huber describió muchas de las especies basándose en los caracteres de las hojas únicamente y La Rue (31), especialista en investigaciones sobre caucho, después de haber hecho un estudio del material de las especies de Huber en el Museu Goeldi, Brasil, conceptúa que éste, a quien reconoce como al botánico de mejores conocimientos con respecto al género Hevea, tuvo la tendencia a describir las especies sobre un material inadecuado y basándose en pequeñas diferencias poco constantes.

En 1935 el botánico Brasilero Adolpho Ducke (18), discípulo de Huber hoy reconocido como el major botánico sobre el Hevea, revisó la nomenclatura de este género. Según Ducke el número de especies no alcanza a veinte de las cuales él solamente describe doce:

1. H. guianensis, subdividida en:
   - subespecie typica
   - subespecie occidentalis
   - subespecie marginata
2. H. lutea, subdividida en:
   - forma pilosula
   - var. peruviana
3. H. Benthamiana, subdividida en:
   - forma Huberiana
   - forma subglabrifolia
   - forma caudata
   - forma obtusiloba

4. H. rigidifolia
5. H. brasiliensis subdividida en:
   forma Randiana
   forma subconcolor
6. H. paludosa
7. H. humilior
8. H. viridis
9. H. pauciflora, subdividida en:
   subespecie typica
   subespecie coriacea
10. H. Spruceana
11. H. minor
12. H. camporum

Como puede apreciarse no se ha llegado a una conclusión definitiva con respecto a la variación específica del género Hevea, lo que es de lamentar tratándose de una de las importantes plantas del mundo. Sin embargo la clasificación de Ducke es hasta el presente aceptada por numerosos botánicos y se continúa su estudio y revisión con mucho interés. Renombrados botánicos se ocupan actualmente de su investigación taxonómica en las selvas mismas del Amazonas. Entre ellos se pueden citar al botánico Brasilero Adolpho Ducke y a los Norteamericanos Russel J. Seibert y Richard Evans Schultes.

B. Nombres vulgares

En cuanto a los nombres vulgares, son múltiples y

diferentes las denominaciones que se les dá a las distintas especies de Hevea. Los nombres vulgares son dados por los caucheros y habitantes de la región generalmente teniendo en cuenta el color de la corteza del árbol, su conformación, calidad de su látex y así en algunas regiones de Colombia se llama borracha fina a la Hevea brasiliensis y jeve débil a la H. guianensis y en el Brasil se le da el nombre de seringueira itauba a la Hevea guianensis por la semejanza que tiene en el color de su corteza y posición erecta de sus hojas con el árbol llamado itauba.

Otros nombres dados en diferentes regiones del Brasil y Colombia al Hevea:

H. guianensis	Seringueira vermella	(Brasil)
H. guianensis	Seringueira torrada	(Brasil)
H. Benthamiana	Seringueira chicote	(Brasil)
H. brasiliensis	Jeve fino	(Colombia)
H. Benthamiana	Siringa blanca	(Colombia)
H. Benthamiana	Seringueira pescoco de veado	(Brasil)
H. brasiliensis	Seringueira folha de maniva (Por la semejanza de sus hojas con las de la yuca.	(Brasil)
H. guianensis	Siringa amarilla	(Colombia)

(18), (23), (52).

Estos nombres vulgares varían y cambian según el país y según la región en donde se encuentren las diversas especies de Hevea.

C. Importancia de las Investigaciones Taxonómicas

La investigación taxonómica del género Hevea, a pesar de todo lo realizado hasta hoy por numerosos botánicos, no ha tenido el mismo progreso y adelanto obtenido en la técnica de su cultivo y así mientras en pocos años se ha logrado alcanzar mayores rendimientos en la producción y mejor calidad del producto, por selección en las plantaciones y mejoramiento en los métodos de explotación, todavía no se sabe con certeza el número de especies que comprende el género, ni si hay otras especies o variedades que puedan superar a las hasta hoy cultivadas.

Los estudios taxonómicos encierran una trascendencia muchas veces no suficientemente apreciada quizás porque su importancia económica no se aprecie momentáneamente y sus ventajosos resultados tarden en aparecer, no reconociéndose también en la mayoría de los casos, que los éxitos obtenidos en muchas ocasiones se deban en gran parte a anteriores investigaciones taxonómicas.

En el caso concreto del género Hevea su investigación taxonómica es tan fundamental que se podría asegurar, sin ella el progreso en el mejoramiento de la calidad del caucho y en la obtención de altos rendimientos estaría más restringido y limitado.

A este respecto Schultes (inédito) dice: "... con todo este avance desde 1775 hasta hoy, el estudio taxonómico, que es tan fundamental para cualquier adelanto en la silvicultura del árbol de siringa (caucho), ha permanecido

casi estacionario comparativamente con los grandes progresos alcanzados en la técnica de las plantaciones. Esta circunstancia del relativo atraso ha reaccionado desfavorablemente al progreso y a la misma técnica del cultivo del caucho, porque es claro que cualquier límite en nuestros conocimientos de la composición y comportamiento del género (Hevea), también impone un límite en el adelanto que podamos obtener en las labores de creación y mejoramiento de clones para la propagación".

Por estudios taxonómicos se ha logrado determinar hoy en día la probabilidad de que la calidad del caucho dependa tanto de la variedad o forma de Hevea brasiliensis como de las condiciones ecológicas en que crece. Por eso entonces debemos plantar para obtener los mejores resultados solamente árboles de ciertas variedades.

IV. CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL

Las especies de Hevea difieren notablemente unas de otras, tanto por la cantidad del látex que pueden producir, como por la calidad de su producto, dependiendo de estas dos cualidades, principalmente, su valor comercial y la importancia que puedan tener para el establecimiento en plantaciones.

La Rae (31), clasifica las especies de Hevea, según su importancia comercial, en los tres grupos siguientes.

Especies de buena producción:

brasiliensis

benthamiana

discoler

rigidifolia

fexii

paucifloro

minor

cuneata

Especies de mala producción:

guianensis

nigra

lutea

apiculata

duckei

paludosa

microphilla

spruceana

viridis

membranacea

Especies de ninguna producción o de producción desconocida:

randiana

similis

confusa

nitida

glabrescens

Este mismo autor señala a la H. benthamiana como una de las principales productoras, lo mismo que la H. discolor y la H. foxii.

Con respecto a la clasificación comercial de las especies parece que también hubiera contradicción entre los entendidos en la materia. La Rue coloca a la Hevea nitida en el grupo de las especies de ninguna producción o de producción desconocida y hoy se considera que ésta especie es la misma Hevea brasiliensis que es reconocida como la de mejor producción. El mismo autor clasifica a la Hevea Randiana en el grupo citado y actualmente es tenida esta especie como una variedad de la H. brasiliensis (18). Las especies H. guianensis y H. lutea son clasificadas por La Rue como de mala producción y estas mismas especies las coloca el botánico Ducke (17), con la H. brasiliensis y H. Benthamiana, entre las de mayor importancia por su valor comercial, considerando sean, la H. lutea y la H. guianensis, iguales desde el punto de vista industrial y admitiendo la posibilidad de que más tarde puedan ser clasificadas como variedades de una misma especie.

La H. Benthamiana ocupa el segundo lugar, apreciándose que su caucho sea tan bueno como el de la H. brasiliensis. Sin embargo su producción es inferior debido a la menor altura y desarrollo de sus árboles. A pesar de esto un clon de H. Benthamiana en Belterra produce más que el promedio de los clones de H. brasiliensis.

Parece que en análisis hechos en diferentes cauchos provenientes de H. brasiliensis, H. guianensis, H. Spruceana y H. Benthamiana, habiéndose empleado los mismos métodos de coagulación, se encontró que su calidad era igual, existiendo sólo pequeñas diferencias insignificantes en cuanto a elasticidad y demás cualidades. En cambio en los árboles silvestres y con los métodos de coagulación empleados por los cauchero, la diferencia en calidad es muy marcada. Sin embargo éste es un aspecto que no ha sido estudiado experimentalmente. En cuanto a la superioridad de la H. brasiliensis sobre las demás especies, en lo que a producción se refiere, tampoco se han llevado a cabo experimentos concluyentes y solamente se tienen las informaciones sobre la producción de los árboles en la selva que indican que la H. brasiliensis da los mejores rendimientos.

Para poder determinar el posible valor comercial de las especies de Hevea, es indispensable y de primordial importancia mayores estudios botánicos del género para obtener un conocimiento más exacto de sus especies y de las variedades y formas en que éstas se subdividen (17).

Lo cierto de todo esto es que hasta el presente la H. brasiliensis ocupa el primer lugar entre todas las especies de Hevea, por la mejor calidad de su látex y su mayor producción. Ninguna de las otras especies ha sido ensayada en plantaciones extensivas y ninguna ha sido considerada como prometedora para establecer cultivo.

V. EXISTEN TIPOS DE HEVEA SUPERIORES A LOS HASTA HOY ESTABLECIDOS EN PLANTACIONES ?

Las evidencias indican que la producción de los árboles de caucho Hevea en ciertas zonas del Amazonas es muy superior a la del valle del Tapajoz, lugar éste de donde provinieron las semillas de Hevea que dieron origen a las plantaciones del Oriente. Se ha comprobado por ejemplo que la producción de los árboles de caucho silvestres de las Regiones del Acre y Madre de Dios, situadas en territorios pertenecientes al Brasil, Perú y Bolivia, es tres veces mayor que la producción del Tapajoz, así como también se conoce que la producción en el Amazonas Colombiano es el doble de la de aquella región. El caucho de las regiones del Acre y del Beni ha sido considerado de una calidad superior a la del caucho de cualquier otra procedencia, siendo insustituible para determinados usos. Los caucheros del Amazonas siempre han hecho distinción de tres tipos de árboles dentro de la especie H. brasiliensis dando preferencia al llamado por ellos "seringueira preta", por su mayor producción, mejor calidad de su látex y mayor facilidad para trabajar por la suavidad de su corteza. Todos éstos hechos de notoria importancia ya habían sido apreciados desde hace muchos años por científicos y técnicos interesados en cuestiones de caucho. Muchos estudios se han efectuado para determinar las causas de la pretendida superioridad de los árboles de Hevea de ciertas regiones, atribuyéndose muchas veces la diferencia

existente, a los métodos empleados en la coagulación del látex, factores ecológicos, mezcla de caucho de diferentes especies, tiempo requerido en el transporte del caucho y a otras condiciones adversas (14), sin que hasta el presente al parecer se haya llegado a una conclusión definitiva, dejando por lo tanto sin respuesta la pregunta que desde hace muchos años se formulara: Existen en las selvas Amazónicas variedades o tipos de Hevea, superiores a los establecidos en las plantaciones Orientales ?

A este respecto Bekkedahl (8) dice: "En el año de 1876, cuando las semillas de Hevea fueron exportadas del Brasil para el Lejano Oriente, Sir Henry Wickham pudo haber tenido muchísima suerte seleccionando el mejor tipo de planta para la producción de caucho. Sin embargo, como las semillas solamente provinieron de una pequeña parte del Brasil, es más probable que él no consiguió semillas representativas de todas las variedades de Hevea brasiliensis. Por ésto, existe la probabilidad de que hay tipos aquí en el Brasil que pueden producir más caucho y de mejor calidad".

Cramer (14) dice: "... debe reconocerse que no solamente no hay razones para considerar nuestra Hevea (el autor se refiere a las plantaciones del Oriente) como la mejor obtenida, sino aún que probablemente ella no lo es". El mismo autor dice: "... Huber no cree imposible que en las 70,000 semillas Wickham algunas semillas de H. collina (la cual crecía cerca al lugar, donde las semillas de Wickham fueron recolectadas) Hubieran sido incluidas involuntaria-

mente y que posteriormente se formaran híbridos".

Como se anotaba anteriormente los caucheros del Amazonas hacen distinción de tres tipos de árboles dentro de la Hevea brasiliensis, clasificándolos de acuerdo con la coloración interior de la corteza. Estos tres tipos son llamados por ellos "seringueira preta", correspondiendo este nombre al árbol con corteza de color rojo oscuro; "seringueira vermelha" con corteza de color rosado y "seringueira braca" de corteza blanca. De los estudios hechos sobre estos tres tipos, por técnicos en la materia (31), en excursiones efectuadas en el Amazonas, se puede deducir que prácticamente hay distinción entre la "seringueira braca"y "seringueira preta", siendo la "vermelha" un tipo intermedio poco definido entre estos dos. Falta por definir, y ya se están haciendo los estudios del caso, si entre estos tres tipos existe una diferenciación desde el punto de vista botánico.

Renombrados hombres de ciencia continúan las investigaciones en el género Hevea. Schultes (53) se ocupa actualmente en definir y precisar las pequeñas variaciones existentes dentro de la raza Occidental de la Hevea brasiliensis que se encuentra en el Trapecio Amazónico Colombiano y que él considera como formas, es decir diferencias aún más sutiles pero constantes y determinadas dentro de la variedad. Hasta el presente Schultes ha llegado a precisar por lo menos tres formas por diferencias muy apreciables en color, espesor y textura de las cortezas. Una de las formas tiene corteza gruesa, blanda, de color rojo casi púrpura por dentro, de

látex espeso y fácil para sangrar, que corresponde al tipo de "seringueira preta" de los caucheros. Otra de las formas se caracteriza por su corteza lisa, delgada, quebradiza y difícil para sangrar, de color amarillo crema por dentro y es la llamada "seringueira braca". La tercera forma es de corteza blanda y color ladrillo o rosado.

Estas formas logré establecerlas después de un detenido estudio comparativo entre las cortezas y las semillas de miles de árboles pertenecientes a la Hevea brasiliensis, observando que a cada una de ellas corresponde determinado tipo de semilla. Las semillas de la primera forma son pequeñas, ovoideas pero más o menos aplanadas y un poco angulosas. La segunda forma tiene semillas grandes, perfectamente ovoideas y de color más claro. En la tercera forma las semillas son más grandes que en las anteriores y de conformación notablemente alargada.

Posiblemente y ya se tienen indicios de ello, dentro de estas tres formas, haya una que sea superior por su mayor rendimiento, mejor calidad de su látex, mayor facilidad para su explotación y menor porcentaje de agua dentro de su látex. Aparte de esta de por sí interesante posibilidad, se pudo determinar de la anterior manera, un hecho de importancia botánica al constatar que las cortezas atestiguan variaciones morfológicas constantes en los árboles, que deben tenerse en cuenta para la determinación y clasificación de las especies y variedades (53).

Si todas estas investigaciones taxonómicas, que

con respecto al género Hevea se han efectuado en los últimos tiempos, hubieran sido hechas hace cincuenta años, las numerosas plantaciones establecidas en aquella época posiblemente estarían hoy en condiciones superiores económicamente. De aquí la importancia en lo expresado por Schultes, en el párrafo anteriormente citado, cuando dice que el relativo atraso en cuestiones taxonómicas ha reaccionado desfavorablemente al progreso del cultivo de la Hevea.

Schultes (53) refiriéndose a las investigaciones taxonómicas del Hevea efectuadas en los últimos tiempos, se expresa en la siguiente forma: "Hasta la fecha se han publicado algunas variedades y formas de las especies principales, pero apenas se ha iniciado el estudio de la extensa variación subespecífica que, según mi concepto, puede tener una importancia que revolucionará en muchos aspectos, el futuro de la industria caucchera".

Es pues amplio el campo para el estudio y las investigaciones taxonómicas en el género Hevea y es de imperiosa necesidad que estos estudios e investigaciones se realicen intensamente, sin pérdida de tiempo y con la mayor rapidez posible, para así poderlas aprovechar oportunamente teniendo en consideración que el Hevea es una planta perenne de tardío rendimiento.

VI. EXPLOTACION SILVESTRE

En un principio el árbol de caucho Hevea fue explotado intensamente en su estado silvestre en aquellos países que abarcaban las áreas correspondientes a su distribución natural como Brasil, Colombia, Venezuela, Bolivia y Perú.

Una vez agotadas las existencias de caucho Castilla, árbol que fue el primeramente explotado en el Amazonas, o por lo menos aquellas zonas de fácil accesibilidad, los cauchéros recurrieron al Hevea.

Con el estímulo de los descubrimientos hechos por Goodyear en 1839 y por varios otros hombres que encontraron numerosas aplicaciones para el caucho, la demanda para esta materia prima aumentó enormemente y altos precios fueron pagados por ella. La búsqueda de los árboles productores de tan valioso elemento se incrementó y se inició una época de crueldad y de ambiciones cuya leyenda es bien conocida. Años más tarde cuando las plantaciones de Hevea en el Lejano Oriente dieron principio a su producción, la explotación del caucho silvestre en el Amazonas fue disminuyendo paulatinamente hasta casi exterminarse por completo y solamente áreas relativamente pequeñas, como las del Beni y Acre en el Brasil y Bolivia, pudieron seguir siendo trabajadas y hacer frente a la competencia de las grandes plantaciones Orientales, debido a la excepcional alta producción de los árboles silvestres que se encontraban localizados en ellas. La pérdida de las fuentes de abasto de caucho para los países Aliados en la

segunda guerra mundial, trajo como consecuencia una nueva intensificación de la explotación del árbol de Hevea y de todas aquellas plantas productoras de caucho.

En épocas anteriores cuando la explotación del Hevea apenas se iniciaba, los árboles eran sangrados con una especie de hacha pequeña llamada por brasileros "machadinho". Con ella se hacían agujeros de diferentes tamaños en la corteza del árbol. Al cicatrizar las heridas causadas por el machadinho, se producían tumores y deformaciones en el tronco, que lo inutilizaban para posteriores sangrías. Hoy en día se utiliza en la sangría del Hevea silvestre, una cuchilla o navaja parecida a la empleada en las plantaciones y el caucherо efectúa incisiones en la corteza y aunque sus métodos de explotación están muy lejos de concordar con los que la técnica aconseja, por lo menos no se producen las terribles deformaciones que causaba el primitivo instrumento.

La explotación del caucho Hevea silvestre se efectúa en el valle del Amazonas en aquellos lugares en donde esta planta crece en estado nativo y que ofrecen medios de fácil accesibilidad dentro de las condiciones naturales de la selva.

La descripción de los métodos de explotación aquí consignados, se basan en las observaciones personales hechas por el autor en la región Amazónica Colombiana a la cual se le dá el nombre de Trapecio Amazónico. Esta región está situada geográficamente al Sureste de Colombia, limitando con las repúblicas de Brasil y Perú. La mayor parte de la explo-

Hevea brasiliensis

Deformaciones causadas por el "machadinho"

No. 9

Sangría con navaja del Hevea

No. 10

tación del caucho en esta zona, casi en su totalidad, se efectúa en la parte comprendida entre las bocas del río Mamacayacu, 70 kilómetros aproximadamente arriba de la población Colombiana de Leticia y la desembocadura del río Atacuari, ambos afluentes del Amazonas, principalmente en las riberas de los ríos Loretoyacu, Boiaucasu y en la margen misma del Amazonas, extendiéndose unos 50 kilómetros dentro de la selva, siguiendo el curso de los mencionados afluentes. En esta zona se encuentran según cálculos aproximados alrededor de 180,000 árboles de H. brasiliensis, de los cuales solamente unos 4,000 están en explotación por caucheros de la región.

Antes de dar principio a la explotación el caucherо elige un área determinada que está situada en las proximidades de un río en cuya ribera construye una pequeña casa pajiza. Para su trabajo el caucherо localiza en la selva determinado número de árboles de Hevea haciendo una especie de trocha o camino que conduce a cada árbol, formando así lo que se llama una "estrada" palabra que significa calle o camino pero que en las regiones caucheras se le dá el significado de trocha del caucherо. Cada caucherо demarca para su explotación dos "estradas", a veces tres, las que trabaja durante el verano de cada año, tiempo que él llama "fábrico".

La extensión de una "estrada" es aproximadamente de unas 10 hectáreas en las que se encuentran distribuídos sin

ningún orden y a distancias variables de 90 a 120 árboles de caucho. El caucherо principia su labor a más tardar a las 6 de la mañana y recorriendo árbol por árbol, hace en su corteza cierto número de incisiones de diferente longitud y con una inclinación que no siendo constante varía entre 25 y 35 grados. Las incisiones son hechas a derecha e izquierda del tronco a una distancia de más o menos 1 centímetro una de otra y su número y longitud dependen del desarrollo del tronco del árbol y de su capacidad productiva. Al final de cada incisión el caucherо coloca una vasija pequeña de latón llamada por ellos "tijelina" de 150 a 200 centímetros cúbicos de capacidad. Algunos árboles pueden contener de 10 a 15 de estas vasijas. Esta operación es terminada alrededor de las 10 de la mañana, hora en que principia a recorrer por segunda vez la estrada, recogiendo las vasijas y vertiendo su contenido en un recipiente de mayor capacidad, el cual es llevado al lugar destinado para la "defumación" o ahumado, operación ésta que consiste en la coagulación del látex por medio del humo, formando bolas de diferentes pesos y tamaños. Las estradas están situadas por lo general en terrenos bajos, inundables y pantanosos, de manera que el caucherо para trabajar 100 árboles de Hevea tiene que recorrer por dos veces 10 hectáreas en zic-zac siguiendo los árboles en las peores condiciones imaginables, muchas veces con el agua y el lodo a la cintura y por terrenos llenos de obstáculos como troncos de árboles derribados, plantas espinosas y arroyos.

La explotación del caucho en el Amazonas Colombiano

Campamento típico de caucheros

No. 13

"Tijelinas"

al final de cada incisión

No. 14

"Defumación" o ahumado

No. 15

no puede efectuarse sino durante la época de verano el que se prolonga por 6 meses. En los 6 meses restantes del año el período lluvioso imposibilita la extracción del caucho debido a las fuertes inundaciones y el caucherо se dedica a otras labores.

VII. HISTORIA DEL CULTIVO

A. En el Oriente:

En un principio la materia prima para atender a las necesidades de la naciente industria cauchera, provenía de árboles y plantas que crecían silvestres en varias partes del mundo. El cultivo de diferentes plantas productoras de caucho se inició en el Oriente a fines del siglo pasado y pequeñas plantaciones de *Castilla*, *Manihot Glaziovii*, *H. brasiliensis* y *Ficus elastica* fueron establecidas por aquella época. Parece que la plantación de caucho más vieja del mundo fué establecida en Java por el año de 1861, con el *Ficus elastica* planta silvestre del Sureste de Asia.

Las semillas que dieron origen a las plantaciones de *Hevea* del Oriente fueron llevadas a Inglaterra en 1876 por el Inglés Henry Wickham, del Brasil. De las 70,000 semillas de *Hevea brasiliensis* embarcadas por Wickham y plantadas en el Jardín Botánico de Kew cerca de Londres, solamente germinaron 2,700. Ya en fechas anteriores pequeñas cantidades de semillas de *Hevea* habían llegado a Kew pero al parecer no tuvieron éxito. En el mismo año de 1876 la mayor parte de las plantitas de Kew se enviaron a Ceylan en la India, de

donde posteriormente unas pocas plantas fueron enviadas a Singapore (Malaya). En 1881 semillas de los árboles de Singapore se distribuyeron en Malaya y Borneo y años más tarde se iniciaron las plantaciones en Java y Sumatra con semillas provenientes de Malaya y Ceylan (20).

Cuando la demanda de caucho aumentó, principalmente en los comienzos de este siglo como consecuencia de la gran expansión de la industria, la producción de caucho silvestre fue insuficiente para cubrir las necesidades del consumo y los precios para esta materia prima alcanzaron niveles hasta de U.S. $3.00 la libra en 1910. Como resultado de esto grandes extensiones fueron plantadas con diferentes especies productoras de caucho especialmente Ficus elastica, Manihot Glaziovii y Castilla. Sin embargo pronto fue observado que ninguna de las especies cultivadas hasta entonces podía competir ventajosamente con la Hevea brasiliensis ni en rendimiento, ni en calidad del producto y las plantaciones de otras especies distintas a ésta fueron abandonadas. No solamente los altos precios alcanzados por el caucho motivó el incremento de las plantaciones, otras diferentes circunstancias contribuyeron a dar impulso a su cultivo. La expansión del cultivo de café en el Brasil por aquella época y la presencia en el Oriente de la enfermedad causada por el Hemileia vastatrix en el café, que destruyó gran parte de las plantaciones, obligó a los cultivadores de esta planta en el Oriente a buscar cosechas más remunerativas y ellos optaron por la del caucho.

Desde 1910 la producción de caucho silvestre principió a decaer y la producción de plantación aumentó considerablemente. El cultivo del caucho Hevea se extendió en forma vertiginosa y así de 400,000 hectáreas plantadas en 1910 esta extensión aumentó a 3.600.000 hectáreas en 1938 comprendiendo principalmente a Malaya, Java, Sumatra, Borneo, Ceylan, Indochina, Burma, y Thailand (Siam). La producción de caucho fue acrecentando a tal extremo que en 1921 excedió a la demanda presentándose un fenómeno inverso al ocurrido en 1910: los precios para el producto decayeron a niveles bajísimos y se pensó entonces en la restricción del cultivo. En 1922 el llamado Plan Stevenson fue establecido por los Ingleses con el objeto de restringir la producción para acomodar la oferta a la demanda y equilibrar los precios. Este plan aún cuando hizo subir los precios momentáneamente, finalmente no surtió los efectos deseados principalmente por no haber entrado a formar parte de él otros países productores y fue un fracaso en muchos aspectos. Como consecuencia de este plan el porcentaje del 75% de la producción total mundial controlada por Gran Bretaña bajó considerablemente y en cambio el porcentaje de los otros países subió acrecentándose sus áreas de cultivo. Un nuevo plan para la regulación en la producción y exportación de caucho fue firmado en 1934 por los Gobiernos de Francia, el Reino Unido de Gran Bretaña, India, Indias Netherlandesas y Siam, plan que estaba en vigor cuando estalló la guerra en 1939.

Con el incremento en las áreas de plantación se vió la necesidad de estudiar los problemas que se presentaban en su cultivo y los productores se asociaron para establecer Estaciones Experimentales y crear Centros Investigativos para caucho. Estos centros investigativos se ocuparon entonces en el estudio de las enfermedades y plagas y fueron aplicados los métodos de control adecuados. Las actividades en materia de plantación, mantenimiento de los cultivos, explotación y beneficio difieren hoy considerablemente de las anteriormente practicadas y métodos y sistemas más eficientes y económicos son aplicados actualmente en las diferentes labores. Los investigadores observaron la variabilidad en la producción en los árboles de Hevea y entonces se dió principio a la selección clonal. El sistema de injertar el Hevea encontrado en 1914 hizo posible la propagación de los árboles de alto rendimiento y 11 años más tarde en 1925, se inició la plantación en gran escala de los clones obtenidos y considerados suficientemente probados, siendo estimada la extensión plantada en el Oriente con árboles injertados en un 10% del área total (23), (37), (61).

B. En el Hemisferio Occidental:

A pesar de ser el Hevea una planta originaria de la América y de haberse estado explotando, en este Hemisferio, en su estado silvestre desde hace muchísimos años, solamente en los últimos tiempos es que ha venido a iniciarse su cultivo en este Hemisferio en escala comercial y con la técnica y

Trapecio Amazónico Colombiano

Río Hamacayacu

No. 11

Río Matamatá. En estas regiones es en donde se efectúa la explotación silvestre del Hevea en Colombia.

No. 12

cuidado debidos. Los primeros intentos por cultivar el Hevea en esta parte del mundo fueron hechos a principios de este siglo en Trinidad y las Guayanas, pero una enfermedad de la hoja causada por el hongo Dothidella Ulei determinó el fracaso de las plantaciones. Pequeñas plantaciones también se establecieron en algunos países Centro Americanos pero al parecer no tuvieron mucho éxito.

En 1928 la Compañía Ford Motor Co. queriendo tener su propia fuente de abastecimiento, inició plantaciones de caucho de Hevea en la margen derecha del río Tapajoz, un afluente del río Amazonas en la república del Brasil. Fordlandia y Belterra como se denominan las dos plantaciones establecidas por la Ford, abarcan extensiones de 5.000 y 17.000 acres respectivamente. Muchos clones de alta producción del Oriente fueron llevados al Brasil en 1934. Solamente una pequeña área fue injertada en Fordlandia, con esta clase de material, pero Belterra casi en su totalidad ha sido plantada con clones de alto rendimiento. Pronto se notó la gran susceptibilidad de los clones Orientales a la enfermedad de la hoja, (Dothidella Ulei) que había causado la pérdida de las plantaciones en Trinidad y las Guayanas y fue necesario una serie de investigaciones tendientes a la solución del problema.

La Compañia Goodyear Rubber Co. dió principio a plantaciones de caucho en 1934 en las repúblicas de Panamá y Costa Rica. Muchísimos clones fueron traídos por esta Compañía y establecidos en Panamá. La presencia de la enfer-

medad de la hoja (Dothidella Ulei) observada en una plantación vieja en Costa Rica hizo ver la necesidad que había de emplear métodos de control y la utilización del injerto de copa con clones resistentes a la enfermedad para proporcionar un follaje sano a los árboles. Con anterioridad se había estado investigando en el Brasil sobre esta enfermedad y fruto de las investigaciones fueron los clones resistentes producidos en las plantaciones de la Ford Motor Co., quedando así solucionado el grave problema que impedía el establecimiento de plantaciones de Hevea en este Hemisferio. Sin la obtención de estos clones resistentes al Dothidella Ulei el cultivo de Hevea en la América hubiera sido un fracaso. Ultimamente se han venido haciendo con mucho éxito estudios e investigaciones en la Estación Experimental de Caucho, en Turrialba, Costa Rica, establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, tanto sobre resistencia como sobre el control de la enfermedad en las plantitas mientras alcanzan la edad de injertar en alto con copas resistentes. Estudios con el fin de obtener árboles de Hevea con alto rendimiento y al mismo tiempo resistentes a la enfermedad, así como también selección de árboles superiores silvestres se llevan a cabo actualmente, en diferentes países de la América Tropical, por el Gobierno de los Estados Unidos en colaboración con los países interesados en el cultivo de Hevea (5), (29).

C. Programas Cooperativos:

A raíz del conflicto mundial surgió nuevamente la necesidad de que en la América Latina se establecieran cultivos, no solamente de caucho, sino también de otros productos agrícolas que se importan de apartadas regiones del mundo. Se pensó entonces en los Programas Agrícolas Cooperativos entre las naciones Americanas, que tantas ventajas tienen para todos y cada uno de los países de este Hemisferio.

Uno de los aspectos más interesantes de este Programa Cooperativo Interamericano es el intercambio entre los países asociados a él, de material de propagación y de información y ayuda científica y técnica. Así por ejemplo, en lo que respecta al caucho, Costa Rica, suministra, a las naciones que están interesadas en su cultivo, clones superiores en rendimiento y allí se realizan valiosas investigaciones que aprovechan todos los Cooperadores; Brasil distribuye clones resistentes a la enfermedad de la hoja para efectuar injertos de copa y para cruzamientos con clones orientales en los países libres de la enfermedad, y las semillas obtenidas de estos cruzamientos son enviadas a otros países para pruebas de resistencia. Los Estados Unidos proporciona técnicos y valiosa información y ayuda científica y otros países suministran semillas de árboles resistentes al hongo Dothidella Ulei para obtener patrones sanos, así como también selecciones de selva para posteriores pruebas.

Sin este voluntario y sincero intercambio posiblemente no se podría competir económicamente en un futuro con

la producción de caucho de las Indias Orientales, porque seguramente sería sumamente difícil solucionar muchos de los problemas relacionados con el cultivo del caucho en la América Tropical.

Con el fin de establecer en este Hemisferio plantaciones de caucho Hevea, que pudieran suministrar una segura y suficiente fuente de esta indispensable materia prima, el Congreso de los Estados Unidos aprobó en junio de 1940, un programa investigativo sobre caucho para efectuarlo en cooperación con aquellas repúblicas Americanas interesadas y que tuvieran las condiciones necesarias para el cultivo de esta planta. Ya desde 1938 Agrónomos de la Sección de Plantas Industriales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, habían informado sobre la posibilidad del cultivo de Hevea en ciertas áreas del Sur de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Venezuela, las Guayanas, Haití y Trinidad y en 1939, cuando la amenaza de la guerra se cernía sobre el mundo, el entonces Secretario de Agricultura de los Estados Unidos, Herny A. Wallace (7) refiriéndose al caucho declaraba: "El mejor ejemplo de un producto del cual nosotros dependemos ahora del Viejo Mundo y que la América Latina nos podría suministrar, e s el caucho. La carencia de caucho es el más grande obstáculo para la propia defensa de nuestro Hemisferio".

Hecho el reconocimiento de las áreas apropiadas para el cultivo del caucho, se dió comienzo a la creación de estaciones experimentales, distribución de semillas para el establecimiento de viveros de propagación. Además se importó

gran cantidad de clones orientales para distribuir entre los países cooperantes. La Estación Experimental de Caucho en Turrialba, Costa Rica es el centro investigativo en cuestiones de Hevea para los países asociados al programa. Esta Estación ha sido establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y funciona en cooperación directa con el Gobierno de Costa Rica. Cerca al anterior Centro Investigativo, se encuentra la Estación Experimental "Los Diamantes" cuyos fines son también los de experimentar sobre Hevea para los países Cooperadores.

Considerables áreas de caucho han sido plantadas hasta el presente en Méjico (El Palmar), Guatemala, Honduras, Costa Rica, Colombia, Perú, Brasil y Haití, estimándose la extensión total plantada en este Hemisferio con clones orientales en 30.000 acres. Nuevas plantaciones se están estableciendo paulatinamente en cada uno de estos países y se espera que otros países que poseen condiciones apropiadas para su cultivo entren a formar parte del Programa Cooperativo.

VIII. MATERIAL DE SIEMBRA

A. Selección de clones superiores en rendimiento.

Ya se ha anotado cómo el Hevea es una de las plantas en la cual se han adelantado interesantes investigaciones y logrado en corto tiempo relativamente, éxitos sorprendentes. Sin embargo las investigaciones en cultivos perennes como el caucho, son lentas y laboriosas y por lo tanto es necesario

A

que transcurra un largo tiempo para poder apreciar sus benéficos resultados. De aquí que en muchos casos se vean obstaculizadas por las críticas y opiniones adversas aún de los mismos cultivadores interesados en el cultivo del caucho.

Los notables avances alcanzados en el mejoramiento de la calidad del material de siembra por aplicaciones de los principios científicos de selección y propagación posiblemente no han tenido paralelo en las investigaciones agrícolas sobre otros cultivos perennes. En pocos años se pudo comprobar que por métodos de selección se podía incrementar la producción de una plantación de caucho, de 500 libras por acre que era el rendimiento promedio, hasta 2,000 libras por acre por año (37).

En un principio se observó que en una plantación de caucho proveniente de semilla sin seleccionar, había una amplia variación en la producción de unos árboles a otros y fue notado que en algunas plantaciones un número relativamente reducido de árboles producía más de la mitad de la producción total, estableciéndose para algunos casos que del 30% de los árboles se obtenía cerca del 70% del total de la producción (61). Así pues, en las plantaciones hay árboles que producen muy poca cantidad de látex y otros en cambio que producen una cantidad excepcional. Experimentos en Malaya también demostraron que en un grupo de 1,000 árboles, el rendimiento del 5% de los árboles de más alta producción fue casi 10 veces el rendimiento promedio del resto de la población.

Todos los árboles seleccionados por su alta capacidad productiva, dentro de una población, fueron considerados como "árboles madres". Estos árboles madres son propagados por medio del injerto y todos los árboles provenientes en esta forma de cada árbol madre o sea su descendencia vegetativa constituyen un clon.

Es conveniente anotar aquí, que en un tiempo fue considerado (61) que por medio del injerto en el Hevea se podía obtener la característica de alta producción de un árbol madre. Posteriormente se observó que algunos clones no reprodujeron por este medio dicha característica. Algunos atribuyen este hecho a que posiblemente los árboles madres de los cuales se derivaron los clones, en realidad no tenían una alta producción debido a que sus records de rendimiento no habían sido tomados en una forma adecuada. También han sugerido que como la producción de un árbol madre es determinada en su tronco y el tronco del árbol clonal procede de una rama del árbol madre, es muy posible que las ramas de éste tengan características, anatómica o fisiológicamente, diferentes a las de su tronco en cuanto a su capacidad productiva se refiere.

En el mejoramiento de los árboles de Hevea se presentan circunstancias que hacen difícil el empleo de los métodos puramente genéticos en la selección de individuos superiores. Los individuos de este género son sumamente heterocigotes, siendo su fecundación alogámica y por lo tanto exigiendo el cruzamiento para su reproducción, siendo además

el Hevea un árbol que requiera de 4 a 5 años para cada generación.

Antes de efectuar una selección es necesario tener presente de una manera clara y precisa qué características o cualidades son las que se desean obtener para poder en una forma conciente elegir los individuos que posean en mayor número las cualidades buscadas y eliminar todos aquellos otros que no las tengan o que las tengan en cantidad más reducida.

Dentro del Hevea el factor principalmente buscado es el de una alta producción de látex en una forma constante y de buena calidad, pero este factor cuantitativo no puede ser apreciado objetivamente por las características morfológicas o anatómicas de los árboles y de aquí la dificultad en la elección de los individuos. Así por ejemplo, el mayor diámetro del tronco y mejor desarrollo vegetativo del árbol, aparentemente podría considerarse como una característica de alta producción pero aunque posiblemente influya en el rendimiento, dicha característica no puede tenerse como segura pues hay muchos árboles que teniendo inferior desarrollo y menor diámetro producen una cantidad mayor de látex.

Los investigadores en Hevea (24) han estado buscando un método que salve la anterior dificultad. Serios y concienzudos estudios se han hecho con el fin de encontrar un carácter físico en el Hevea que permita anticipar y determinar la capacidad potencial de la producción de un árbol y aún cuando se ha llegado a conclusiones favorables más o menos ciertas, hasta el presente la prueba de sangría es el método

más eficiente para comprobar esta característica. De aquí pues que sea necesario esperar un largo tiempo que puede ser de 5 a 7 años, hasta que el árbol se desarrolle y se sangre convenientemente para encontrar su capacidad de producción. Investigaciones botánicas (53) llevadas a cabo últimamente en las selvas en donde crecen las diferentes especies de Hevea en su estado natural, han demostrado que los árboles, dentro de la especie H. brasiliensis con pigmentación roja oscura en el interior de su corteza y otras características externas, posiblemente sean de superior rendimiento, sin que esto esté en contradicción con lo anteriormente dicho ya que probablemente los árboles que presentan las características mencionadas, es probable que pertenezcan a una variedad o forma botánica de la H. brasiliensis. Talvez este último hecho nos pueda dar la explicación del por qué los caucheros del Amazonas preferían en sus explotaciones aquellos árboles de corteza con pigmentación roja oscura. Por lo tanto es necesario especificar que los factores cuantitativos como el rendimiento, no pueden ser apreciados objetivamente en los árboles de Hevea pero siempre que pertenezcan a una misma especie y variedad botánica.

Siguiendo el proceso de selección empleado en Hevea, en los clones obtenidos de los árboles madres y propagados asexualmente por medio del injerto y una vez que han llegado al desarrollo conveniente para ser sangrados, se efectúa en ellos una selección aún más rigurosa que la llevada a cabo en

los árboles madres de que se originaron. En esta forma se llega a obtener un clon lo suficientemente probado para poderlo propagar en plantaciones comerciales.

No se limitaron los científicos a esta selección que pudiéramos considerar puramente vegetativa, sino que buscaron otros métodos de selección. Se sembraron las semillas de los mejores árboles madres seleccionados, con la esperanza de obtener así árboles también de alto rendimiento. Debido a su origen, del que no se conoce sino uno solo de los progenitores por tener el Hevea una reproducción alogámica, estas semillas son llamadas "semillas ilegítimas". Sin embargo este método no dió los resultados esperados, aún cuando fue observado que los árboles provenientes de "semillas ilegítimas" de los mejores árboles madres pueden dar una producción ligeramente inferior a la de sus progenitores, comprobándose también (37) que sus rendimientos fueron de 18 a 36% más altos que los de aquellos árboles de semillas sin seleccionar. Se empleó entonces el método de cruzamiento entre los mejores clones probados. Las semillas procedentes del clon que ha sido cruzado son consideradas como "semillas legítimas". Estas semillas originan árboles de una amplia variabilidad en su producción aunque se obtiene un alto promedio de producción igual al promedio de producción de los mejores clones ya probados, pero encontrándose dentro de la población individuos de 2 y 3 veces mayor rendimiento a la producción promedio total, presentándose así una magnífica oportunidad para seleccionar nuevos árboles madres dentro de estos individuos supe-

riores. Difícil es calcular los límites a que por este sistema podría llegarse, en la obtención de altos rendimientos en los árboles, de continuar con este proceso de selección.

1. Selección en Plantaciones

En la selección de clones superiores debe tenerse en cuenta, además de una alta producción constante y que incremente paulatinamente de acuerdo con el desarrollo del árbol, otras buenas características que puedan influir en su capacidad productiva como la resistencia al quebramiento por los vientos y a las enfermedades, buenas cualidades de la corteza y todas aquellas otras que se consideren de importancia en una explotación en plantaciones comerciales.

Para la selección en una plantación es necesario que ésta esté en explotación. Durante 10 meses en un año se mide la producción de cada árbol y al final se sacan los promedios y se marcan con pintura de acuerdo con su producción. Los árboles escogidos son observados cuidadosamente con el objeto de determinar qué factores ecológicos pudieron haber influenciado en una forma u otra sobre su producción, eliminando aquellos que han sido favorecidos por el medio ambiente. En esta forma se obtienen los "árboles madres" de los cuales se saca el material para la multiplicación de los clones por medio del injerto. Estos clones son sometidos por varios años a un procedimiento semejante al empleado para los "árboles madres", pero más riguroso y cuidadoso, seleccionando aquellos más sobresalientes los que después de ser

observados durante un período de tiempo conveniente, en áreas extensivas, son considerados como "clones probados" y suficientemente buenos para poderlos recomendar para el establecimiento en plantaciones comerciales. Los clones que hoy se están propagando en áreas comerciales fueron obtenidos de la anterior manera. Un solo clon representa el trabajo de muchos científicos y de un gran número de años de paciente y constante labor investigativa. Se ha calculado que fue necesario el estudio y observación de 20.000.000 de árboles para conseguir los clones que actualmente se tienen y que de aproximadamente cada millón de ellos se obtuvo únicamente un clon (6).

El procedimiento de selección por cruzamiento de los mejores clones probados está todavía en período experimental y no se ha llegado a conclusiones definitivas con respecto a él, pero hasta el presente se han adquirido clones por este sistema de los cuales se espera con muy buenos fundamentos, rendimientos muy superiores a los de los anteriores clones ya probados y establecidos en gran escala. Como se anotaba anteriormente, las semillas obtenidas del cruzamiento de los mejores clones ("semillas legítimas") dan origen a una población de árboles cuyo rendimiento promedio es igual al rendimiento promedio de la población clonal, pero encontrándose en ella individuos de un rendimiento superior a dicho rendimiento promedio. Estos individuos vienen a constituir nuevos "árboles madres" los que a su vez pueden dar origen a nuevos clones de rendimientos muy superiores al de los anti-

gues clones, siendo posible que la producción de estos nuevos clones alcance al doble de la producción de los clones originales (6). La combinación de los métodos de selección vegetativa y del cruzamiento ofrece un amplio campo para la obtención de clones superiores. Con la continuación de este proceso llegará a adquirirse en el futuro, material de siembra de Hevea de una producción incalculable.

Debido a las características vegetativas del Hevea, se presentan dificultades en el proceso de cruzamiento. Sin embargo algunas de ellas han sido en parte salvadas. Los árboles de Hevea injertados anticipan su floreciminto a la época en que normalmente se presenta en árboles de semilla y pueden producir semillas a los 3 años, además los árboles a esa edad están pequeños facilitándose así el trabajo de polinización artificial de las flores. La dificultad en la obtención de una cantidad suficiente de "semillas legítimas" ha sido otro de los problemas que se han presentado. Se ha adoptado el sistema de plantar áreas centrales, dentro de una plantación, únicamente con dos o más clones superiores aislándolos del resto de la plantación por una barrera de árboles constituída por un clon también superior, que evita la entrada de polen de árboles inferiores (37).

Debe tenerse presente que los clones superiores actualmente en uso han sido obtenidos por un proceso de selección individual en el cual no se han controlado los factores genéticos de los individuos y que por lo tanto estarán sujetos

a las variaciones del medio y a las diferentes condiciones ecológicas y aunque los clones fueron sometidos a un largo y minucioso estudio, procurando buscar su adaptabilidad a diversos suelos y climas, la alta capacidad productiva que estos clones muestran en las Indias Orientales, no se manifestará necesariamente en este Hemisferio. Las experiencias en el Oriente han demostrado (23) la influencia de los diferentes suelos sobre el crecimiento y rendimiento de los clones y así ciertos clones que dieron buenos resultados en determinadas condiciones de suelo, no reprodujeron su alto rendimiento en condiciones diferentes. Sin embargo ciertos clones demuestran una amplia adaptabilidad a condiciones diferentes.

2. Selección en su estado silvestre

La selección de árboles de Hevea aparentemente superiores en rendimiento en aquellos lugares en donde crece en su estado silvestre, ofrece muchísimas dificultades debido principalmente a la distribución irregular de los árboles y a las penosas condiciones en que hay necesidad de efectuarla, lo que determina que el número de árboles que se puede analizar y estudiar para obtener individuos aparentemente superiores, sea muy reducido. Estas dificultades y las informaciones tan imprecisas que pueden obtenerse con respecto a la edad, condiciones ecológicas en que se encuentran los diferentes árboles, diversos y rudimentarios métodos de explotación llevados a cabo por los caucheros de esas regiones, determinan que en modo alguno puedan compararse la selección en la selva con

la rigurosa y científica selección que se realiza en las plantaciones en donde son analizados y estudiados minuciosamente millones de árboles por los métodos estadísticos y experimentales más modernos. Sin embargo ciertas y especiales circunstancias de innegable valor, hacen que sea conveniente la búsqueda de árboles superiores en su lugar de origen.

Las 70,000 semillas de Hevea recolectadas por el Inglés Wickham en el valle del Tapajoz provienen sin ninguna selección de unos pocos árboles. De estas semillas solamente germinaron 2,700 de las cuales se cree proceden la totalidad de las plantaciones del Lejano Oriente pero sólo unos pocos arbolitos de éstos dieron origen a las plantaciones de las cuales se obtuvieron los clones superiores. Al reducirse el número de semillas de 70,000 a 2,700 es muy posible que el número de árboles que las originaron también se haya reducido considerablemente. Así pues las plantaciones en donde se ha venido efectuando la selección de clones superiores, deben su origen a unos pocos árboles del río Tapajoz y por lo tanto los clones obtenidos tienen un origen genético muy limitado, en cambio en la selva se han estudiado cuidadosamente, hasta donde las circunstancias y condiciones de selva lo han permitido, miles de árboles de los que se han seleccionado gran número de "árboles madres" para la obtención de clones, esperándose que estos posean caracteres genéticos aún no encontrados en los clones del Este.

Existiendo entonces la posibilidad de encontrar en el lugar de origen del Hevea nuevos tipos o variedades superiores a los establecidos en las plantaciones Orientales, he-

cho reconocido por científicos y entendidos en la materia (8), (14), (23), (33), (35), es de una gran importancia la selección de árboles en la selva. Además las investigaciones taxonómicas (53) efectuadas últimamente en el Trapecio Amazónico Colombiano, parecen indicar que existen dentro de la Hevea brasiliensis formas o tipos superiores, de mayor producción y mejor calidad de su látex. Estos estudios aún no se han completado pero hay indicios de que posiblemente las conclusiones a que se ha llegado sean ciertas.

En algunas regiones en donde crece el Hevea en su estado silvestre, los árboles presentan una resistencia natural a la enfermedad de la hoja (Dothidella Ulei). Muchos de los lugares en donde se manifiesta esta aparente resistencia han sido elegidos para efectuar la selección de árboles de alto rendimiento y al mismo tiempo que existe la posibilidad de obtener esta última cualidad también se obtienen individuos aparentemente resistentes a la enfermedad. En esta forma probablemente puedan adquirirse clones de alta producción y resistentes, lo que representaría una gran ventaja para el cultivo de Hevea en este Hemisferio ya que está plenamente comprobada la alta susceptibilidad de los clones Orientales y en consecuencia es necesario emplear el dispendioso sistema del injerto de copa con variedades resistentes.

Muchos de los "árboles madres" seleccionados en la selva hasta el presente han mostrado, en su lugar de origen, una producción aparentemente muy superior a la de los mejores clones del Oriente. Posteriores estudios e investigaciones

dirán si esta cualidad apreciada en los árboles silvestres se manifestará también en los árboles cultivados en lugares con clima y suelo aparentemente semejantes.

Así como en las plantaciones, para efectuar una selección de individuos superiores en rendimiento que se encuentren en su estado silvestre, es necesario que los árboles de Hevea estén en explotación para poder observar su producción y elegir entre ellos los de más alto rendimiento. Para ello es preciso aprovechar las "estradas" demarcadas por los caucheros extractores del látex y examinar el árbol el día que ha sido sangrado.

El procedimiento de selección en la selva es el mismo empleado en plantaciones, pero con ciertas modificaciones sustanciales necesarias para poderlo adaptar a las condiciones especiales en que se encuentran los árboles silvestres.

Antes de dar principio a la selección es indispensable determinar un factor de rendimiento en los árboles de Hevea silvestres para obtener así un índice de referencia. Este factor tiene que ser necesariamente buscado y determinado para cada población de Hevea en donde se vayan a realizar las selecciones, siempre que éstas estén localizadas en sitios geográficamente muy distantes. El factor mencionado representa el promedio de la producción, en centímetros cúbicos de látex por pulgada de corte o incisión, de todos los árboles de la población que va a ser seleccionada. Para poder determinar el factor de rendimiento en una población de Hevea en la región del Trapecio Amazónico Colombiano, hubo necesidad de

estudiar y medir la producción y la longitud en pulgadas de las incisiones de cada árbol de aproximadamente 4,000 Heveas silvestres, empleando en ello más de 4 meses y haciendo recorridos en la selva de más de 20 kilómetros por día.

La producción de látex en los árboles de Hevea silvestres es muy variable, dependiendo ésta de muchas circunstancias. Además de la determinación del factor de rendimiento, que es solamente un índice aproximado, para poder elegir un árbol de aparentemente alto rendimiento hay que considerar también muchos diferentes caracteres y condiciones en que se encuentran los árboles, como la forma taxonómica a que pertenece la Hevea, su diámetro, ecología, longitud de las incisiones practicadas, dirección y altura a que están hechos los cortes.

Una vez encontrado el factor de rendimiento tipo para toda la población de Hevea, es necesario determinar un nuevo factor individual para cada árbol, dividiendo los centímetros cúbicos de látex producidos por el árbol, por la longitud en pulgadas de los cortes o incisiones efectuadas. Es decir se determina la cantidad de látex producida por pulgada de corte. Para poder apreciar la aproximada alta producción del individuo en su estado primitivo o natural, hay necesidad de relacionar este factor individual con el factor tipo determinado para toda la población de Hevea del área destinada para la selección. Si el factor individual encontrado es dos o tres veces superior al factor tipo, entonces se puede considerar que el árbol examinado es de rendimiento prometedor. Teniendo esto determinado se hace trepar al árbol

Determinando el factor individual

No. 16

para que sean bajadas algunas ramas y si del estudio que de ellas se haga, resulta que el árbol es aparentemente resistente a la enfermedad de la hoja (Dothidella Ulei) se procede a tomar todas las características del árbol y condiciones ecológicas en que se encuentre.

Elegido un individuo como aparentemente prometedor es indispensable considerar y anotar los siguientes datos:

Localización: Este dato se refiere al sitio más o menos preciso en donde se ha efectuado la selección y con respecto a él se anota todo aquello que pueda servir posteriormente para encontrar nuevamente el árbol seleccionado.

C.C.: Centímetros cúbicos de látex producidos por el árbol.

Pulgadas: Longitud total en pulgadas de los cortes o incisiones practicadas en el árbol y correspondientes a los centímetros cúbicos de látex producidos.

Factor: Factor individual de rendimiento del árbol.

Conformación: Forma que tiene el tronco del árbol seleccionado.

Altura: Altura aproximada del árbol.

Copa: Tamaño aproximado (grande, mediana, pequeña) de la copa del árbol y su densidad (muy densa o poco densa).

Corteza: Coloración, espesor y textura de la corteza.

Látex: Coloración, densidad y profundidad o superficialidad del látex.

Cortes: Número de cortes o incisiones hechas por el cauchero, su dirección y altura del suelo a que están hechas.

Ecología: Habitat en que se desarrolla el árbol. Si el terreno es inundable permanente o transitoriamente o si el árbol crece en tierra no inundable. Por lo general se emplean las palabras indígenas "Igapó" cuando el terreno es inundable permanentemente y "Várzea" cuando lo es transitoriamente.

Trabajo: Hay que considerar si el árbol de Hevea ha sido trabajado en épocas anteriores y con qué clase de instrumento.

Diámetro: Determinación del diámetro del tronco del árbol a una altura de 1.50 metros.

Resistencia: Si el árbol es aparentemente resistente al hongo Dothidella Ulei.

Folíolos: Si estos se encuentran sanos o atacados por insectos.

Observaciones: Todos aquellos otros datos que el seleccionador considere de interés anotar.

Número de orden: El árbol se marca con su respectivo número de orden, con el objeto de que llegado el caso, posteriormente se pueda encontrar con facilidad y se pueda relacionar con la des-

Selección No. 52

No. 17

cripción correspondiente. La numeración del árbol debe hacerse lo más clara posible, en un lugar visible y a una altura conveniente para que no haya lugar a equivocaciones que podrían causar mucho perjuicio en el caso de necesidad de repetir la recolección de ramas.

Cada una de las anotaciones atrás mencionadas tiene su objetivo y su finalidad para más tarde en las posteriores investigaciones que se lleven a cabo en los clones, poder llegar a conclusiones definitivas.

Todas estas observaciones anteriores son aproximadas, pero hay que tener presente que los clones obtenidos en esta forma son sometidos más tarde a una rigurosa investigación.

Seleccionados adecuadamente los árboles de Hevea de acuerdo con las características deseadas, se toman las estacas (madera de injerto) necesarias, las cuales se remiten a centros investigativos en donde el clon es propagado por medio del injerto y sometido a un minucioso estudio.

B. Clones de alta producción

Todos los clones de alta producción que se tienen en la actualidad provienen del Lejano Oriente, en donde después de larga y paciente investigación se ha obtenido un gran número de ellos. Muchos han sido probados en siembras en gran escala y se les ha considerado aptos para plantaciones comerciales, otros están en período experimental y se les recomienda con limitaciones. Estos clones de alto rendimiento son

llamados comúnmente clones Orientales. Los clones Orientales no tienen todos igual rendimiento; hay algunos que tienen un rendimiento más bajo que otros pero que sin embargo, debido a otras cualidades deseables, son recomendables para plantaciones. Ha sido comprobado (33) que todos los clones Orientales son altamente susceptibles a la enfermedad sudamericana de la hoja (Dothidella Ulei) y por lo tanto es necesario emplear el procedimiento del injerto de copa con material resistente, pero dentro de los mismos clones Orientales hay diferencia en cuanto a susceptibilidad existiendo algunos menos susceptibles y que pueden transmitir alguna resistencia a sus descendientes, cualidad que se está aprovechando en investigaciones sobre cruzamiento. Individualmente un clon no es bueno para toda clase de suelos y de climas. Debido a esto y a que no se tiene una información completa sobre los clones Orientales, los que además han sido obtenidos en otras regiones muy lejanas, es necesario emplear en este Hemisferio ciertos sistemas de siembras para poder asegurar altos rendimientos en plantaciones comerciales. Intensas investigaciones se llevan a cabo en diferentes partes de la América Tropical para la obtención de clones que combinen alta producción con resistencia a la enfermedad (Dothidella Ulei) pero mientras se consiguen los resultados esperados es preciso plantar clones Orientales susceptibles.

Numerosos clones Orientales han sido importados del Lejano Oriente al Hemisferio Occidental, pero solamente unos pocos son recomendados hasta el presente para establecer en

plantaciones, los otros permanecen en estudio y observación.

Los clones Orientales probados, recomendables para plantaciones comerciales en este Hemisferio han sido agrupados (50) en la siguiente forma:

1. Grupos Superiores:

GA - 255

GA - 337

GV - 31

GV - 37

GV - 49

GA - 308 (en suelos de mayor fertilidad).

2. Clones Buenos: (buenos rendimientos en plantaciones en gran escala).

BD - 10

GV - 17

GV - 21

GV - 42

GA - 317

Los clones comprendidos en el grupo No. 1 dan los más altos rendimientos. Los del grupo No. 2 son buenos productores pero inferiores a los grupo No. 1. La mayor parte de estos clones tienen una producción que oscila entre 1,100 y 1,600 kilos de caucho por hectárea y por año.

Se ha comprobado que las condiciones del suelo influyen de manera decisiva en el crecimiento y producción de

cada clon y así un clon que da magníficos resultados en determinados suelos puede no dar resultados satisfactorios en suelos y condiciones diferentes. Algunos clones poseen características de adaptación más amplias y por lo tanto deben preferirse a aquellos otros cuyo comportamiento no es bueno sino para condiciones muy limitadas o que no han sido suficientemente probados.

Además de su alta capacidad productiva un clon debe poseer otras buenas características que pueden influenciar sobre esta primordial cualidad. Buenos caracteres de corteza, resistencia a las enfermedades y plagas, resistencia al rompimiento por el viento, amplia adaptabilidad a diferentes condiciones de suelos y climas, crecimiento y desarrollo satisfactorios, son factores que deben tenerse muy en cuenta en la escogencia de un clon para plantaciones comerciales (23).

C. Clones Experimentales

Se han obtenido clones que han demostrado una alta capacidad productiva en proceso experimental pero que han sido probados solamente en pequeña escala y por lo tanto son considerados como "experimentales" estando su uso limitado. Algunos de los clones experimentales dan rendimientos muy superiores a los clones más viejos y ya suficientemente probados pero debido a su condición de "experimentales" solamente pueden ser empleados en plantaciones con la debida cautela y teniendo presente esta circunstancia.

Algunos de estos clones "experimentales" han sido escogidos por su alta producción como aprovechables para plantaciones en el Hemisferio Occidental y se han clasificado (50) en la siguiente forma:

Clones experimentales:

GA - 1301

GA - 1279

GA - 1581

GA - 1518

Clones experimentales menos prometederos:

GA - 1126

GA - 1812

GA - 1191

GA - 1350

GA - 1090

GA - 552

GX - 26

Estos clones experimentales pueden ser utilizados en plantaciones de campo en mezcla con los mejores clones de los grupos superiores 1 y 2 anteriormente mencionados. Se recomienda (50) como un método aconsejable, usar una mezcla de 2 ó 3 de los mejores "clones experimentales" con 3 ó 4 de los más prometederos clones del Grupo Superior No. 1. Muchos otros clones no solamente de alto rendimiento sino también clones resistentes se tienen en la actualidad en proceso

experimental y de los cuales se espera den buenos resultados. Los "clones experimentales", aunque todavía no probados en gran escala, ofrecen amplias posibilidades de superar a los mejores clones ya probados suficientemente y es por esto que deben tenerse muy en cuenta en el establecimiento de plantaciones comerciales en este Hemisferio.

D. Clones resistentes

Antes de que se estudiaran las posibilidades del establecimiento de plantaciones en la América Tropical, tuvo que ser resuelto el problema de la enfermedad de la hoja causada por el Dothidella Ulei P. Henn. en los árboles de Hevea, enfermedad que no se presenta en el Lejano Oriente. Sin embargo los clones de alta producción importados a este Hemisferio del Oriente han mostrado su alta susceptibilidad a ella. Esta enfermed d que ya había causado a principio de este siglo la pérdida de las plantaciones de Hevea en las Guayanas Inglesa y Holandesa y de Trinidad, amenazó con destruir las plantaciones de la Ford Motor Co. establecidas en 1928 en el Brasil. Esto motivó el que una serie de investigaciones se iniciaran con el fin de encontrar árboles resistentes a la enfermedad. Varios investigadores (50) habían observado con anterioridad en la Guayana Inglesa la aparente resistencia a la enfermedad en algunos árboles y que era posible resolver el problema por la selección de árboles resistentes, así como también se había constatado que ningún método de control eficiente era posible en plantaciones.

La Compañía Ford Motor Co. en el Brasil, dió principio a las experimentaciones tendientes a la obtención de clones resistentes a la enfermedad que pudieran utilizarse como copas, por medio del injerto, en los susceptibles clones Orientales. El Instituto Agronómico de Norte en Belem, conjuntamente con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ha estado cooperando en esta labor así como también la Estación Experimental de Caucho en Costa Rica y la Compañía Goodyear en Panamá y Costa Rica. Resultados de esta paciente investigación son los numerosos clones resistentes ya adquiridos de las series F; FB; IAN del Brasil y Tu 41; 42; y 43 de Turrialba, Costa Rica.

Dentro de los clones resistentes obtenidos hasta el presente hay muchos que posiblemente darán rendimientos, si no tan altos como los Orientales por lo menos satisfactorios y probablemente podrán ser clasificados como aconsejables para establecer en plantaciones en mezcla con los clones orientales injertados con copas resistentes.

Existen clones resistentes ya probados en diferentes sitios y que ofrecen otras características deseables para injertos de copa, y cruzamientos como el FB-116; FB-3381; F-170; F-212; F-351; F-6395; y F-6398. Estos clones están aún en un período experimental.

Aparte de su alta resistencia a la enfermedad, en los clones resistentes deben considerarse también muchas otras características buenas, como su satisfactorio crecimiento y desarrollo, ramificación y formación de copa, resis-

tencia al rompimiento por el viento y resistencia a otras enfermedades.

E. Clones de alta producción y resistentes

Uno de los fines principales de las investigaciones sobre caucho Hevea, que se llevan a cabo en este Hemisferio, y quizás el más importante de todos, es la obtención de clones que a la vez que tengan una alta producción sean resistentes a la enfermedad de la hoja (Dothidella Ulei P. Henn.). La importancia que tiene el conseguir clones de tal naturaleza es bien obvia, pues podría llegarse a la posibilidad de establecer plantaciones de gran producción a base de semillas únicamente, evitándose así el dispendioso y costoso procedimiento del doble injerto.

Para obtener clones resistentes y buenos productores es preciso recurrir a procedimientos genéticos y fitotécnicos que en el caso de la Hevea se complican y dificultan debido a la naturaleza de esta planta. El Hevea es una planta monoica de reproducción alógama y por lo tanto el proceso de su mejoramiento por métodos puramente genéticos, es más lento y complicado. Su condición extremadamente heterocigótica, el poco conocimiento que se tiene de sus características genéticas, la gran dificultad que existe en la polinización artificial debido principalmente al bajo porcentaje de éxito que se obtiene en los cruzamientos, complican todavía más la aplicación de los sistemas fitotécnicos. Experimentos sobre polinización artificial efectuados en Sumatra (40)

indican la dificultad para alcanzar éxito en los cruzamientos y que éste depende no solamente del árbol madre sino también del árbol tomado como padre.

En la obtención de clones por cruzamiento, de alta resistencia y buena producción, se aprovechan los clones Orientales ya reconocidos como buenos productores y que pueden transmitir a sus descendientes los caracteres de alto rendimiento. Estos clones son cruzados con los clones resistentes seleccionados entre los de mejores rendimientos. Se trata de dar resistencia a los clones que poseen la cualidad de alto rendimiento y para esto podría emplearse el método de la retrocruza. Se cruzan los clones resistentes y de alto rendimiento que van a intervenir en el proceso. Los híbridos resultantes se retrocruzan con los clones de alto rendimiento para aumentar esta cualidad conservando la resistencia, seleccionando entonces los individuos de más alta producción y resistencia. En este caso el clon de alta producción intervendría como progenitor recurrente y el resistente como progenitor no recurrente. Para llevar a cabo este procedimiento se requieren muchos años debido a que la floresceneia en Hevea no se presenta sino del cuarto año de sembrado en adelante y no puede ser sangrado hasta los 5 ó 6 años de edad, para poder apreciar su producción.

Rands (50) recomienda los siguientes clones para un programa de cruzamiento:

Grupo 1. Clones de alto rendimiento pero susceptibles.

a	b	c
GA - 183	GA - 163	GA - 337
GA - 256	GA - 272	GV - 21
GA - 352	GA - 273	GV - 37
GV - 21	GA - 306	GV - 55

Grupo 2. Clones resistentes a la enfermedad.

a	b	c
FB - 45*	F - 170*	F - 1444*
FB - 54	F - 211	F - 1619
FB - 79*	F - 315*	F - 1620
FB - 3363	F - 409	FA - 1717

* Ultimamente han sido considerados como no recomendables. (Nota del autor).

Los cruzamientos, para obtener todas las combinaciones posibles, deben efectuarse en la siguiente forma (50):

Grupo	1-a	x	Grupo	2-a
Grupo	1-a	x	Grupo	2-b
Grupo	1-a	x	Grupo	2-c
Grupo	1-b	x	Grupo	2-a
Grupo	1-b	x	Grupo	2-b
Grupo	1-b	x	Grupo	2-c
Grupo	1-c	x	Grupo	2-a
Grupo	1-c	x	Grupo	2-b
Grupo	1-c	x	Grupo	2-c

Así se obtienen todas las combinaciones posibles con el fin de conocer qué cruzamientos son los más prometedores teniendo en cuenta también otros caracteres secundarios que puedan influir en la producción.

La disposición y localización del sitio en donde se vayan a realizar estos cruzamientos deben ser tal, que los árboles se encuentran aislados de otras plantaciones de caucho para evitar la entrada de polen extraño. La polinización en Hevea es efectuada por los insectos pero aún no se sabe qué clase de insectos son los que llevan el polen a la flor femenina, pues muchas clases de ellos han sido vistos volando alrededor de las inflorescencias (40).

IX. ELECCION DEL LUGAR

En la elección del lugar para una plantación de caucho Hevea es necesario considerar y tener presente no solamente que las condiciones de suelo y clima sean favorables, otros factores distintos a estos pero también de suma importancia es preciso tener en cuenta para poder obtener éxito en su cultivo. Es indispensable un fácil acceso a la plantación por medio de buenas vías de comunicación teniendo en consideración además del abastecimiento de materia prima para el país, las posibilidades de exportación. Cuando se trata de grandes plantaciones la carencia de suficiente mano de obra puede determinar el fracaso del cultivo. La abundancia de trabajadores y jornales baratos en la zona de cultivo o lugares vecinos son factores primordiales. Muchas veces estas condiciones son decisivas para el establecimiento de plantaciones de Hevea y en algunas ocasiones podrían compensar las pequeñas deficiencias que en cuestión de suelos y clima tenga el lugar o sitio en donde se piense establecer plantaciones.

A. Suelos

La bondad de los suelos para caucho, parece que depende más de sus condiciones físicas que de su composición química (41). Debido al denso follaje de los árboles de Hevea la evaporación de agua que se produce es muy grande y por lo tanto para que el árbol pueda adquirir con facilidad este indispensable elemento es necesario que el suelo tenga

muy buenas condiciones físicas que permitan una fácil penetración y un amplio desarrollo de todo su sistema radicular. Por esto los suelos para Hevea, sobre todo en aquellas regiones cuyas condiciones climáticas no son muy favorables y la precipitación pluvial no está bien distribuida, deben tener gran poder retentivo del agua, alta capilaridad y fácil percolación. Estas propiedades pueden ser encontradas en aquellos suelos con alto contenido de arena fina y limo.

Químicamente no es muy indispensable que los suelos sean muy ricos en elementos nutritivos. La gran cantidad de solución tomada por el árbol compensa la poca concentración de ella en dichos elementos. Análisis de suelos hechos en algunos países y regiones en donde el caucho crece satisfactoriamente dando excelentes resultados, en cuanto a calidad del producto y buena producción, han mostrado la pobreza de ellos en elementos nutritivos. En los análisis efectuados (41) solamante pequeñas trazas de ácido fosfórico, cal y magnesio se han encontrado y también en suelos considerados como buenos para caucho el contenido de óxido de potasio ha fluctuado entre 0.05 y 0.15% y aún menos. Entre todos los elementos el nitrógeno parece ser el que en mayor cantidad es requerido en suelos para caucho, pero esto es debido a que para que haya una buena estructura del suelo, tan indispensable para el Hevea, es necesario que contenga una buena cantidad de humus.

Mohr (41) dá los siguientes datos sobre análisis de suelos hechos en diferentes países y regiones en donde crece el Hevea:

N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Crecimiento
0.09	0.08	0.05	0.05	0.12	Superior.
0.12	0.03	0.06	trazas	trazas	Superior.
0.22	0.05	0.08	0.30	0.04	Satisfactorio.
0.39	0.23	0.10	0.08	0.01	Excelente; obtenido considerablemente en grosor.
0.16	0.12	0.16	0.06	trazas	Probablemente muy bueno.
0.09	0.21	0.36	0.08	0.05	Inferior; suelo demasiado compacto.
0.19	0.03	0.014	- --	- --	Bueno.
0.24	0.07	0.13	- --	- --	Bueno.
0.24	0.02	0.08	- --	- --	Inferior.
0.17	0.095	0.14	1.17	0.97	Bueno.

La vegetación existente en los suelos puede ser un buen índice de prueba para su calidad. Los suelos arcillosos pesados y pantanosos que no pueden ser drenados y también los arenosos que no pueden retener la humedad, son malos para Hevea. Los suelos sueltos y porosos tienen un drenaje natural eficiente y favorecen un adecuado desarrollo del sistema radicular. La excesiva humedad en los suelos también perjudica notablemente el desarrollo del árbol de Hevea. En cierta clase de suelos con drenaje deficiente, el caucho se

desarrolla rápidamente en los primeros años pero luego su crecimiento es lento y la producción disminuye. Sin embargo en cuanto a las enfermedades de la raíz parece que en Sumatra se ha encontrado mucha dificultad en su erradicación en los suelos rojos y porosos, mientras que en los suelos arcillosos estas enfermedades no existen prácticamente (20). Por otra parte Petch (20) estima que en Malaya la enfermedad de la raíz causada por el Fomes lignosus, es más grave en los suelos arcillosos y turbosos.

Los suelos de origen volcánico y aluviales son considerados como buenos para Hevea. La presencia excesiva de algunos elementos en el suelo, muchas veces es sumamente perjudicial para el Hevea. El manganeso, que en pequeñas cantidades es considerado como esencial para la nutrición de las plantas, en exceso puede afectar la calidad del látex del Hevea y también su crecimiento y desarrollo. Experimentos efectuados (1) han probado los efectos tóxicos del exceso de manganeso para arbolitos de Hevea. El valor del pH para los suelos propios al Hevea debe estar comprendido entre 4.0 y 6.5. Los suelos alcalinos no son convenientes para su buen desarrollo.

B. Clima

En general la temperatura aconsejable para Hevea está determinada por la altitud. Una temperatura media de 26°C. a 28°C. es adecuada para su buen desarrollo. Temperaturas más bajas afectan el Hevea retardando su crecimiento.

Alturas mayores de 400 metros sobre el nivel del mar son inapropiadas. En Africa el Hevea plantado a alturas de 1,200 metros su crecimiento ha sido más lento y menor la producción de látex, que en aquellas tierras situadas en donde la temperatura no es tan baja. En el Oriente se estima que alturas mayores de 243 metros a 480 metros son desfavorables al desarrollo del caucho y experiencias en Sumatra han demostrado que a alturas de 460 metros el crecimiento de los árboles de Hevea se retarda en 2 años más, que al nivel del mar.

Una buena distribución durante el año de la precipitación pluvial es esencial. Una precipitación de 80 pulgadas (2032 mm.) o más por año es tenida como buena. Fuertes períodos de verano afectan principalmente a los árboles jóvenes cuyo sistema radicular no está completamente desarrollado. Los árboles viejos no son tan afectados por las intensas épocas de verano debido a que por sus profundas raíces no depende tanto de las capas superficiales del suelo para obtener una humedad adecuada.

Precipitaciones mayores de 150 pulgadas por año conducen a la intensificación de las enfermedades de las hojas y el tronco, lo que resulta en perjuicio de la plantación. Las plantaciones de la Costa Oriental de Sumatra y Malaya tienen mejor crecimiento y mayor producción que las de Java como consecuencia de una mejor distribución de la precipitación pluvial. El árbol de caucho es muy quebradizo y por lo tanto fuertes vientos le son perjudiciales (1), (23), (62).

X. INJERTACION

La injertación es una de las operaciones de mayor importancia en el cultivo de Hevea. La propagación clonal se efectúa en esta planta por medio del injerto. El injerto en Hevea tiene por objeto obtener árboles de alta capacidad productiva y también conseguir árboles resistentes a las enfermedades de las hojas. Para adquirir estas dos condiciones reunidas en una misma planta, un arbolito de semilla es injertado en su parte baja con una yema procedente de un clon reconocido como de alto rendimiento, produciéndose así un tronco con esta característica el cual es injertado posteriormente en alto con material procedente de clones resistentes a las enfermedades con el fin de formar copas sanas. En el Lejano Oriente no se pone en práctica esta segunda operación debido a que allí no existen enfermedades de las hojas que justifiquen el injerto de copa, pero en cambio en el Hemisferio Occidental es de imprescindible necesidad efectuar las dos clases de injertos para poder producir árboles con las cualidades de alto rendimiento y follaje sano, pues en esta parte del mundo existe la enfermedad suramericana de la hoja (Dothidella Ulei) la cual es prácticamente incontrolable cuando el árbol llega a su completo desarrollo. Los clones Orientales han demostrado una alta susceptibilidad a esta enfermedad. Sin embargo científicos y técnicos se ocupan en la actualidad en investigaciones para la obtención de árboles resistentes y buenos productores sin que haya necesidad

de emplear el sistema de injerto.

Cramer (50) fue el primero en sugerir en el año de 1926 en el Oriente, la factibilidad del empleo del injerto de copa y posteriormente se llevaron a cabo experimentos en el control del añublo (Oidium heveae) por este método. El uso del injerto en bajo data desde 1914.

A. Injerto del patrón de semilla

Se ha investigado sobre la influencia que pueda tener el patrón sobre el injerto sin que se haya llegado todavía a conclusiones definitivas al respecto. Experimentos han sido realizados (23) empleando híbridos de Hevea brasiliensis y Hevea Spruceana como patrones, comparativamente con patrones de Hevea brasiliensis y de los resultados de estos experimentos puede sacarse en conclusión la influencia que tiene la clase de patrón empleado. Los injertos sobre híbridos de H. brasiliensis por H. Spruceana mostraron una diferencia favorable en cuanto a producción, mayor circunferencia y mayor grosor de la corteza que los injertos sobre H. brasiliensis. Debe haber la mayor compatibilidad posible en cuanto a la estructura de los tejidos de patrón e injerto pues en este sentido se ha comprobado que los mejores resultados se obtienen sobre patrones procedentes de semillas del clon injertado, siendo además muy posible que algunos clones sean más susceptibles que otros a la influencia del patrón. Se cree que la influencia del patrón sobre el injerto puede obedecer a sus condiciones de vigoroso crecimiento, alta

Injerto en bajo sobre un patrón de mucho diámetro. Unión defectuosa entre patrón e injerto.

No. 18

capacidad productiva y compatibilidad de sus tejidos y que por lo tanto para la elección de un buen patrón deben tenerse en cuenta estas características.

La injertación en bajo es conveniente efectuarla tan pronto como el patrón haya alcanzado el diámetro adecuado, no solamente para obtener así el más alto porcentaje de éxito en la operación sino también para evitar que la superficie de madera expuesta, que es dejada al hacer el corte del patrón, sea demasiado grande. Cuando el injerto es hecho sobre patrones jóvenes la herida formada al cortar el patrón es pequeña y sana con facilidad y no hay necesidad de protegerla contra la entrada de hongos que podrían causar la muerte de la planta. En patrones viejos de 2-1/2 y 3 años la superficie expuesta puede alcanzar de 4 a 5 pulgadas de diámetro tardando mucho tiempo en cubrirse con el "callo" que en estos casos se forma, habiendo necesidad de proteger la herida. Para el tratamiento de estas heridas se ha experimentado (55) con diferentes sustancias con el fin de determinar el más adecuado, llegándose a la conclusión de que la mezcla de asfalto y kerosene (2 partes de asfalto por una de kerosene), que corrientemente se empleaba en estos casos, es inapropiada por retardar el crecimiento del "callo" debido a la alta temperatura alcanzada a causa de la coloración negra de la sustancia. Una pasta formada con una parte de bofiga de vaca, 3 partes de arcilla y agua es recomendable para cubrir la superficie expuesta a un espesor de un cuarto de pulgada y protegiéndola para impedir sea lavada por el agua lluvia.

Injertando sobre
patrones viejos

No.19

Injerto sobre
un patrón viejo.

No. 20

La inclinación que se dé al corte del patrón influye muchísimo en el crecimiento del tejido calloso. Mientras más pronunciada sea esta inclinación más rápidamente es el crecimiento del callo sobre la herida formada. En patrones de mucho diámetro la inclinación del corte expuesto debe quedar por lo menos a un ángulo de 45° sobre la horizontal. Un ángulo de 50° se considera como óptimo.

El éxito en la injertación depende de muchos factores entre los cuales, aparte de la habilidad del operador, se encuentran principalmente las buenas condiciones de vigor y crecimiento del patrón, el estado de la madera de injerto, la influencia de las condiciones del tiempo y características de los suelos. Los resultados obtenidos en experimentos realizados sobre diferentes clases de patrones indicaron que el vigoroso crecimiento es el factor más importante que puede determinar el éxito en la injertación (38).

B. Injerto de copa

El injerto de copa requiere procedimientos semejantes a los empleados en el injerto en bajo. Investigaciones y experimentos se llevan a cabo en la actualidad en este Hemisferio con el fin de determinar las prácticas más aconsejables.

Aún no se ha llegado a conclusiones definitivas sobre la conveniencia de la injertación para copa en el vivero o en el campo. Ambos métodos tienen sus ventajas y desventajas y en general podría decirse estas circunstancias favora-

bles y desfavorables deben analizarse en el lugar mismo en donde vayan a efectuarse las operaciones para poder elegir el mejor sistema. La injertación en el vivero ofrece la ventaja de un menor costo en las operaciones de aspersión que hay necesidad de efectuar hasta que la planta alcance la altura adecuada. Sin embargo pruebas hechas en Turrialba, Costa Rica (34), han demostrado la factibilidad y bajo costo del control de la enfermedad (Dothidella Ulei) tanto en el campo como en el vivero, siendo más bajo el consumo de materiales para las aspersiones en el campo debido al menor número de aspersiones requerido. En ciertos casos cuando las condiciones de clima no son favorables para el progreso de la enfermedad, las plantas en el campo pueden alcanzar la altura de injertación sin necesidad de hacer aspersiones.

La injertación de copa en el vivero reduce muchísimo los costos de mantenimiento y cultivo de la plantación, debido a la menor extensión del área que hay que mantener libre de yerbas y malezas mientras las plantas alcanzan la edad de injertar, pero en cambio un alto porcentaje de los injertos se pierden al ser transplantados debido a secamiento regresivo y también las operaciones de transplante son más dificultosas y costosas.

C. Madera de injerto

Se entiende por madera de injerto a la estaca o parte de la rama de un árbol portadora de yemas para injertar. En la elección de la madera de injerto debe tenerse el cuidado de

que ésta tenga aproximadamente el mismo diámetro del patrón. Unos 10 días antes de cortar la madera de injerto es conveniente quitar, en el punto en donde va a efectuarse el corte, una porción de corteza de aproximadamente un centímetro de ancho y abarcando toda la circunferencia de la rama formándose así un anillo en la madera, con el objeto de interrumpir el paso de la savia para que mayor cantidad de sustancias de reserva se acumulen y fortalezcan y vitalicen las yemas que serán utilizadas en el injerto. Un mayor porcentaje de éxitos en el prendimiento de los injertos ha sido obtenido por este procedimiento.

La corteza de la madera de injerto debe desprender con facilidad, lo cual se consigue eligiendo ramas que estén en un período activo de crecimiento. Este período de crecimiento es observado precisamente hacia la parte anterior del conjunto de hojas ligeramente verdes que se encuentran en la porción final de la rama. La madera de injerto una vez cortada principia a deteriorarse, por lo tanto hay necesidad de utilizarla tan pronto como sea posible y efectuar la operación de corte de preferencia en las mañanas. Para obtener un buen éxito de prendimiento es preciso usarla a más tardar el segundo día de cortada, habiéndola conservado en un lugar fresco y con las dos extremidades sumergidas en agua. Las ramas jóvenes con una coloración parcialmente verde resisten en buenas condiciones por menor tiempo que aquellas un poco más viejas de color pardo o moreno, debido a que éstas últimas no pierden la humedad tan rápidamente (56).

XI. PLANTAS DE COBERTURA

El objetivo principal de los cultivos de cobertura, o sea el establecimiento de ciertas plantas dentro de las plantaciones de caucho, es el de mantener y mejorar las condiciones favorables del suelo.

Las plantas de cobertura pueden establecer una competencia con los árboles de caucho y retardar su crecimiento. Estudios realizados para determinar el efecto de las coberturas, comparado con los métodos de limpia y desyerba, sobre el crecimiento de árboles de caucho de 18 meses de edad, demostraron que el crecimiento de los árboles es mucho mejor cuando se efectúan las desyerbas que cuando se plantan coberturas. Las coberturas disminuyen la evaporación de humedad en el suelo a causa de la sombra, pero al mismo tiempo aumentan la demanda de humedad la que se pierde por transpiración de las plantas. La diferencia entre estos dos efectos es pequeña y puede considerarse que un balance más o menos equilibrado se produce. Las coberturas compiten con los árboles en el aprovechamiento de los nutrientes pero en el caso de las coberturas ellos son almacenados y los árboles de caucho los aprovechan posteriormente cuando sean reintegrados al suelo. También la temperatura está sujeta a una menor fluctuación bajo las condiciones de sombra suministradas por las coberturas estimándose que esta condición sea más favorable para los árboles de caucho. En los suelos en donde se

ha limpiado y desyerbado y no han sido plantados con coberturas, la temperatura de éste es muy elevada incrementándose la actividad microorgánica lo que produce pérdida de nutrientes. De esto puede deducirse que el procedimiento de limpiar las malezas en lugar de establecer coberturas puede ser benéfico en un principio porque favorece el mejor crecimiento del árbol, pero es desventajoso posteriormente por no poderse aprovechar los buenos efectos de regulación de temperatura del suelo y suministro de nutrientes que proporcionan las plantas de cobertura (26), (57).

En general puede decirse que las plantas de cobertura son benéficas para el cultivo del caucho porque ellas protegen el suelo contra la erosión, mantienen la temperatura del suelo más baja favoreciendo el desarrollo de microorganismos que ayudan a la descomposición de las materias orgánicas, hacen el suelo más poroso lo que permite a éste una mayor absorción del agua, suministran materia orgánica y cuando son leguminosas proveen al suelo de nitrógeno. Además evitan el crecimiento de malas yerbas y malezas dentro de la plantación (42).

Existen dos clases de coberturas: las coberturas que se establecen sembrando y cultivando ciertas plantas apropiadas para ese fin y las coberturas naturales que son formadas por plantas que crecen naturalmente en el suelo. En el establecimiento de las coberturas naturales debe tenérse muy presente la posible competencia que éstas plantas puedan tener con el caucho y es necesario por lo tanto que se tenga

precaución en la elección de tales plantas.

El valor de las plantas para cobertura natural es considerado bajo ciertos aspectos, como sus hábitos de crecimiento, naturaleza de sus tejidos, hábitos de raíces y sus requerimientos en cuanto a nutrientes. Su crecimiento no debe ser demasiado rápido o lujurioso. Plantas de tejido suave con alto contenido de nitrógeno, son más aconsejables por su fácil y rápida descomposición. Debe preferirse plantas con un sistema de raíces profundo que ayuden al rompimiento del suelo. Raíces superficiales tienen la desventaja de su competencia con las raíces superficiales del árbol de caucho. Por otra parte las plantas para cobertura naturales deben tener, en cuanto sea posible, requerimientos diferentes a los del caucho en lo que a nutrientes se refiere (27).

Algunas plantas son perjudiciales para coberturas porque ellas provocarían una competencia excesiva con los árboles de caucho que retardaría demasiado su crecimiento. Experimentos realizados (28) sobre los efectos de las coberturas en el crecimiento de árboles jóvenes de Hevea, han demostrado que las coberturas reducen en un principio el crecimiento debido a la competencia para alimentos que se establece y que este efecto es más marcado en el caso de las coberturas naturales.

En plantaciones jóvenes se recomienda el cultivo de plantas de cobertura con leguminosas. Entre éstas son recomendables la Centrosema pubescens, Centrosema plumieri,

Indigofera endecaphylla

No. 21

Pueraria javanica

Pueraria javanica, Pueraria phaseoloides, Calapagonium mucunoides, Lonchocarpus glauca, Indigofera endecaphylla, Indifofera hirsuta, Crotalaria anagyroides, Crotalaria usaramoensis, Tephrosia candida, Tephrosia Vogelli y Desmodium ovalifolium.

Muchas de las plantas buenas para cultivos de cobertura posiblemente no toleran una sombra excesiva, como la que se presentaría cuando los árboles de caucho crezcan y alcancen su completo desarrollo. Por esto sería importante considerar la conveniencia de poner en práctica una combinación de los dos sistemas de coberturas. La cobertura natural probablemente resista mejor la sombra y del 5º año de plantación en adelante podría reemplazar el cultivo de coberturas leguminosas plantadas para los 5 primeros años. Dentro de las leguminosas también hay algunas que soportan mejor la sombra. Hay informaciones (36) de que la Centrosema pubescens es bastante tolerante a la sombra.

Con la cobertura natural se siguen dos sistemas: uno de ellos es dejar crecer libremente las plantas y en estrecha proximidad a los árboles de caucho. El otro método, siendo más satisfactorio y aconsejable que el primero, es cortar periódicamente las coberturas a una altura conveniente dejando libres las filas o hileras de caucho.

Se recomienda que las plantas que crecen espontáneamente dentro de una plantación y puedan servir como coberturas naturales, sean mantenidas a 1 ó 2 metros de altura cortándolas una o dos veces por año. Esta práctica podría complementarse sembrando leguminosas del tipo de trepadoras o enredadoras

Centrosema pubescens

No. 23

Desmodium intortum

No. 24

Cobertura natural a 2 metros
de altura en una plantación
de *Hevea*

No. 25

permitiendo que ellas cubran las plantas espontáneas a la altura deseada. En esta forma se mantiene las plantas a la altura conveniente, evitando el que tengan que ser cortadas periódicamente (36). Sería conveniente el ensayo y experimentación sobre los sistemas de cobertura y de las diferentes plantas que pueden servir para ello, con el fin de determinar en forma más precisa cuáles sean más convenientes para poner en práctica en este Hemisferio.

XII. CULTIVO INTERCALADO

El cultivo de diferentes plantas dentro de las plantaciones de Hevea es práctica que se acostumbra en el Lejano Oriente. La clase de plantas que deben interplantarse con caucho y la conveniencia de este sistema es asunto muy discutido. Cuestión de primordial importancia que hay necesidad de tener en cuenta son las condiciones locales y la región en donde esté situada la plantación de caucho, siendo también indispensable un suelo muy fértil.

En general se tiene dos métodos de cultivo intercalado: con plantas alimenticias de pronta producción, como la yuca, maíz, arroz, frijoles, caña y con plantas de cosechas permanentes como el café y cacao. Cultivos que necesitan muy buenas condiciones de luminosidad como ciertas plantas en las cuales se aprovechan sus hojas como el té y la coca no son recomendables para interplantar con caucho (23).

La plantación mixta de cacao con Hevea parece que no fuera muy recomendable debido principalmente a que ambas

Cultivo intercalado de

frijol

No. 26

plantas son atacadas en muchos casos por las mismas enfermedades. El Phytophthora faberi causa en el Hevea y cacao la pudrición del fruto y el cáncer del tronco, siendo una enfermedad grave para las dos plantas. En cuanto a esta enfermedad, existe la probabilidad (50) de que en este Hemisferio pueda eliminarse el peligro del Phytophthora buscando climas y tipos de cacao y Hevea apropiados con este fin. Sin embargo otras enfermedades que atacan la raíz como el Fomes lamaoensis (enfermedad morena de la raíz), el Fomes lignosus y además el Botryodiplodia Theobromae que causa la marchitez regresiva, se presentan igualmente en el cacao y Hevea. Desde un punto de vista patológico el cacao ha sido considerado (47) como una planta completamente inadecuada para interplantar con hevea.

Dentro de los cultivos perennes, el café posiblemente ofrece las mejores ventajas para interplantar con el caucho. El café necesita sombrío y éste podría proporcionárselo el Hevea, existiendo la condición favorable de que la mayor cantidad de luz requerida en el período de florescencia y fructificación del café puede ser suministrada por la caída de las hojas del Hevea, siempre que estas dos circunstancias se presenten en la misma época, siendo factible que esto ocurra en algunas regiones de la América Tropical. Los árboles que comúnmente se emplean para el sombrío del café no tienen la característica de una periódica defoliación y por lo tanto no ofrecen esta buena condición que posee el Hevea (50).

Dos de los factores que más pueden influenciar en el cultivo intercalado son la posible competencia de luz y raíces. En el caso del café esta planta tiene un sistema radicular que difiere del de Hevea y además sus raíces no son atacadas por la enfermedad llamada Pudrición Blanca de la Raíz, (Fomes lignosus), que se presenta en el Hevea, lo que serviría como una barrera para evitar la diseminación de la enfermedad (23), (50).

Sin embargo los mejores climas para caucho no son los más apropiados para café. El café necesita de regiones de clima templado para que dé una producción lucrativa exigiendo en cambio el Hevea climas más cálidos y húmedos.

Experimentos realizados en el Oriente en cultivos intercalados con yuca, piña y café se encontró que la yuca causa perjuicio al caucho, no solamente en cuanto a su crecimiento sino también en cuanto a enfermedades. El café en este caso dió los mejores resultados posiblemente porque las condiciones de limpieza de la maleza fueron mejores (28).

Existen ciertos clones que por la forma de su copa y desarrollo foliar son más aconsejables para el cultivo intercalado y es por lo tanto aconsejable tener en cuenta este factor.

Por experimentos llevados a cabo en Costa Rica por el Dr. W.N. Bangham, Director del Departamento de Investigaciones de la Compañía Goodyear Rubber Plantations Co., se ha llegado a conclusiones sumamente interesantes y satisfactorias

Cultivo intercalado de

yuca.

No. 27

Cultivo intercalado de

yuca y maíz

No. 28

con respecto al cultivo intercalado de Hevea con diferentes plantas alimenticias. Entre las varias plantas ensayadas como el maíz, frijol, yuca, caña y otras, la yuca dió los mejores resultados económicamente. Se pudo observar que el cultivo intercalado favoreció notablemente el desarrollo y crecimiento de los árboles de Hevea comparativamente con aquellas áreas en donde no se efectuó el cultivo intercalado. En ciertas áreas con cultivo intercalado el desarrollo de los árboles de Hevea superó en 1 ó 2 años, al de los árboles sin ningún cultivo.

XIII SANGRIA

El tronco del árbol de Hevea está formado por 3 partes principales: la parte más externa o corteza, una zona interna formada por la madera y una tercera zona constituída por el cambium o zona generatriz que se encuentra entre la corteza y la madera.

La corteza, que es la parte en donde propiamente se efectúa la sangría, está compuesta por un tejido suave en su porción más interna, que es donde se encuentran principalmente los vasos laticíferos, una capa intermedia de tejido semisuave y una capa externa corchosa formada por células muertas. En la parte más externa de la corteza no existen vasos laticíferos.

No se sabe con certeza la función que el látex desempeña en el árbol. Estudios se han hecho (44) con el fin

de definir si el látex es un producto de deshecho de la planta o si por el contrario es una sustancia indispensable para la vida de ellas. En este último caso la sangría perjudicaría notablemente el desarrollo y crecimiento de la planta.

Se ha podido comprobar que una sangría severa retarda el crecimiento del árbol, posiblemente debido a que las sustancias elaboradas por las hojas son utilizadas por la planta no solamente para la formación de los tejidos, sino también para la formación del látex y de aquí que a mayor cantidad de látex que tenga que producirse, menor será la cantidad de sustancias alimenticias aprovechables para el crecimiento del árbol.

Existen muchos sistemas de sangría pero no hay uno que pueda aconsejarse como el mejor para todos los casos. La bondad de un sistema de sangría depende de muchas circunstancias y factores que deben considerarse antes de ponerlo en práctica. En la sangría del árbol de Hevea debe tenerse muy en cuenta sus efectos sobre el rendimiento, sobre el desarrollo del árbol y sobre el costo de la sangría. Estos son los tres factores básicos que hay que determinar y analizar antes de emplear cualquier sistema de sangría. El mejor sistema de sangría será aquel que combine una alta producción con un mínimo de costo sin perjudicar el crecimiento y desarrollo del árbol y la formación de corteza nueva.

Dentro de los diferentes sistemas de sangría parece que el método de media espiral (S/2, d/2, 100%) y el de espiral completa (S/1, d/4, 100%) sean los que más se ajustan a las

Sangría en un árbol de *Hevea*

No. 29

anteriores condiciones. Experimentos comparativos entre estos dos sistemas han demostrado que el rendimiento se incrementa y el costo de sangría se reduce considerablemente por el método de espiral completa. Sin embargo aplicado a árboles jóvenes de menos de 24 pulgadas de circunferencia su desarrollo y crecimiento se retardan en mayor proporción. Esta circunstancia es la única objeción seria que se le ha encontrado a este sistema, siendo su mayor ventaja la reducción en el costo de sangría apreciada en un 25%.

En el sistema de espiral completa S/1, d/4, 100%, la sangría se efectúa cada 4º día dejando descansar el árbol por 3 días y su intensidad se considera de 100% comparativamente con el de media espiral con sangría interdiaria (S/2, d/2, 100%) que ha sido considerada como estandard. En todo sistema de sangría, al aumentar los períodos de descanso se reduce o disminuye su intensidad.

El sistema de espiral completa sin reducción de su intensidad (S/1, d/4, 100%) es recomendable para plantaciones de árboles bien desarrollados y que se encuentren en buenas condicione. En árboles jóvenes puede aplicarse siempre que los árboles tengan un vigoroso crecimiento y se tomen las precauciones del caso y se reduzca su intensidad alargando los períodos de descanso.

Para estas plantaciones de árboles jóvenes y en general en donde no pueda aplicarse el sistema de espiral completa cada cuarto día sin descanso (S/1, d/4, 100%) por considerar que es demasiado severo, se aconseja reducir su

moo

intensidad. En estos casos se recomienda uno de los sistemas siguientes, de intensidad reducida, según las circunstancias:

S/1, d/4, 10 m / 12.83%	-	Espiral completa cada cuarto día con 10 meses de sangría y 2 meses de descanso.
S/1, d/4, 6 m / 8.75%	-	Espiral completa cada cuarto día con 6 meses de descanso. A.B.C.D.
S/1, d/4, 6 m / 9.67%	-	A.B.C. - Espiral completa cada cuarto día con 6 meses de sangría y 3 meses de descanso.
S/1, d/4, 5 m / 10.50%	-	A.B. - Espiral completa cada cuarto día

Sin embargo para determinar el sistema de sangría más adecuado hay que tener en cuenta también el clon que se tenga establecido, siempre que se trate de plantaciones monoclonales. Los distintos clones se comportan de diferente manera y no presentan características semejantes, en cambio los árboles constituídos a base de un solo clon presentan características sumamente uniformes en cuanto a habitat, crecimiento y producción (37). Las propiedades del látex, renovación de corteza, susceptibilidad a enfermedades y otros factores también pueden diferir entre los clones. Algunas veces un clon de altísimo rendimiento que muestre mayor susceptibilidad a las enfermedades y a otras características indeseables del tronco de sangría, puede ser elegido para establecer en plantaciones aún cuando haya necesidad de establecer un sistema especial de sangría que evite tales condiciones indeseables. Tal fue el caso del GV - 31, el cual

Corte sangría en espiral

No. 30

fue elegido como un buen clon a pesar de su susceptibilidad a la enfermedad "Brown Bast", pues su alto rendimiento garantizaba, en caso de necesidad, procedimientos especiales de sangría (6).

El corte de sangría en espiral, debe hacerse de izquierda a derecha con un ángulo de inclinación de 30 grados. En esta forma se estima que mayor número de vasos laticíferos son cortados, debido a la posición que tienen en la corteza del árbol, y se evita la pérdida de látex por desbordamiento.

La parte inferior del corte de espiral estará a 40 pulgadas de altura a partir de la unión del injerto con el patrón, siendo el máximo de consumo de corteza aconsejado para este sistema, de 5.5 pulgadas por año lo que permite un renuevo de corteza de 7 años tiempo considerado adecuado. En estas condiciones el consumo de corteza por sangría no debe exceder de 1.7 milímetros.

El máximo de profundidad del corte de sangría debe llegar a un milímetro del cambium. Se considera que una profundidad menor de ésta representará una pérdida en producción y una mayor profundidad causará heridas perjudiciales al árbol (51), (59).

XIV. PREPARACION Y EMPAQUE

A. Coagulación

El látex se coagula naturalmente a las pocas horas de haber fluído del corte de sangría, formándose una masa

sólida que flota en un líquido llamado suero. Aún no se sabe qué organismos propiamente son los causantes de esta coagulación natural del látex, existiendo dos teorías: algunos sostienen (15) que la coagulación es debida a un proceso enzimático y otros la atribuyen a una actividad bacterial. Parece que ésta última teoría es la más aceptada, considerándo también algunos que tanto las bacterias como las enzimas toman parte en el proceso.

El látex mientras se encuentra dentro de los tubos laticíferos del árbol, está libre de bacterias, pero una vez que fluye es contaminado por las bacterias que están en forma de esporas en el tronco y que son arrastradas por el agua lluvia al correr hacia abajo por el tronco. La coagulación se efectúa más rápidamente en tiempo lluvioso y esto se debe posiblemente a lo anteriormente anotado. Las bacterias al ponerse en contacto con el látex atacan de preferencia a los carbohidratos presentes en él, formándose ácidos orgánicos que producen la coagulación, efectuándose ésta cuando la acidez ha alcanzado un pH de 4.8. Esta coagulación natural, antes de que el látex sea llevado a la fábrica, dificulta una preparación conveniente del caucho y algunas veces hay necesidad de emplear sustancias que preserven el látex en su estado líquido. Estas sustancias son líquidos o materias alcalinas que neutraliza el látex o disminuyen su acidez a un pH conveniente. Las sustancias para conservar el látex en su forma líquida, pueden ser utilizadas con el objeto de retardar su coagulación por unas cuantas horas mientras el látex es llevado a la fábrica y en este caso son conocidas como <u>anticoagulantes</u>

o también pueden usarse sustancias para conservarlo líquido por un tiempo indefinido con fines a la exportación y son llamadas entonces preservativas.

Diferentes sustancias como el sulfito de sodio en la proporción de 0.05 gramos de Na_2SO_3 por 100 centímetros cúbicos de látex han sido utilizadas como anticoagulantes. También el carbonato de sodio y el amoníaco en solución. Este último parece ser el más aconsejable. El amoníaco actúa neutralizando los ácidos formados por las bacterias haciendo que el pH no alcance el valor necesario para la coagulación (15).

En el proceso de coagulación del látex ocurre una serie de cambios a medida que el pH va decreciendo y por lo tanto el grado de acidez aumenta. Los cambios efectuados en este proceso van desde una completa dispersión a la completa coagulación, estando comprendidos dentro de estos dos extremos, los estados de parcial floculación, floculación completa y coagulación incompleta. El pH durante el proceso varía gradualmente desde 5.30 para la completa dispersión hasta 4.87 en que principia la completa coagulación (21).

La coagulación comercial en plantaciones se efectúa por medio de ácidos agregados al látex en una correcta proporción para hacer bajar el pH hasta el grado adecuado. Los ácidos más comúnmente empleados son el ácido fórmico, el acético y el sulfúrico. De estos el fórmico parece ser el mejor y más económico. El ácido sulfúrico no es muy recomendable.

Análisis y experimentos llevados a cabo (45) en la coagulación del látex con este ácido, han demostrado que cuando usado en correctas proporciones no perjudica las propiedades del caucho, pero un exceso en la adecuada cantidad produce efectos nosivos en el caucho. En cambio un exceso en el uso del acético o fórmico no tiene serios efectos detrimentales en las propiedades del caucho, lo cual da un mayor margen de seguridad en el empleo de ellos. Además el sulfúrico es más difícil de manejar por sus propiedades altamente corrosivas y las máquinas y elementos usados en la coagulación se desgastan más rápidamente que cuando se emplean el acético o fórmico (42).

Antes de coagular el látex éste debe ser diluído con agua limpia con el fin de poderlo pasar por coladores y cedazos muy finos para quitarle todas las impurezas y partículas de materias extrañas que contenga. La limpieza del látex es una de las condiciones determinantes de la buena calidad del caucho.

Con el fin de efectuar la coagulación del látex satisfactoriamente y conseguir la mayor uniformidad en el producto, es necesario conocer el contenido de caucho seco en el látex para poderle agregar la correcta cantidad de agua para obtener soluciones con un determinado porcentaje de caucho seco.

La gravedad específica de un látex con un contenido de caucho seco de 32% es en promedio de 1.018 y en general

mientras más baja la gravedad específica mayor será el contenido de caucho. El porcentaje de caucho es obtenido por medio de aparatos llamados metrolac o latexometer. El metrolac marca el porcentaje de caucho en el látex de acuerdo con su gravedad (44).

Para calcular la cantidad de agua que hay que agregar a una determinada cantidad de látex para obtener un porcentaje dado de caucho seco se emplea la fórmula siguiente:

$$\frac{LC \times \%LC}{\%SL} = \text{Total del látex diluído.}$$

En donde LC igual a litros de látex empleado; %LC igual porcentaje del contenido de caucho seco en el látex; %SL igual porcentaje de caucho seco que se desea obtener en la solución. El total del látex diluído menos los litros de látex empleados da la cantidad de agua que hay necesidad de agregar (30).

Rigurosas precauciones deben tomarse en el uso de cedazos, coladores y demás implementos necesarios en la coagulación. El cobre causa serios perjuicios de deterioración en el caucho crudo. La presencia de este metal, aún en muy pequeñas cantidades, en el caucho lo vuelve flácido y pegajoso y finalmente se licúa. Aunque durante la preparación del caucho el cobre no tiene aparentemente ningún efecto perjudicial, pequeñas partículas de sales de cobre (cerca de 0.001 por ciento) deterioran los artículos de caucho causando un rápido envejecimiento. Por lo tanto debe evitarse el uso de

cedazos de cobre para colar el látex. El amoníaco ataca completamente el cobre y es necesario extremar las precauciones cuando esta sustancia ha sido empleada como anticuagulante. El bronce (aleación de cobre y estaño) también debe evitarse (19), (23). El manganeso produce el mismo efecto que el cobre. Se ha encontrado que pequeñas cantidades de este metal en el agua utilizada en la preparación del caucho causa su deterioración (19). Se aconsejan (23) el níquel, metal-monel y acero como materiales para cedazos y coladores.

B. Fabricación de láminas y Ahumado

El látex es coagulado en tanques especiales en donde se fabrican blocks de dimensiones apropiadas (60 centímetros de largo por 45 centímetros de ancho y 2.5 centímetros de espesor, para algunos casos (30)). Estos blocks se pasan por máquinas laminadoras provistas de rodillos en donde se les da el espesor conveniente, formándose láminas cuyas dimensiones han sido estandarizadas a 3 tipos: láminas grandes en las cuales se han empleado 7 litros de látex; láminas pequeñas hechas con 5 litros de látex y láminas de tamaño mediano (tipo AVROS). Las dimensiones para estas láminas son las siguientes (23):

Lámina	Peso K.	Longitud en cms.	Anchura en cms.	Espesor en mm.
Grande	1.5	135	45	3
Mediana (AVROS)	1.3	135	45	2.5
Pequeña	1.0	90	45	3

Máquina laminadora

provista de rodillos

No. 31

Máquina laminadora

No. 32

El caucho es sometido en las fábricas de productos de esta materia, a un proceso de calentamiento y trabajo mecánico para conseguir su suavización y plasticidad, operaciones que demandan tiempo y dinero. Investigaciones han sido conducidas con el fin de encontrar si esto puede ser evitado modificando los métodos de preparación del caucho en las plantaciones. Los experimentos efectuados muestran la posibilidad de la preparación de caucho suave en las plantaciones, con la adición al látex, antes de su coagulación, de ciertas sustancias jabonosas y otros suavizadores como el alquitrán de pino (71).

Algunas compañías en el Oriente han encontrado que agregando jabón o materias jabonosas al látex, el proceso de coagulación puede ser acelerado a tal punto, hasta hacer posible la preparación sin ninguna interrupción de las láminas de caucho, reduciendo en esta forma los costos de su elaboración (23).

Las láminas de caucho deben ser secadas para eliminar toda la humedad que contienen. Este secamiento no puede efectuarse por el sol porque el caucho se vuelve pegajoso deteriorándose y es preciso la construcción de edificios especiales llamados ahumadoras, en donde se efectúan dos procesos: el de secamiento por medio del calor y el de la absorción por el caucho de ciertos ingredientes que contiene el humo de la madera, lo que produce una coloración característica en las láminas de caucho. El tiempo requerido para el

secamiento en ahumadora es de cuatro días, a una temperatura que debe incrementar gradualmente de 100°F a 140°F. El tiempo de secamiento podría ser reducido fabricando láminas más delgadas y por temperaturas más altas en la ahumadora. Sin embargo láminas muy delgadas son débiles, difíciles de manejar y fácilmente rompibles y una temperatura muy elevada produciría ampollas y burbujas en las láminas (48).

El humo actúa como un desinfectante y hace que el caucho esté menos propenso al ataque de hongos, estimándose que también mejora sus propiedades. Algunos defectos en las láminas de caucho pueden presentarse, causados por diferentes agentes, que desmejoran notablemente su calidad, como los mohos producidos por hongos y microorganismos, los cuales actúan sobre el caucho deteriorándolo cuando encuentran favorables condiciones de humedad y temperatura para su desarrollo. Esto puede prevenirse almacenando las láminas de caucho en lugares secos, pero a veces es necesario un tratamiento con antisépticos. Por lo general cuando las láminas han sido convenientemente ahumadas no se presentan casos de mohos, no habiendo necesidad de usar los antisépticos.

Burbujas de aire o de gases como el dióxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno también se forman en las láminas de caucho como consecuencia de fermentaciones producidas por bacterias y microorganismos que se encuentran normalmente en el látex y en los coágulos, antes de pasarlos por las máquinas. Por esto es indispensable que las operaciones de recolección del látex, su transporte a la fábrica y la coagulación, se efectúen rápidamente y con la menor demora de

tiempo posible. Para evitar las burbujas se recomienda el empleo de anticoagulantes que produzcan un medio desfavorable a la acción de los fermentos. Se aconseja el empleo de una solución de sulfito de sodio, para lo cual se prepara una solución madre de 1 libra de sulfito en tres galones de agua, y se usa en la proporción de 5 onzas para cinco galones de agua, aplicándose tanto en el campo como en la fábrica (22). Es indispensable también que las vasijas y demás implementos utilizados en la manipulación del látex se encuentren y mantengan siempre en completo estado de limpieza siendo necesario para esto un suministro abundante de agua limpia en la fábrica.

Algunas veces se observa sobre las láminas de caucho una especie de polvo moreno conocido como "herrumbre", el que probablemente es formado como consecuencia de la descomposición por microorganismos del suero que la lámina todavía contiene, después de pasada por la máquina. Para prevenir la formación de "herrumbre" es conveniente un rápido secamiento de la superficie de la lámina, y se recomienda que tan pronto se pase por la máquina sea colgada para que escurra por dos horas en un lugar aireado pero con sombra y después llevada a la ahumadora. En otros casos es indispensable usar antisépticos (22).

C. Empaque

El yute es uno de los materiales más aconsejables para el empaque de las láminas. Antes de hacer el embalaje es conveniente engrudar o encolar el yute para evitar adheren-

cias de fibras al caucho. Se recomienda (43) la siguiente prepración del engrudo:

Almidón de yuca	120	libras
Silicato de soda	7.5	libras
Agua	120	galones

Esta cantidad es suficiente para la preparación de 765 metros de yute de 1.15 metros de ancho.

El embalaje en cajas de madera es muy costoso e innecesario puesto que hay materiales de más bajo costo y tan buenos o mejores como el de cajas.

Las láminas se doblan y prensan convenientemente, formándose balas de 200 libras las que se cubren completamente con láminas de la misma calidad y se amarran con bandas de acero de una anchura mínima de 1.5 centímetros, antes de cubrirlas con yute. Es necesario aplicar polvo de talco en la parte interna de las láminas que sirven para cubrir la bala, para evitar que se peguen, lo mismo que la parte externa de ellas con el fin de prevenir que se adhieran al yute (23), (43).

Existen otros materiales apropiados para el embalaje de caucho. Un tejido de fibra de palma puede servir para este fin. Tiene la ventaja de que no hay necesidad del encolado, pero no resiste como el yute el manipuleo con ganchos que a veces es preciso emplear y las pacas quedan más bien voluminosas no pudiéndoseles dar una forma muy estandard. Esta clase de empaque es aconsejable para pequeños productores

Prensa para láminas

No. 33

por ser económico, ya que muchas veces el material se consigue en la misma región en donde está situada la pequeña plantación.

Varios pliegos de papel adheridos con látex también es un material utilizado en el empaque del caucho teniendo la ventaja de ser resistente e impermeable.

El empleo de sacos de papel es otro de los métodos utilizados para el embalaje de las láminas de caucho. La labor de empaque, con este material se simplifica y facilita muchísimo. Las láminas se arreglan y prensan convenientemente formando blocks estandard, los que se introducen fácilmente dentro del saco. Se estima (43) que cuando este sistema se generalice en el Oriente, su costo se reduzca. Estos dos últimos sistemas apenas estaban siendo introducidos en 1934 en el Lejano Oriente.

De investigaciones en Malaya (43) en 1934 se llegó a las conclusiones que aparecen en el cuadro de la página No. 112, con respecto a los diferentes métodos de empaque y los materiales empleados.

Considerando que el embalaje en sacos de papel, posiblemente llegue a ser el método corrientemente empleado en el futuro, por sus mayores ventajas sobre los demás sistemas, se describe a continuación la manera de proceder para el empaque, siguiendo las instrucciones dadas por el London Advisory Committee for Rubber Research (Ceylon and Malaya).

Las dimensiones estandard del papel que se utiliza

Método de Empaque	Costo aproximado de un empaque estandard de 224-250 lbs. excluyendo mano de obra.
1) Yute	20 cvs.
2) Tejido de Corchorus spp. (Gunny)	20 cvs.
3) Tejido de palma	18 cvs.
4) Ningún material de empaque	12 cvs. por amarrar
5) Papel doblado	No determinado
6) Sacos de papel	50 cvs. 2 sacos
7) Cajas de madera, de 3 divisiones.	70 cvs.

Nota: Los precios en el anterior cuadro se refieren a dólares.

	Método de Empaque	Costo aproximado de un empaque estandard de 224-250 lbs. exclusivando mano de obra.
1)	Yute	20 cvs.
2)	Tejido de Corchorus spp. (Guaiy)	20 cvs.
3)	Tejido de palma	18 cvs.
4)	Ningún material de empaque	12 cvs. por embarcar
5)	Papel doblado	No determinado
6)	Saco de papel	50 cvs. 2 sacos
7)	Cajas de madera, de 3 divisiones.	70 cvs.

Nota: Los precios en el anterior cuadro se refieren a dólares.

en la fabricación de los sacos deben ser de 19" x 9.5" x 24"; siendo la capacidad de estos de 1 quintal inglés (112 libras).

Las láminas de caucho se doblan y se colocan, prensándolas, en moldes de madera de 19" x 9.5" x 24". La bala se saca del molde e inmediatamente se empaca, para evitar la expansión del caucho.

Haciendo coincidir los bordes, de igual dimensión, de las caras del saco con los de la bala se introduce ésta en el saco. Las secciones del saco tienen la suficiente longitud para permitir un sobrante de 6" a 8". Se pegan los extremos del saco con un adhesivo como el látex y finalmente el borde de los extremos se cubre con una cinta fuerte engomada. También pueden coserse los extremos por los métodos corrientes de empaque.

Sería de mucha conveniencia que en este Hemisferio se experimentara sobre los mejores métodos de empaque, para el pequeño productor de caucho, con diferentes materiales económicos y eficientes. En las regiones, propias para el cultivo del caucho de la América Tropical, muchas veces se encuentran diferentes fibras y materiales vegetales resistentes y finos que podrían utilizarse para fabricar empaques adecuados y a un bajo costo. Por lo general los agricultores de este Hemisferio conocen diversos sistemas de tejer las fibras vegetales y posiblemente algunas de estas clases de esterillas sean eficientes para la fabricación de empaques para caucho.

Empaque de yute. Bala de 200 libras

No. 34

XV. ENFERMEDADES Y PLAGAS

En general pueden clasificarse las enfermedades del Hevea en 3 grupos: enfermedades de la raíz, enfermedades del tallo y enfermedades de la hoja.

La mayor parte de las enfermedades que afectan el Hevea son parasíticas causadas por hongos, pero también ocurren enfermedades fisiológicas y anormalidades que ocasionan daños de consideración en las plantaciones de caucho.

Algunas de las enfermedades del Hevea en el Oriente, aún no se han presentado en las plantaciones de este Hemisferio, mientras que otras únicamente se encuentran en este última parte, existiendo ciertas otras tanto en el Oriente como en la América Tropical.

Para las enfermedades de la raíz, los síntomas externos son más o menos los mismos y por lo tanto es necesario descubrir la parte directamente afectada para poder reconocer la enfermedad.

Como consecuencia de la enfermedad las raíces no pueden absorver el agua que necesita el árbol y viene entonces un secamiento y caída general de las hojas. En ciertos casos parte del follaje cae estando aún verde o se produce un secamiento descendente en las ramas antes de que el árbol muera. Cuando estos síntomas externos empiezan a manifestarse ya la enfermedad ha avanzado lo suficiente para intentar su control y el árbol muere. También puede ocurrir que el árbol muera repentinamente antes de que cualquier síntoma externo aparezca.

En las enfermedades del tallo y las hojas los síntomas se manifiestan parcialmente en alguna o algunas partes del tallo, ramas u hojas. Estas diferentes enfermedades pueden ser reconocidas por sus características y síntomas peculiares de ellas. La periódica y natural defolicación del Hevea no le favorece, como pudiera creerse, contra el ataque de ciertas enfermedades de las hojas, pues en muchos casos el hongo puede vivir en las hojas secas caídas, no ocurriendo tampoco que la defoliación natural se produzca totalmente y al mismo tiempo en todos los árboles de una plantación de Hevea. La gravedad en las enfermedades de las hojas en el Hevea, estriba principalmente en que ellas no pueden ser controladas eficiente y económicamente por métodos corrientes de aspersión con fungicidas cuando el árbol ha llegado a su completo desarrollo (47), (58).

Se hace mención aquí, solamente de algunas de las más importantes enfermedades que afectan el Hevea, especialmente de aquellas que son más comunes en la América Tropical.

ENFERMEDAD SURAMERICANA DE LA HOJA (Dothidella Ulei P. Henn.)

La enfermedad suramericana de la hoja, frecuentemente designada con el nombre de SALD (South American Leaf Disease) y causada por el hongo Dothidella Ulei, es la enfermedad más grave y temible que afecta a los árboles de Hevea en este Hemisferio.

Esta enfermedad fue encontrada por primera vez en el valle del Amazonas y es propia de algunos de los países de la

América Tropical en donde se encuentra el Hevea silvestre, no habiéndose presentado hasta hoy en las plantaciones del Oriente.

El material sobre el cual se observó primeramente el hongo, fue recolectado por el explorador botánico alemán E. Ule en el año de 1900 en el río Jurua, afluente Sur del alto Amazonas en territorio del Brasil. En este material fue estudiado por Hennings en 1904 quien lo describió con el nombre de Dothidella Ulei. En un principio se consideró que el hongo podría ser un parásito de gravedad, pero más tarde algunos investigadores no lo apreciaron como un parásito de importancia. En las Guayanas Inglesa y Holandesa fue observado el Dothidella por primera vez en el año de 1907, pero tampoco en esta ocasión se le apreció como causante de mucho perjuicio (70).

Las investigaciones continuaron y al paso que ellas progresaban surgía el gravísimo problema patológico para las plantaciones de Hevea.

Desde el año de 1900, varios fitopatólogos y científicos han venido ocupándose en investigaciones sobre el Dothidella, en diferentes épocas y regiones y en diferentes estados de crecimiento del Hevea, hasta concluir que el Dothidella Ulei es un parásito que puede causar serios disturbios en las plantaciones de caucho, especialmente en su temprana edad. Ya desde 1917 Rands (70), Rorer, Bancrof y otros científicos habían constatado su importancia y anunciado la necesidad de su control.

Esta enfermedad, propia del género Hevea en su estado

silvestre en la hoya del Amazonas comprendiendo al Brasil, y parte de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, las Guayanas y Venezuela se diseminó a las plantaciones de Trinidad, Norte de Colombia, Panamá y Costa Rica, habiéndose manifestado últimamente en Méjico, existiendo el serio y gravísimo peligro de que se extienda a otros países en donde las plantaciones de Hevea no están establecidas a base de clones resistentes.

El hongo es un parásito obligado del Hevea y aunque ataca a todas las especies de este género algunas de ellas parecen ser más susceptibles a la enfermedad que otras. El hongo crece en medios de cultivo artificial, pero es conveniente advertir que el medio de cultivo empleado debe estar constituído principalmente por material de hojas de Hevea (33).

El hongo ataca a todos los órganos de la planta cuyos tejidos estén en período de crecimiento pero principalmente y con mayor intensidad a las hojas jóvenes las que son más rápidamente atacadas, produciéndose la muerte del árbol después de repetidas defoliaciones. Langford (33) determinó que más bien que de la edad de la planta, la susceptibilidad depende de la edad de las hojas y que éstas tienen su máximo de susceptibilidad desde que aparece hasta los siete a diez días, llegando a alcanzar su inmunidad de los doce a los veinte días.

Han sido identificados (33) tres estados de fructificación del hongo, pero solamente dos de ellos, el conidial y peritecial causan infección. En el estado conidial es cuando mayor infección se presenta y por consiguiente es el responsable de mayor cantidad de daño en la planta. Las ascosporas se

presentan en menor número que las conidias, pero también pueden producir infecciones aunque en menor proporción que las conidias. Sin embargo las ascosporas pesan menos que las conidias y son llevadas más fácilmente por el viento y a mayores distancias que éstas.

El hongo se multiplica rapidamente. Cuando una espora cae sobre una hoja, y encuentra condiciones apropiadas de humedad y temperatura, germina en unas pocas horas emitiendo una hifa la que penetra a través del tejido y por entre los espacios intercelulares de la hoja, produciéndose la lesión a los cuatro o cinco días y formándose en pocos días más, millones de esporas. Tres o cuatro meses más tarde se forman las ascosporas.

Las condiciones más favorables para el hongo, una vez que éste ha encontrado un tejido susceptible, están determinadas principalmente por la humedad y la temperatura. Un tiempo húmedo es más favorable para la diseminación de la enfermedad y los lugares en donde se presentan ligeras llovizznas y el ambiente permanece por largo tiempo saturado de humedad, ofrecen magníficas condiciones para su desarrollo. La temperatura óptima para el hongo se encuentra entre los 24°C. y 28°C. (33).

En un principio esta enfermedad fue un verdadero obstáculo para el establecimiento de plantaciones de Hevea en este Hemisferio, pero gracias a la paciente investigación de los científicos se ha logrado conseguir gran número de clones resistentes con los cuales es factible el cultivo del caucho en áreas infectadas por la enfermedad, así como también se han encontrado (34) métodos prácticos de control cuando las plantas están jóvenes.

Langford (33) ha establecido una clasificación para apreciar la resistencia o susceptibilidad de los clones, a la enfermedad de la hoja y su grado de esporulación. Dicha clasificación comprende 10 puntos comenzando por la inmunidad del clon, en el cual no se manifiesta la infección, para terminar en el número 10, muy altamente susceptible, estado en que la planta muere después de repetidas defoliaciones. El grado de esporulación comprende 5 categorías, desde el 0 con ninguna esporulación a cuatro x con mucha esporulación.

La selección de clones resistentes a la enfermedad de la hoja se basa en la anterior tabla de clasificación de Langford y ella se lleva a cabo en aquellas regiones que presentan las condiciones climáticas más favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Para la selección de clones resistentes se disponen, en una parcela de suelo uniforme, pequeños lotes con plantitas de Hevea reconocidas como altamente susceptibles a la enfermedad alternando con lotes de plantas cuya resistencia se desea probar. Las plantas susceptibles se aspersionan en un principio con fungicidas para conseguir que ellas logren una altura de 3 a 5 pies, permitiéndoseles así alcancen un nivel aproximadamente igual al de las plantas en prueba. Diez plantas de cada clon es un número suficiente para su prueba de resistencia. La abundante esporulación que se presenta en las plantas susceptibles situadas en estrecha proximidad a los clones en prueba, suministra una magnífica fuente de infección (33).

Periódicamente se hacen observaciones minuciosas y detenidas en las hojas de los clones en prueba haciendo las anotaciones sobre su resistencia de acuerdo con la clasificación Langford. Posteriormente, de acuerdo con los datos obtenidos, se sacan conclusiones sobre el grado de resistencia de los diferentes clones en prueba.

Se ha apreciado que posiblemente haya razas fisiológicas del hongo que se especializan en determinadas áreas y clones. Teniendo esto en consideración un clon puede mostrar una alta resistencia a la enfermedad en determinado lugar pero ser susceptible en otro sitio diferente. De aquí que las pruebas para resistencia se estén efectuando en varios lugares. Turrialba, Costa Rica (Estación Experimental Central de Hule, U.S.D.A. en cooperación con Costa Rica) ha sido elegido como el centro de estas investigaciones por sus favorables condiciones para el estudio de la resistencia a la enfermedad de la hoja. También se tienen en este mismo país, lotes experimentales para resistencia en Cairo (Goodyear Rubber Plantations Co.) y Estación Experimental de Hule "Los Diamantes" (U.S.D.A., Coop. C.R.). Asímismo se siguen investigaciones y se tienen lotes experimentales en:

<u>Perú</u>: Tingo María, Yurac, Yurimaguas, Iquitos.

<u>Brasil</u>: Belterra, Forlandia, Belem.

<u>Guayana Holandesa</u>

<u>Trinidad</u>: Puerto España.

<u>Colombia</u>: Acandi, Turbo, Apartadó, Villa Arteaga.

<u>Panamá</u>: All Weather.

En Turrialba se tienen varias series de clones experimentales para resistencia de las cuales se anotan las siguientes:

Tu - 41	1-120	Selecciones para resistencia de semillas de Belem.
Tu - 42	1-200	Selecciones para resistencia de semillas de Acre.
Tu - 42	201-213	Selecciones para resistencia de semillas de Manaos.
Tu - 42	214-246	Selecciones para resistencia de semillas de una plantación de la República Dominicana establecida con semillas de Matto Grosso.
Tu - 42	301-414	Selecciones para resistencia de semillas de Belem.
Tu - 43	1- 10	Selecciones para resistencia de semillas de Iquitos.
Tu - 43	11- 24	Selecciones para resistencia de semillas de Borba, Estado de Amazonas, Brasil.

También se tienen selecciones de árboles silvestres para su reconocimiento, de los siguientes lugares:

Porto Velho (P.V.)	Selecciones de selva
Matto Grosso (M.G.)	Selecciones de selva
Leticia (Let.)	Selecciones de semillas de Leticia (Col.)
All Weather (A.W.)	Selecciones para resistencia y producción de árboles de All Weather en Panamá.

Perú (P)	Selecciones de árboles silvestres de varios lugares del Perú.
Instituto Agronómico do Norte (IAN)	Híbridos entre clones Orientales y Ford.
Ford Crosses (FC)	Híbridos entre clones Orientales y Ford.

Clones Ford resistentes más sobresalientes:

Clasificación Lanfgord

Clon	Turrialba	Belterra	Belem	Comentarios
FB 54	4 x	5 xx	4-0	Muy bueno. 5 años de prueba.
FB 116	5	4 x	4-0	Muy bueno para usar en cruces.
FB 3333	5 xx	5 xx	5 xx	Muy bueno para copa.
FB 3363	4 x	5 xxx	5 xxx	Muy bueno para copa.
FB 3361	5 xxx	5 xxx	3-0	Muy bueno para copa.
F 170	5 xx	5-0	3-0	Crece muy despacio.
F 211	6-0	5-0	4-0	Crece un poco despacio.
F 212	5 xx	5-0	3-0	Crece un poco despacio.
F 351	5-0	5-0	3-0	Bueno para cruces.
F 409	5-0	4-0	3-0	Susceptible Phytophthora.
F 1619	3-0	4-0	3-0	Buenísimo.
F 1620	5 x	4-0	4 x	Bueno para copa.
F 6395	2-0	2-0	2-0	Un crecimiento sumamente rápido. Hay que tener precauciones. Bueno donde no hay vientos.
F 6398	4 xxx	4-0	2-0	Crecimiento un poco rápido.

Mientras los patrones de semillas llegan a la edad adecuada para ser injertados con clones de alto rendimiento y estos alcanzan la altura necesaria para poder hacer el injerto con clones resistentes es preciso controlar la enfermedad con fungicidas. Ha sido comprobada (34) la efectividad del control por este medio tanto en los viveros como en el campo. Pruebas efectuadas en plantas de un año de edad con aspersiones de diferentes fungicidas cúpricos, sulfurosos y compuestos orgánicos, demostraron la mayor efectividad de los fungicidas cúpricos "insolubles" (sulfato básico de cobre, óxido cuproso) y de los fungicidas sulfurosos húmedos. Estos últimos son un poco menos efectivos que los cúpricos "insolubles" pero tienen la ventaja de que no afectan el éxito de prendimiento en los injertos, cuando las plantas destinadas para madera de injerto son aspersionadas y por lo tanto son recomendables para este fin. Los residuos de los fungicidas cúpricos que quedan en la madera de injerto reducen el porcentaje de injertos y por lo tanto es necesario tomar precauciones sumergiendo las estacas de injerto en ácido hidroclorico (ácido hidroclorico al 0.3% por 3 segundos) y luego lavar con agua. Los fungicidas a base de compuestos orgánicos son menos efectivos que los dos anteriores. Sin embargo el Fermate ha mostrado ser muy efectivo, pudiendo reemplazar a los cúpricos "insolubles". Es conveniente agregar adhesivos (caseína más harina de trigo) con el fin de aumentar su efectividad. La frecuencia de las aspersiones varía de acuerdo con muchas circunstancias y factores pero en general se recomienda una aspersión semanal en condiciones muy favorables para el desarrollo de la enfermedad (34).

Por procedimientos genéticos se busca actualmente conseguir clones que reunan las dos cualidades de alto rendimiento y resistencia. Cuando esto se obtenga se habrá resuelto definitivamente el problema de la enfermedad de la hoja y se podrán establecer plantaciones de caucho Hevea en la América Tropical, sin necesidad de emplear los métodos de aspersiones con fungicidas y de injerto en alto con copas resistentes.

ENFERMEDADES DEL PHYTOPHTHORA

Las enfermedades causadas por el Phytophthora son de mucha importancia y gravedad. Este hongo ataca el tronco, los frutos y las hojas de Hevea principalmente en tiempo húmedo. La enfermedad del Phytophthora es posible controlarla en parte por medio de clones que no sean muy susceptibles (35).

Filamento negro:

Es causada por el hongo Phytophthora faberi Maubl. Ataca el tronco sobre la corteza en renovación especialmente la parte que ha sido recientemente sangrada. La corteza más externa se comprime apareciendo verticalmente filamentos negros los que al juntarse producen heridas que destruyen la corteza hasta la madera, afectando el cambium el cual muere en las partes atacadas. La enfermedad avanza extendiéndose hacia abajo con los cortes de sangría. Puede atacar también los frutos, ramas y hojas de Hevea. La enfermedad se disemina en la época de humedad y se suspende cuando cesan las lluvias.

Como medida preventiva se recomienda pintar el corte de sangría con desinfectantes o fungicidas. Parece que no se

ha encontrado un adecuado tratamiento curativo. Se aconseja suspender la sangría y pintar con soluciones fungicidas la parte afectada (47), (58).

Parche cancerosa:

Causada por el Phytophthora faberi Maubl. Es difícil de identificar pues no presenta signos externos muy evidentes.

Escarificando la parte externa de la corteza se encuentra una capa de color moreno oscuro o negro, la que en estados avanzados tiene una coloración roja o roja púrpura. Esta enfermedad ataca la corteza y avanza hacia el cambium llegando muchas veces hasta la madera la que queda expuesta formándose una herida. En casos avanzados fluye un líquido rojizo. Las heridas producidas en la corteza propician la entrada y desarrollo de la enfermedad. Como tratamiento se recomienda limpiar la corteza afectada y aplicar un desinfectante. Cuando la enfermedad ha llegado hasta la madera ésta debe alquitranarse (47), (58).

Pudrición mohosa. (Ceratostomella fimbriatum)

Es una de las enfermedades más graves del tronco. En los comienzos de la enfermedad aparecen pequeñas manchas oscuras sobre la corteza las que se unen formando una banda más o menos paralela al corte de sangría. Las partes afectadas se pudren y se cubren con una capa mohosa de color grisáceo la que más tarde se vuelve negra. La enfermedad penetra hasta la madera produciéndose grandes heridas. A medida que se

practican los cortes de sangría la enfermedad avanza hacia abajo del tallo.

Debe suspenderse la sangría en los árboles atacados y pintar con un desinfectante. Las navajas de sangría deben esterilizarse con agua hirviendo pues se cree que la infección es producida por ellas.

Enfermedad rosada:

Causada por el Corticium salmonicolor. Esta enfermedad se manifiesta en las horquetas del árbol especialmente en la horqueta principal. La parte afectada se cubre con un parche rosado debajo del cual la corteza toma un color moreno y luego se seca y muere. Se disemina especialmente en tiempo húmedo. Como tratamiento se recomienda cortar la parte afectada y alquitrar la herida. También deben pintarse todas las partes afectadas con alquitrán para evitar la diseminación de las esporas y que se propague la enfermedad.

Brown Bast:

No se conocen con certeza las causas de esta enfermedad pero parece que tiene su origen en anormalidades fisiológicas producidas por el tratamiento a que ha sido sometido el árbol. Se presenta con mucha frecuencia en las áreas sometidas a sangrías muy severas siendo lo más probable que la enfermedad sea causada por esta circunstancia. La enfermedad se manifiesta por la cesación parcial o total del flujo del látex en el corte de sangría. El interior de la corteza en la

parte afectada se decolora apareciendo pequeñas manchas moreno pálidas o grisáceas y formándose una línea morena sobre el corte de sangría cerca del cambium. Algunas veces el látex en la parte enferma es muy espeso y coagula intermitentemente sobre el corte de sangría. El mejor tratamiento recomendado es dejar en descanso los árboles, suspendiendo la sangría por un tiempo igual a aquel en que la sangría se hubiera efectuado cuando los árboles estaban sanos. En casos muy severos es necesario escarificar el tejido decolorado de la corteza y cubrir con parafina o cera.

Enfermedades de la raíz:

Los síntomas externos de todas las enfermedades de la raíz son más o menos semejantes. Son causadas por hongos que se diseminan de tocones y maderas que quedan en el suelo. El tratamiento en general para estas enfermedades consiste en la destrucción de todos los árboles muertos, tocones y maderas de los cuales el hongo se ha diseminado, aislamiento del terreno por medio de zanjas profundas y la aplicación de cal al suelo. Esto último debido a que la mayoría de los hongos prefieren un medio ácido.

Enfermedad blanca de la ráíz:

Es causada por el Fomes lignosus. Al descubrir las raíces aparecen adheridos sobre la superficie de ellas filamentos blancos del hongo. Una característica de esta enfermedad es que no es necesario que las raíces estén en contacto

para producirse la infección porque el micelio del hongo puede ir a través del suelo. Esta circunstancia hace que sea una de las más graves enfermedades de la raíz.

Enfermedad morena de la raíz:

Causada por el Fomes lamaoensis. No es tan grave como la anterior. Se disemina más lentamente y únicamente cuando las raíces están en contacto. Las características de la enfermedad pueden apreciarse cuando se descubren las raíces. Adheridas a éstas se ve una capa de tierra, arena y pequeñas piedras mezcladas con el micelio del hongo formado por hilos pardos o morenos

Enfermedad roja de la raíz:

Producida por el Ganoderma pseudoferreum se caracteriza por la pudrición húmeda de las raíces atacadas y por la presencia de un micelio rojo en la parte externa de las raíces. Por lo general las raíces se pudren y contienen gran cantidad de agua.

PLAGAS

Son pocas relativamente las plagas que económicamente afectan el Hevea, no constituyendo éstas un serio problema para las plantaciones. Sin embargo existen algunas que causan daños de consideración.

Algunos roedores hacen mucho daño en las plantaciones comiéndose las raíces y brotes de los árboles de Hevea. Dentro de los insectos se encuentran algunos que perjudican notablemente el Hevea. Algunos coccidos como el Coeus viridis

atacan las hojas y la parte terminal del tallo de plantas jóvenes. La presencia de este insecto trae como consecuencia que ciertas hormigas invaden la planta produciéndose también el ataque de hongos que causan la fumagina dificultando la función clorofiliana.

Los termites o comejenes (especies del Orden Isoptera) atacan los troncos, ramas y en ocasiones las raíces de Hevea, especialmente los árboles jóvenes produciendo muchas veces serios perjuicios (49).

Entre los insectos que más daño ocasionan al Hevea se encuentran las hormigas del género Atta principalmente en los viveros y almácigos. Otros insectos también atacan los árboles de Hevea pero parece que no causan perjuicios de significación.

XVI. GRANDES Y PEQUEÑAS PLANTACIONES

Con el propósito de tratar sobre las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de explotación del caucho en cuanto a la extensión de su cultivo, se consideran aquí dos clases de plantaciones: grandes plantaciones de más de 40 hectáreas y pequeñas plantaciones, entendiendo por éstas aquellos pequeños cultivos que pueden ser explotados o atendidos por sus propietarios conjuntamente con otros cultivos de diferentes plantas, sin que él llegue a constituir la única fuente de su sostenimiento sino más bien le sirva como un auxiliar de su economía.

Al considerar esta cuestión es necesario hacer referencia a aquellos países del Lejano Oriente en donde se cultiva el caucho Hevea, por ser en estas regiones en donde existen grandes y pequeñas plantaciones y se ponen en práctica diversas clases de explotación.

Gehlsen (23) da un promedio de 325 hectáreas para 25,000 plantaciones y de 484 hectáreas para 1,226 plantaciones en las Indias Nederlandesas, estableciendo este mismo autor un promedio de área de 2.58 hectáreas para los pequeños cultivadores en Malaya y de 0.38 hectáreas para los de Java.

Una fuerte competencia se inició en el Oriente entre pequeños cultivadores y grandes productores a fines de 1928, alcanzando la producción de los pequeños cultivadores a un 51.7% de la producción total, con solamente el 38.5% del total de las plantaciones en 1934 (23).

Muchas circunstancias favorecen a los pequeños cultivadores. No tienen que invertir grandes capitales en el establecimiento y mantenimiento de su plantación obteniendo en este sentido una ganancia neta. En las grandes plantaciones hay que contabilizar el interés sobre el capital invertido, depreciación y gastos de administración lo cual según Gehlsen (23) representa por lo menos una tercera parte del costo de producción.

Gehlsen considera que un precio de venta de 10 centavos de dólar por kilo de caucho fue satisfactorio para el pequeño productor del Lejano Oriente en el año de 1939, incluyendo en él una participación de U.S. $0.04 para el intermedia-

rio por costos de empaque y otros gastos. Concluye Gehlsen que con este precio de venta las grandes plantaciones, con árboles de semilla y una producción de 500 kilos de caucho por hectárea, no podrían competir favorablemente con el pequeño cultivador, a menos que ellas sean renovadas y establecidas a base de clones que den un rendimiento de 1,000 kilos de caucho por hectárea, y que en esta forma un precio de U.S. $0.10 por kilo será beneficioso para todos los productores.

Brandes (16) estima que los costos de producción, c.i.f. puertos de los Estados Unidos, en plantaciones familiares en pequeña escala posiblemente sean de menos de U.S. $0.10 por kilo (U.S. $0.454 por libra), tanto para los productores del Oriente con un rendimiento de 438 kilos de caucho por hectárea, como para los productores de este Hemisferio con un rendimiento de 989 kilos por hectárea.

Sin embargo las últimas informaciones indican que los trabajadores en el Lejano Oriente están solicitando salarios más altos, los que en algunas regiones han aumentado al doble (16). De los acontecimientos que se han presentado últimamente en el Oriente es de presumirse que los jornales en esos países aumentarán posiblemente en más de un ciento por ciento.

Es necesario tener presente que las plantaciones de Hevea del pequeño agricultor en el Hemisferio Occidental se están estableciendo y se establecerán a base de los mejores clones Orientales y con todos los requisitos que exige un

cultivo técnico de caucho, lo que les da una ventaja, sobre el pequeño cultivador del Oriente, de una producción por hectárea de más de un ciento por ciento mayor que la de éste, siendo además posible, en este Hemisferio, la intervención de los Gobiernos para eliminar al intermediario.

Por otra parte el pequeño agricultor estableciendo cultivos mixtos de Hevea con otras plantas, no dependerá necesariamente del caucho para su subsistencia y por lo tanto no estará sometido a las fluctuaciones en los precios de este producto. Si los precios bajan a niveles que no permitan obtener ganancia, el pequeño productor puede abandonar su parcela de caucho y dedicarse a sus otros cultivos, iniciando nuevamente su explotación cuando los precios vuelvan a ser remunerativos. Debe agregarse que el caucho siendo una planta perenne vincularía más a la tierra al pequeño agricultor, presentándose por esta circunstancia para fomentar la pequeña propiedad agrícola en los países tropicales de la América.

Las grandes y modernas instalaciones para la preparación y beneficio del caucho que pueden establecer las grandes plantaciones y los procedimientos y métodos especiales de preparación y empaque que les es factible poner en práctica, podría ser una ventaja sobre el pequeño agricultor puesto que en esa forma se abarata el precio de costo y se obtiene un producto de primera calidad (37). Sin embargo está comprobado que en las pequeñas plantaciones se puede producir caucho de tan buena calidad en instalaciones pequeñas y económicas

siempre que se tomen las precauciones del caso. Además, por lo menos en lo que se refiere a la América Tropical, hay la factibilidad de que los Gobiernos y entidades encargadas del fomento de la agricultura, puedan instalar a un bajo costo pequeñas y modernas centrales de beneficio en diferentes lugares de la región cauchera para la preparación del caucho de los productores.

XVII. PRODUCTOS SINTETICOS

Con el nombre de caucho sintético se denomina impropiamente a ciertos productos elaborados artificialmente cuyas propiedades y características son parecidas o semejantes a las del caucho natural. Los llamados cauchos sintéticos no tienen la misma composición química del caucho natural y por lo tanto se les ha designado más apropiadamente con el nombre de elastómeros o elastoplásticos (23), es decir sustancias elásticas parecidas al caucho.

Desde hace 120 años, cuando el químico Faraday descubrió que el caucho era un hidrocarburo (C_5H_8) se inició la competencia entre el caucho natural y los productos sintéticos elásticos, por adquirir la supremasía tanto en calidad como en el bajo costo de producción.

Esta vieja lucha, no bien decidida aún, entre los dos productos se ha reanudado últimamente con mayor intensidad como consecuencia de la pasada guerra mundial.

Existen más de 60 clases de productos elásticos substitutos del caucho cada uno con sus propiedades caracterís-

ticas, pero comercialmente sólo se consideran 5 tipos de elastómeros: el buna "S" (butadieno y estireno) llamado también por los Norteamericanos GR-S (Government Rubber Styrene), el buna "N" (butadieno y nitrógeno); el butilo (GR-I) y el thiockol (GR-P). Cada uno de estos cuerpos posee cualidades superiores en algunos aspectos al caucho, que los hacen muy valiosos o indispensables para ciertos usos, pero en cambio el producto natural tiene otras propiedades que no se encuentran en los elastómeros, considerándolos individualmente.

El Buna "N" tiene muy buena resistencia al petróleo.
El Neopreno es resistente al fuego.
El Butilo puede contener 10 veces más aire que el caucho natural.

El Buna "S" es entre todos los elastómeros el que se asemeja más al caucho natural porque como él es un puro hidrocarburo (2).

En el cuadro anexo (página No. 135) pueden apreciarse mejor las cualidades comparativas de los diferentes elastómeros con el caucho natural (3).

Como puede verse en el cuadro el caucho natural supera a todos los elastómeros en muchas de las mejores cualidades como grado de elaboración y de cohesión; cualidad general de manipulación; elasticidad; tensión; resistencia al flujo plástico y rasgadura.

Entre más de 50,000 artículos diferentes que se fabrican de caucho, las llantas ocupan posiblemente el primer

ASTOMERROS Y CAUCHO NATURAL

Cual tes do	Tipos Neoprene	Tipo Butil	Tipos Thiokol
Form pen	Látex y sólido	Sólido	En forma dispersada, sólido y polvo
Dur	Bueno-Muy bueno	Mínimo	Lento
Esc dad man	Alta-Baja	Mediana	Alta-Baja
Gra y e	Muy bueno	Bueno	Satisfactorio Bueno
Cal sis	Muy buena	Satisfactorio	Satisfactorio
Cu ad	Buena	Satisfactoria	Satisfactoria
Cu te Cu			
	Excelente		

	Muy buena	Muy buena	Alto
Calor	Buena	Alta-Baja Altísima Muy-Muy buena	Muy-Alto Muy-Alto Muy-Muy buena
Mantenimiento	Muy buena	Alta-Baja Altísima Muy buena	Muy-Alto Muy-Alto Muy buena
		Muy buena-Muy buena	Muy-Alto-Muy-Alto

CUADRO DE CUALIDADES COMPARATIVAS ENTRE EL

Cualidades importantes en procedimiento de elaboración	Caucho Natural	Tipo Buna S	Tipo Buna N
Forma en que se dispone	Látex y sólido	Látex y sólido	Látex y sólido
Desenvuelvimiento	Muy bueno	Bueno	Satisfactorio
Escala de plasticidad después del desenvuelvimiento	Alta-Baja	Alta-Baja	Alta-Mediana
Grado de elaboración y cohesión	Excelente	Satisfactorio	Satisfactorio
Cualidad de vulcanización	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Cualidad general de manipulación	Muy buena	Buena	Satisfactoria
Cualidades importantes en la aplicación: Cualidades físicas			
Extensibilidad	Excelente	Buena	Buena
Elasticidad	Excelente	Buena	Satisfactoria-buena
Tensión	Excelente	Satisfactoria-Buena	Buena
Cualidades eléctricas	Excelente	Excelente	Satisfactoria
Impermeabilidad gases	Buena	Buena	Buena
Impermeabilidad al agua	Buena-Muy buena	Satisfactoria buena	Satisfactoria buena
Resistencia al flujo plástico	Muy bueno	Buena	Buena

lugar en importancia y se calcula (8) que más del 50% de la producción mundial de caucho se utiliza en épocas normales en la elaboración de este indispensable producto para la vida moderna. En los Estados Unidos país que consume más de la mitad (684,000 toneladas largas, marzo de 1940 a marzo de 1941) de la producción total, se utilizó casi el 60% (409,000 toneladas largas) en la fabricación de llantas (16).

Ninguno de los elastómeros, a pesar de sus muchas buenas cualidades, puede superar al producto natural en la elaboración de llantas. Todos los productos sintéticos elásticos tienen la propiedad de absorver la energía vibratoria, es decir son mejores amortiguadores de las vibraciones que el caucho natural. Pero esta cualidad buena para ciertos usos no lo es para las llantas: la absorción de energía produce calor y éste ocasiona el desprendimiento entre la lona y el caucho y como consecuencia viene la rápida deterioración de las llantas (8).

Analizando comparativamente los precios de venta de los dos productos, el natural y el sintético, se llega a las siguientes conclusiones:

El actual precio para el caucho natural puesto en Nueva York es de 23-1/2 cvs. de dolar la libra. El precio fijado por el Gobierno Norteamericano para el mejor de los elastómeros, en relación con el caucho natural, el GR-S es de 18-1/2 cvs. de dolar la libra. Según el control de precios de los Estados Unidos si el valor del caucho natural baja de 21 cvs. la libra los elastómeros no podrían competir ventajosamente con

él, estimándose que sea necesario un precio diferencial de un 33% entre los dos productos. Es decir que con un precio de 21 cvs. para el natural el del producto sintético debería ser de 17.5 cvs.

Para sostener los actuales precios y poder así proteger la industria de sintéticos, el gobierno de los Estados Unidos ha tenido que controlar la importación del caucho natural. Los industriales de ese país opinan que suspendido el control la industria fracasaría porque las llantas hechas exclusivamente con caucho natural, serían preferidas a las elaboradas con gran proporción de elastómeros. Consideran también los industriales que el caucho natural, con un mercado libre puede ser puesto en Nueva York al precio de 12 cvs. la libra. En cambio los sintéticos no podrían ser vendidos a menos de 12.5 cvs., sin incluir en este precio la amortización del capital de 700,000,000 de dólares invertidos en las plantas de sintéticos (4).

Por otra parte, entendidos en la materia (16) y conocedores de las condiciones del Lejano Oriente y de la América Tropical estiman el costo de producción c.i.f. puertos de los Estados Unidos, para productores a alto costo en el Oriente y en la América Tropical, en 10.5 cvs. la libra, en plantaciones con árboles de alto y mediano rendimiento respectivamente.

Al querer establecer una comparación entre los dos productos, el natural y el sintético, es conveniente también considerar la fuente de donde ellos son obtenidos y los materiales que se emplean en su elaboración.

El caucho natural proviene de ciertas plantas productoras de látex. Los elastómeros comerciales se obtienen principalmente de cinco materias primas naturales: Petróleo, Carbón, Sal y Cal.

El siguiente cuadro puede ilustrar mejór la procedencia del caucho y los elastómeros (9):

Productos	Componentes químicos	Materias primas
Caucho natural	Isopreno	Látex de ciertos árboles.
Neopreno	Cloropreno	Acetileno (Carbón y Cal).
Buna-S	Butadieno - Estireno	Petróleo y Carbón.
Buna-N	Butadieno - Acrilonitrilo	Petróleo y Carbón.
Butil	Isobutileno - Butadieno	Petróleo
Thiokol-B	Eter dicloroetilico - Tetrasulfuro sódico	Petróleo, Azufre, Sal.
Vistanex	Isobutileno	Petróleo
Koroseal	Cloruro de vinilo	Petróleo, Acetileno.

Como puede apreciarse el caucho proviene de una fuente viviente, las plantas, y por lo tanto inagotable, no así los elastómeros los cuales se obtienen de recursos naturales más o menos agotables y que son también utilizadas en muchísimas otras aplicaciones. Esta última circunstancia hace

que el costo de los productos sintéticos está sometido a las fluctuaciones altas y bajas en los precios de las materias primas de las cuales son obtenidos.

En cuanto a la demanda para el caucho se estima en 1,500,000 toneladas para 1947 las necesidades del mundo para esta materia prima, esperándose que la producción de caucho natural sea de 1,000,000 de toneladas y la de elastómeros en 550,000 toneladas (4). Sin embargo parece que el Congreso de los Estados Unidos ha acordado reducir la producción de los elastómeros a 250,000 toneladas por año, cantidad considerada como mínima con el fin de poder conservar las fábricas de sintéticos para casos de emergencia.

Es difícil predecir cuál será el resultado de esta lucha entre los dos productos, por adquirir la supremacía.

En ambos campos se ha investigado intensamente y tanto en el uno como en el otro se han logrado éxitos verdaderamente sorprendentes.

Analizando los hechos anteriormente expuestos puede fácilmente concluirse que el caucho natural aún conserva una posición ventajosa con respecto a los productos sintéticos, a pesar de los serios perjuicios sufridos en las investigaciones que se llevaban a cabo en el Lejano Oriente y la paralización misma de ellas por cerca de 4 años a causa de la guerra. Por el contrario los sintéticos durante ese tiempo lograron fantásticos progresos como el de elevar su producción, en los Estados Unidos, de 8,000 toneladas en 1941 a cerca de 1,000,000 de toneladas en 1945 y bajar los precios de costo de 50 cvs.

de dolar a 18-1/2 cvs. la libra.

De todo esto puede sacarse en conclusión, que al parecer, ninguno de los dos será desalojado. Cada uno de ellos será utilizado de acuerdo con sus propiedades y en algunos casos una combinación de los dos productos dará los mejores resultados.

SUMARIO

1. El isopreno (C_5H_8) es un hidrocarburo que se encuentra en ciertas plantas. Por polimerización de este cuerpo se forma un sólido elástico cuyo nombre más apropiado es el de caucho.
2. No se sabe desde cuando es conocido el caucho. Los indios de América lo utilizaban desde antes de la llegada de los españoles.
3. No de todas las plantas que contienen látex puede obtenerse caucho. También hay plantas productoras de caucho que no contienen látex.
4. Existen numerosas plantas que producen caucho. No todas ellas han sido cultivadas. Las consideradas como de mayor importancia para establecer plantaciones son las pertenecientes a los géneros *Hevea*, *Castilla* y *Partenium*.
5. Hasta el presente se estima que la *Hevea brasiliensis* es la mejor planta productora de caucho para establecer en plantaciones comerciales.
6. La hoya Amazónica es el principal habitat natural del género *Hevea* y no se le ha encontrado silvestre en ninguna otra parte del mundo.
7. Desde que fue establecido el género *Hevea* en 1775, ha sido estudiado y revisado por numerosos botánicos.
8. El nombre genérico de *Hevea* ha sido muy discutido. En 1791 fue cambiado por el de *Siphonia*. En 1865 se le dió nuevamente el de *Hevea*, nombre que parece

haber sido adoptado definitivamente.

9. Con respecto a la clasificación de las especies de Hevea ha habido muchas discrepancias entre los botánicos. Numerosas especies se han clasificado pero hasta el presente no se reconocen sino doce.

10. El estudio y revisión del género Hevea se continúa con mucho interés por renombrados botánicos.

11. Son muchos los nombres vulgares dados a las diferentes especies de Hevea de acuerdo con sus características y ellos varían según la región y el país en donde se encuentren.

12. Ha sido poco el progreso alcanzado en las investigaciones taxonómicas del género Hevea comparativamente con el adelanto logrado en la técnica de su cultivo.

13. Es fundamental la investigación taxonómica del género Hevea. La carencia de conocimientos sobre el género impone un límite en el mejoramiento y creación de clones superiores.

14. Las especies de Hevea difieren en la calidad y en la cantidad de látex que producen.

15. Industrialmente la Hevea brasiliensis ha sido clasificada como la mejor por la calidad y cantidad de látex que produce. La H. Benthamiana ocupa el segundo lugar, considerándose su producción inferior a la anterior.

16. En el Brasil se ha observado que un clon de H. Benthamiana produce más látex que el promedio de los clones de H. brasiliensis.

17. Ninguna de las especies de Hevea, excluyendo la Hevea brasiliensis, ha sido ensayada en plantaciones comerciales.

18. Las evidencias indican que la producción de los árboles de caucho Hevea en ciertas zonas del Amazonas es muy superior a la del Valle del Tapajoz.

19. Se ha considerado que la producción de los árboles de Hevea silvestres del Beni y del Acre es tres veces mayor que la del Tapajoz, siendo su caucho superior al de cualquier otra procedencia.

20. Numerosos autores están de acuerdo en que posiblemente existen en las selvas Amazónicas tipos de Hevea superiores a los establecidos en las plantaciones Orientales.

21. Por investigaciones en el género Hevea en la selva, se ha encontrado que existen variaciones en la Hevea brasiliensis las que han sido consideradas como formas.

22. Posiblemente dentro de las formas encontradas, hay una superior a las demás por su producción y calidad de su látex.

23. Los árboles de Hevea silvestres fueron intensamente explotados. La explotación se efectuaba en forma rudimentaria con implementos que deformaban los árboles.

24. Los caucheros del Amazonas demarcan para su explotación extensiones aproximadamente de 10 hectáreas, lo

que denominan "estrada".

25. El número de árboles en cada "estrada" varía de 90 a 120.

26. La explotación del Hevea silvestre es sumamente dificultosa y antieconómica.

27. El cultivo del caucho se inició en el Oriente a fines del siglo pasado con plantas pertenecientes a los géneros Castilla, Manihot, Hevea y Ficus.

28. La plantación de caucho más vieja del mundo fue establecida en Java en 1861 con el Ficus elastica.

29. Ninguna de las especies cultivadas pudo competir ventajosamente con la Hevea brasiliensis y las plantaciones fueron abandonadas.

30. Las semillas que dieron origen a las plantaciones de Hevea del Oriente fueron llevadas del Brasil a Inglaterra en 1876 por el inglés Henry Wickham.

31. El cultivo del Hevea se extendió rápidamente. De 400,000 hectáreas plantadas en 1910, aumentó a 3,600,000 en 1938 comprendiendo principalmente a Malaya, Java, Sumatra, Ceylan, Indochina, Burma y Thailand.

32. Como consecuencia de la superproducción de caucho los precios cayeron a niveles bajísimos. En 1922 los Ingleses establecieron el Plan Stevenson para restringir la producción.

33. El Plan Stevenson fracasó. Un nuevo plan fue firmado en 1934 por todos los países productores de caucho en el Oriente.

34. Los productores en el Oriente se asociaron para establecer Centros Investigativos para caucho.

35. Se estima la extensión plantada en el Oriente con clones superiores, en un 10% del área total.

36. Solamente en los últimos tiempos se inició el cultivo de Hevea en el Hemisferio Occidental.

37. Las primeras plantaciones de Hevea establecidas en el Hemisferio Occidental fracasaron como consecuencia de la enfermedad de la hoja (Dothidella Ulei)

38. En 1928 la Compañía Ford inició las plantaciones de Hevea de Forlandia y Belterra en el Brasil.

39. En 1934 la Compañia Goodyear Co. dió principio a plantaciones de Hevea en Panamá y Costa Rica.

40. La enfermedad de la hoja (Dothidella Ulei) hizo indispensable el empleo de injertos de copa con clones resistentes.

41. El último conflicto mundial hizo ver nuevamente la necesidad de los Programas Agrícolas Cooperativos entre las naciones.

42. En 1940 el Congreso de los Estados Unidos aprobó el Programa Cooperativo para caucho con las naciones Americanas interesadas.

43. Varias naciones Americanas, entre ellas Colombia, se asociaron al Programa Cooperativo para caucho.

44. Se estima en 30,000 acres el área plantada con clones Orientales en 8 países de la América Tropical.

45. Por métodos de selección se incrementó la producción de caucho de 500 libras por acre a 2,000 libras por acre por año.

46. Los árboles de caucho provenientes de semilla tienen una amplia variabilidad en su producción.

47. Una alta producción de látex en una forma constante y de buena calidad es la característica principalmente buscada en la selección de árboles superiores de Hevea.

48. Para la obtención de un clon suficientemente probado es necesario una rigurosa selección por varios años en los árboles de una plantación.

49. Se calcula en 1,000,000 el número de árboles que hubo necesidad de estudiar para obtener un solo clon.

50. Las semillas procedentes del cruzamiento de los mejores clones probados pueden dar poblaciones de árboles en las que se encuentran individuos de 2 y 3 veces mayor rendimiento que el promedio de la producción total de una población clonal.

51. Se estima que los nuevos clones obtenidos por el cruzamiento de los mejores clones probados puedan duplicar la producción de los clones originales.

52. La combinación de los métodos de selección vegetativa y del cruzamiento ofrece un amplio campo para la obtención de clones superiores.

53. Si el proceso de selección por métodos vegetativo y de cruzamiento se continuara, llegaría a adquirirse clones de Hevea de una producción incalculable.

54. Debido a las muchísimas dificultades que se tienen en la selección de árboles de Hevea silvestres aparentemente superiores en rendimiento, ésta no puede efectuarse en forma tan rigurosa y científica como la realizada en plantaciones.

55. Especiales circunstancias de innegable valor hacen que sea conveniente la selección de árboles superiores de Hevea en su lugar de origen.

56. Los clones orientales tienen un origen genético muy reducido.

57. Los árboles de donde originalmente provienen los clones orientales, han sido considerados como de baja producción y su caucho de inferior calidad comparativamente con los existentes en otras regiones del Amazonas.

58. Existe la posibilidad de encontrar nuevos tipos o variedades de Hevea superiores a los establecidos en plantaciones.

59. Los clones obtenidos por selección en la selva son sometidos a un minucioso estudio en centros investigativos.

60. Todos los clones de alta producción que se tienen en la actualidad provienen del Lejano Oriente.

61. Individualmente un clon no es bueno para toda clase de suelos y de clima.

62. Algunos de los clones obtenidos tienen una amplia adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas.

63. Algunos clones han dado rendimientos superiores a los más viejos clones, pero no han sido probados suficientemente por lo que se les considera como "experimentales".

64. Los clones orientales son altamente susceptibles a la enfermedad de la hoja (Dothidella Ulei)

65. Se han obtenido clones resistentes al Dothidella Ulei, los que son usados para proporcionar copas sanas a los clones orientales por medio del injerto.

66. Por procedimientos genéticos se trata de conseguir clones de alta producción y resistentes al Dothidella Ulei.

67. En la selección de lugar para plantaciones de Hevea deben tenerse en cuenta otros factores importantes además del clima y suelo.

68. La bondad de los suelos para Hevea depende más de sus condiciones físicas que de su composición química.

69. La presencia excesiva en el suelo de algunos elementos es perjudicial al Hevea.

70. La temperatura aconsejable para Hevea está determinada por la altitud. Una temperatura media de 26°C. a 28°C. le es adecuada.

71. El Hevea requiere una precipitación pluvial bien distribuida. Una precipitación de 80 pulgadas o más es tenida como buena.

72. Fuertes vientos son perjudiciales para el Hevea.

73. La propagación clonal del Hevea se efectúa por medio del injerto.

74. El injerto en el Hevea tiene por objeto conseguir árboles de alta capacidad productiva y árboles resistentes a las enfermedades.

75. Para conseguir un árbol de Hevea de alta capacidad productiva se injerta un patrón de semilla con un clon de alto rendimiento.

76. Se obtienen los mejores resultados cuando hay mayor compatibilidad entre la estructura de los tejidos de patrón e injerto.

77. La injertación del patrón de semilla es conveniente efectuarla tan pronto que éste alcance el diámetro adecuado.

78. El éxito en la injertación depende de muchos factores aparte de la habilidad del operador.

79. Para conseguir copas sanas a la enfermedad de la hoja se efectúa un injerto de copa con clones resistentes.

80. Aún no se ha llegado a una conclusión definitva sobre la conveniencia de la injertación para copa en el vivero o en el campo. Ambos sistemas tienen ventajas y desventajas.

81. La madera de injerto debe tener aproximadamente el mismo diámetro del patrón y es conveniente efectuar su anillamiento unos días antes de cortarla.

82. Para madera de injerto deben elegirse ramas que estén en un período activo de crecimiento y es necesario utilizarlas tan pronto como posible.

83. Las plantas de cobertura dentro de las plantaciones de caucho son benéficas porque mejoran las condiciones del suelo.

84. Las plantas de cobertura pueden establecer una competencia con los árboles de caucho y retardar su crecimiento en un principio.

85. Las mejores plantas para coberturas son las leguminosas. Existen muchas de estas plantas pero no todas resisten bien la sombra producida por los árboles de Hevea.

86. En el cultivo intercalado de otras plantas dentro del Hevea es esencial tener en cuenta las condiciones locales y la región en donde esté situada la plantación, siendo también indispensable un suelo muy fértil.

87. Dentro de los cultivos permanentes el café posiblemente ofrece las mejores ventajas para intercalar con Hevea.

88. La yuca parece ser de los cultivos intercalados que económicamente dan los mejores resultados, pero también es de los que más perjuicio causan al caucho en cuanto a crecimiento y enfermedades.

89. No se sabe con certeza la función que el látex desempeña en la planta.

90. La sangría severa retarda el crecimiento del árbol de Hevea.

91. Existen muchos sistemas de sangría pero no hay uno que pueda recomendarse como el mejor para todos los casos.

92. El mejor sistema de sangría es aquel que combine una alta producción con un mínimo de costo sin perjudicar el árbol.

93. Los métodos de media espiral "S/2, d/2, 100%) y espiral completa (S/1, d/4, 100%) son los que más se ajustan a las condiciones de un buen sistema de sangría.

94. El látex se coagula naturalmente al poco tiempo de haber fluído del corte de sangría. Aún no se sabe qué organismos causan esta coagulación natural.

95. Hay sustancias alcalinas que se utilizan para evitar la coagulación del látex por unas cuantas horas o por un tiempo indefinido. Estas sustancias son llamadas antiacumulantes y preservativas según el caso.

96. La coagulación comercial se efectúa por medio de ácidos agregados al látex, en la correcta proporción, para hacer bajar el pH hasta el grado adecuado.

97. Rigurosas precauciones deben tomarse en el uso de cedazos y coladores necesarios en el proceso de coagulación.

98. Los blocks de látex coagulado se pasan por máquinas provistas de rodillos para formar láminas de dimensiones estandarizadas.

99. Las láminas de caucho deben ser secadas en edificios especiales llamados ahumadoras en donde se efectúan dos

procesos: secamiento por el calor y absorción por el caucho de ciertos ingredientes que contiene el humo y mejoran su calidad.

100. El yute es uno de los materiales más acomejables para el empaque del caucho.

101. Existen muchos materiales para el embalaje del caucho.

102. El embalaje en sacos de papel posiblemente llegue a ser el método corriente por sus mayores ventajas.

103. En las regiones, propias para el cultivo del caucho, de la América Tropical, muchas veces se encuentran diferentes fibras y materiales resistentes que podrían utilizarse para fabricar empaques adecuados a un bajo costo.

104. Las enfermedades del Hevea pueden clasificarse en 3 grupos: Enfermedades de la raíz, Enfermedades del tallo, Enfermedades de la hoja.

105. La mayor parte de las enfermedades del Hevea son parasíticas causadas por hongos.

106. Para las enfermedades de la raíz los síntomas externos son más o menos los mismos y por lo tanto es necesario para su reconocimiento descubrir la parte afectada.

107. Las enfermedades de la raíz producen un secamiento y caída general de las hojas.

108. En las enfermedades del tallo y las hojas los síntomas se manifiestan parcialmente en alguna o algunas partes del tallo, ramas u hojas.

109. La SALD (enfermedad suramericana de la hoja, Dothidella Ulei) es la enfermedad más grave del Hevea en el Hemisferio Occidental.

110. En un principio no se consideró a la SALD como de mucha importancia. Posteriores investigaciones demostraron su gravedad.

111. El Dothidella Ulei ataca todos los órganos de la planta cuyos tejidos estén en período de crecimiento pero especialmente las hojas jóvenes.

112. Las condiciones más favorables para la SALD son determinadas principalmente por la humedad y la temperatura.

113. Se han encontrado métodos prácticos de control de la SALD, cuando las plantas están jóvenes, y clones resistentes a ella.

114. Langford estableció una clasificación para apreciar la resistencia o susceptibilidad de los clones a la SALD.

115. La selección de clones resistentes a la SALD se fundamenta en la tabla de clasificación Langford.

116. Pruebas para resistencia a la SALD se están efectuando en muchos lugares del Hemisferio Occidental.

117. La SALD puede ser controlada con diferentes fungicidas.

118. Otras enfermedades importantes en el Hevea son causadas por el Phytophthora faberi, Ceratostomella fimbriatum, Corticium salmonicolor, Fomes lignosus, Fomes lamaoensis, Ganoderma pseudoferreum.

119. Son pocas relativamente las plagas que económicamente afectan el Hevea en este Hemisferio. Sin embargo existen algunas que causan daños de consideración.

120. Muchas circunstancias favorecen el cultivo del Hevea en pequeñas plantaciones.

121. En el Oriente existen grandes y pequeñas plantaciones de Hevea. El promedio de estas plantaciones es de 325 y 484 hectáreas y de 2.58 y 0.38 hectáreas respectivamente.

122. Los costos de producción de caucho c.i.f. puertos de los EE.UU. se estiman en U.S. $0.10 por kilo para plantaciones en pequeña escala.

123. El pequeño agricultor estableciendo cultivos mixtos de Hevea con otras plantas, no dependerá necesariamente del caucho para su subsistencia.

124. El caucho es de los cultivos que más se prestan para fomentar la pequeña propiedad agrícola en los países de la América. Es un cultivo permanente que vincularía más a la tierra al pequeño agricultor.

125. Al fomentar el cultivo del caucho en la América Tropical debe tenerse presente que él no debe constituir la única fuente de su sostenimiento sino que más bien debe ser un auxiliar de su economía.

126. Existen muchos productos sintéticos semejantes al caucho a los que se ha dado el nombre de elastómeros.

127. Los elastómeros no tienen la misma composición química que el caucho.

128. Los elastómeros no tienen la misma composición química que el caucho.

129. En ambos campos, el sintético y el natural, se ha investigado y se investiga intensamente por conseguir un producto mejor y más barato.

130. A pesar de las grandes conquistas alcanzadas por los productos sintéticos, como consecuencia de la guerra, el natural conserva el predominio tanto en calidad como en bajo costo de producción.

131. Los elastómeros poseen algunas cualidades superiores a las del caucho.

132. El caucho tiene cualidades superiores a las de los elastómeros.

133. Ninguno de los elastómeros supera al caucho en calidad para la fabricación de llantas.

134. Más del 50% de la producción mundial de caucho se emplea en la fabricación de llantas.

135. Con un mercado libre de los dos productos la industria de sintéticos fracasaría.

136. Al parecer ninguno de los dos productos será desalojado. Cada uno de ellos será utilizado de acuerdo con sus propiedades.

LITERATURA CITADA

1. AKHURST, C.G. A note on manganese in Malayan soils. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 5 (1): 29-34. 1933

2. AMERICAN Education Press Inc. Rubber: 1-31. 1946

3. ANONIMO. Los cinco tipos comerciales de caucho sintético. Universal Commerce. D'Aguila Publications, Inc. 12 (2): 6-9, 1943

4. ADVISORY Committee's Recommendations for 1947. U.S. Rubber Programme. The India Rubber Jour. 61 (19): 635. 1946

5. BANGHAM, W.N. Rubber returns to Latin America. New Crops For The New World: 83-108. 1945

6. _____ Mejoramiento de la producción del "Hevea". Conf. ined. Inst. Interamericano Cien. Agr. 1946

7. BRESSMAN, E.N. The quest for rubber. Statements Before Special Committee to Invest. Natl. Defen. Program: 3-20. 1942

8. BEKKEDAHL, N. Caucho natural y caucho sintético. Traduc. al español. Fac. Nal. Agronomía (Medellín) 6 (22): 53-64. 1946

9. BARBA GOSE, E. Productos plásticos sucedáneos del caucho. Agricultura (Rep. Dominicana) 34 (160): 46. 1945

10. BLAIR, E.M. and FORD, T.F. Castilla as a Western Hemisphere rubber. Reprin. from Industrial and Engineering Chemistry 37 (8): 760-766. 1945

11. BRANDES, E.W. Go ahead, guayule. Agr. in the Americas 2 (5): 83-86. 1942

12. _____ Rubber from the Russian dandelion. Agr. in the Americas 2 (7): 127-130. 1942

13. COOK, O.F. Natural rubber. Smithsonian Report: 363-412. 1943

14. CRAMER, P.J.S. Wild rubber and selection. International Rubber Congres Batavia: 13-32. 1914

15. COBERT, A.S. The natural coagulation of Hevea latex. Rubber Research Inst. Malaya. Quarterly Jour. 2 (3): 156-181. 1930

16. CONSEJO Interamericano Económico Social. Informe sobre el Caucho. Unión Panamericana: 38-76-77. 1946

17. DUCKE, A. Novas contribuicoes para o conhecimento das seringueiras (Hevea") da Amazonia Brasileira. Arq. Serv. Florest. Rio de Janeiro 8 (1): 25-43. 1943

18. _____ Revision of the genus Hevea, mainly the Brazilian species. Separata Arq. extinto Inst. Biol. Veg. 2 (2): 1-31. 1939

19. EATON, B.J. Brass wire gauze for straining latex. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 9, Comms. 236-237: 90-99. 1939

20. FIGART, D.M. The plantation rubber industry in the Middle East. U.S. Dept. Agr. Trade Prom. Ser. (2): 100. 1925

21. FULLERTON, R.G. Observations on the coagulation of Hevea latex. Rubber Res. Inst. Malaya. Quarterly Jour. 2 (3): 156-181 1930

22. _____ Notes on defects in smoked sheet and crepe rubber. Rubber Res. Inst. Malaya 1 (1-2): 66-74. 1929

23. GEHLSEN, C.A. World rubber production and trade 1935-1939 7: 1-175. 1940

24. GUNNERY, H. Yiel prediction in Hevea. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 6 (1): 8-20. 1935

25. HUBER, J. Ensaio d' uma synopse das especies do genero Hevea sob os puntos de vista systematico e geografico. Bol. Museu Hist. Nat. Ethnographia 4: 621-622. 1906

26. HAINES, W.B. Effect of covers and clearing methods on the growth of young rubber trees, II. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 3 (2): 110-113. 1931

27. _____ The uses and control of natural undergrowth on rubber estates. Rubber Res. Inst. Malaya. Planting Manual (6): 1-37. 1940

28. _____ Effect of fertilizers and covers on growth of young rubber, IV. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 5 (1): 78-84. 1933

29. INDIA Rubber World (Reprint. from). The Ford rubber plantations I-II. 1941

30. KLIPPERT, W.E. El cultivo del hule "Hevea" en pequeñas fincas. U.S. Dept. Agr. Direc. Plant. Indus. Suelos Ing. Agr.: 1-77. 1946

31. LA RUE, C.D. The Hevea rubber tree in the Amazon valley. U.S. Dept. Agr. Dept. Bul. 1422: 1-9. 1926

32. LOOMIS, H.F. Castilla rubber's comeback. U.S. Dept. Agr. Reprint from Agr. in the Americas 2 (9): 171-172. 1942

33. LANGFORD, M.H. South American leaf blight of Hevea rubbertrees. U.S. Dept. Agr. Tech. Bul. 882: 1-31. 1945

34. _____ Fungicidal control of South American leaf blight of Hevea rubbertrees. U.S. Dept. Agr. Cir. 826: 1-20. 1943

35. _____ Plant pathology. Inter-American Inst. Agr. Scien. Confs. ineds. 1946.

36. LORENZ, R.C. y LESCANO, M.E. Cultivo del jeve Hevea en el Perú. Ponencia a la "IV Convención Agronómica Nal." Ms. inéd. Est. Exp. Tingo María. 1945

37. MANN, C.E.T. Improvement in the quality of rubber planting material. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 10, Comm. 251: 108-125. 1940

38. _____ Budding in the field. Rubber Res. Inst. Malaya Quarterly Jour. 1 (1-2): 50-60. 1929

39. MEMMLER, K. The science of rubber: 23-30. 1934

40. MORRIS, L.E. Field observations and experiments on the pollination of Hevea brasiliensis. Rubber Res. Inst. Malaya 1 (1-2): 41-49. 1929

41. MOHR, E.C.J. On rubber-soils. Inter. Rubber-Congress Batavia: 167-170. 1914

42. MOORE, A. Rubber-growing: elementary principles and practice. Rubber Res. Inst. Malaya. Planting Manual 7: 1-82. 1938

43. _____ The packing of raw rubber. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 5 (4): 373-386. 1934

44. MORRELL, R.S. and WAELE, A. De. Rubber, resins, paints and varnishes: 1-25. 1941

45. MARTIN, G. and DAVEY, W.S. Rubber from late coagulated with sulphuric acid. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 5 (3): 294. 1934

46. PAN American Union. Washington, D.C. Rubber: 3. 1944

47. PETCH, T. The diseases and pests of the rubber tree: 10-78. 1921

48. PIDDLESDEN, J.H. The drying of rubber. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 7 (2): 144. 1937

49. PEREZ, A.R. Insectos del hule en Costa Rica. Inst. Inter-Americano Cienc. Agr. Conf. ined. 1946

50. RANDS, R.D. El cultivo del caucho en la América Tropical. Unión Panamerica. Publ. Agr. 147-148: 1-43. 1944

51. RUBBER Research Institute of Malaya. Full-spiral tapping. The R.R.I. Planters' Bulletin 14: 1-4. 1940

52. SCHULTES, R.E. Estudio preliminar del género Hevea en Colombia. Separata Rev. Acad. Colombiana Cienc. Exact. Físico-Quím. Nat. 2 (22-23): 331-338. 1945

53. _____ Aprovechamiento científico de una riqueza natural Colombiana. Agricultura Tropical 12: 31-42. 1946

54. SHARPLES, A. and MANN, C.E.T. Standard instructions for the protection of pruned surfaces in budding operations. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 3 (1): 35-40. 1931

55. SHARP, C.C.T. The treatment of the pruned surface of large stocks of budding of Hevea brasiliensis. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 8 (1): 39-46. 1937

56. SUMMERS, F. The budding of Hevea in modern plantation practice. Rubber Res. Inst. Malaya. Planting Manual 2: 53-100. 1928

57. SANDERSON, A.R. and HAINES, W.B. Effect of covers clearing methods on the growth of young rubber. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 3 (1): 28-34. 1931

58. STEINMANN, A. Diseases and pests of Hevea brasiliensis in the Netherlands Indies: 1-39. 1927

59. SCOTT RUSSELL, R. Full-spiral tapping. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 11, Comm. 254: 1-25. 1941

60. SCHURZ, W.L. and HARGIS, O.D., MARBUT, C.F., MANIFOLD, C.G. Rubber production in the Amazon valley. U.S. Dept. Comm. Trade prom. ser. 23: 16. 1925

61. TENGWALL, T.A. History of rubber cultivation and research in the Netherlands Indies. Science and Scientistics in the Netherlands Indies: 344-351. 1945

62. THREADWELL, J.C. and HILL, R.C., BENNET, H.H. Possibilities for Para rubber production in Northern Tropical America. U.S. Dept. Comm. Trade prom. ser. 40: 3-5. 1926

63. UPHOF, J.C.Th. Rubber producing species of Castilla. Board or Economic Warfare. Tech. Bul. 5: 1-15. 1942

64. _____ The rubber from Manihot. Board of Economic Warfare. Tech. Bul. 7: 1. 1943

65. _____ The mangabeira rubber tree. Board of Economic Warfare. Tech. Bul. 9: 1-4. 1943

66. _____ Rubber producing species of Sapium. Board of Economic Warfare. Tech. Bul. 4: 1-18. 1942

67. U.S. Dept. Agr. Bur. Plant Industry. Cryptostegia as a possible source of rubber: 1. 1942

68. _____ The Russian dandelion as a source of rubber: 3. 1943

69. WEIR, J.R. The South American leaf blight and disease resistant rubber. Rubber Res. Inst. Malaya. Quarterly Jour. 1 (1-2): 91-97. 1939

70. _____ A pathological survey of the Para rubber tree (Hevea brasiliensis) in the Amazon valley. U.S. Dept. Agr. Dept. Bul. 1380: 33-41. 1926

71. WENTWORTH, V.H. The softening of rubber. Jour. Rubber Res. Inst. Malaya 9, Coms. 236-237: 90-99. 1939