

Tesis de Posgrado

Estudio de los gomales argentinos

Letiche, Enrique A.

1909

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Química de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Letiche, Enrique A.. (1909). Estudio de los gomales argentinos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0063_Letiche.pdf

Cita tipo Chicago:

Letiche, Enrique A.. "Estudio de los gomales argentinos". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1909.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0063_Letiche.pdf

1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

BOEN
ESTUDIO

DE LOS

GOMALES ARGENTINOS

TESIS

Presentada á la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
para optar al grado de Doctor en Química

POR EL EX-ALUMNO

ENRIQUE A. LETICHE

QUÍMICO DE 1º DE LA OFICINA QUÍMICA NACIONAL

JEFE DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



Tesis: 63

BUENOS AIRES

IMPRENTA Y CASA EDITORA DE JUAN A. ALSINA

1422 — CALLE DE MÉXICO — 1422

1909

500.63

*La Facultad no se hace solidaria
de las opiniones manifestadas en
las tesis.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

DECANO

Ingeniero Otto Krause

VICE-DECANO

Ingeniero Juan F. Sarhy.

CONSEJEROS

Ingeniero Luis A. Huergo.

- Eduardo Aguirre.
- Emilio Palacio.
- Julián Romero.
- Luis J. Dellepiane.
- Eduardo Latzina.
- Agustín Mercau.

Doctor Carlos M. Morales.

- Atanasio Quiroga.
- Ildefonso P. Ramos Mejía.
- Angel Gallardo.

Ingeniero Julio Labarthe.

- Lorenzo Amespil.

DELEGADOS AL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO

Ingeniero Luis J. Dellepiane.

- Agustín Mercau.

Doctor Carlos M. Morales.

Ing. Eduardo Aguirre.

SECRETARIO

Ingeniero Pedro J. Coni.

1000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

ACADÉMICO HONORARIO

Ingeniero Guillermo White.

ACADÉMICOS

Ingeniero Santiago Brián.

Doctor Juan J. J. Kyle.

- Rafael Ruiz de los Llanos.
- Manuel B. Bahía.

Ingeniero Otto Krause.

- Juan F. Sarhy.
- Luis A. Huergo.
- Eduardo Aguirre.
- Emilio Palacio.
- Julián Romero.

Doctor Eduardo L. Holmberg.

- Carlos M. Morales.
 - Atanasio Quiroga.
 - Angel Gallardo.
 - Ildfonso P. Ramos Mejía.
-

01110

PROFESORES TITULARES

Ing. Juan de la C. Puig.....	<i>Complementos de Aritmética y Algebra.</i>
» José S. Sarhy.....	<i>Compl. de Geometría y Trigonometría.</i>
» Carlos Paquet.....	<i>Dibujo lineal y á mano levantada.</i>
» Ricardo J. Martí.....	<i>Dibujo lineal y á mano levantada.</i>
» Carlos D. Duncan.....	<i>Algebra superior y Geometría analítica.</i>
» Juan F. Sarhy.....	<i>Geometría proyectiva y descriptiva.</i>
» Juan Rospide.....	<i>Construcción de edificios.</i>
» Alfredo J. Orfila.....	<i>Dibujo lavado de planos.</i>
» Juan Darquier.....	<i>Estática gráfica.</i>
» Lorenzo Amespil.....	<i>Geometría descriptiva aplicada.</i>
» Emilio Palacio.....	<i>Topografía, Cam. ord. y mat. de constr.</i>
» Emilio Candiani.....	<i>Cálculo de las const. y Puert. y Canales.</i>
» Julio Labarthe.....	<i>Resistencia de materiales.</i>
» Eduardo Aguirre.....	<i>Miner. y Geolog. y Tecnología del calor.</i>
» Horacio Pereyra.....	<i>Dibujo de Arquít. y Arquítec. (I. C).</i>
» Vicente Castro.....	<i>Construcciones de mampostería.</i>
» Julian Romero.....	<i>Hidráulica.</i>
» Luis J. Dellepiane.....	<i>Geodesia.</i>
» Otto Krause.....	<i>Const. de máq.—Tecnol. mec. y Teoría de los mecanismos.</i>
» Agustín Mercau.....	<i>Hidráulica agrícola é Hidrología.</i>
» Domingo Selva.....	<i>Construcciones de Arquitectura.</i>
» Mariano J. Cardoso.....	<i>Geom. descrip. y Perspectiva y Sombras</i>
» Fernando Segovia.....	<i>Construcción de Puentes y techos.</i>
» Alberto Schneidewind.....	<i>Ferrocarriles.</i>
» Eduardo Latzina.....	<i>Reguladores, turbinas y máq. agrícolas.</i>
» Eduardo M. Lanús.....	<i>Arquitectura 1er. curso</i>
» Pablo Hary.....	<i>Arquit. 2.º curso y Teoría de la Arquítec.</i>
» Mauricio Durrieu.....	<i>Proyectos, Dirección de Obras. Legisl.</i>
» Jorge Duclout.....	<i>Teoría de la Elasticidad.</i>
Dr. Manuel B. Bahía.....	<i>Compl. de Física y Electrotécnica.</i>
» Ignacio Aztiria.....	<i>Complementos de matemáticas.</i>
» Ildefonso P. Ramos Mejía...	<i>Cálculo infinitesimal 1.º y 2.º cursos.</i>
» Atanasio Quiroga.....	<i>Química anal. rel. á mat. de const. y Química analítica aplicada.</i>
» Carlos M. Morales.....	<i>Mecánica racional.</i>
» Eduardo L. Holmberg.....	<i>Botánica general.</i>
» Angel Gallardo.....	<i>Zoología.</i>
» Enrique Herrero Ducloux...	<i>Química analítica especial.</i>

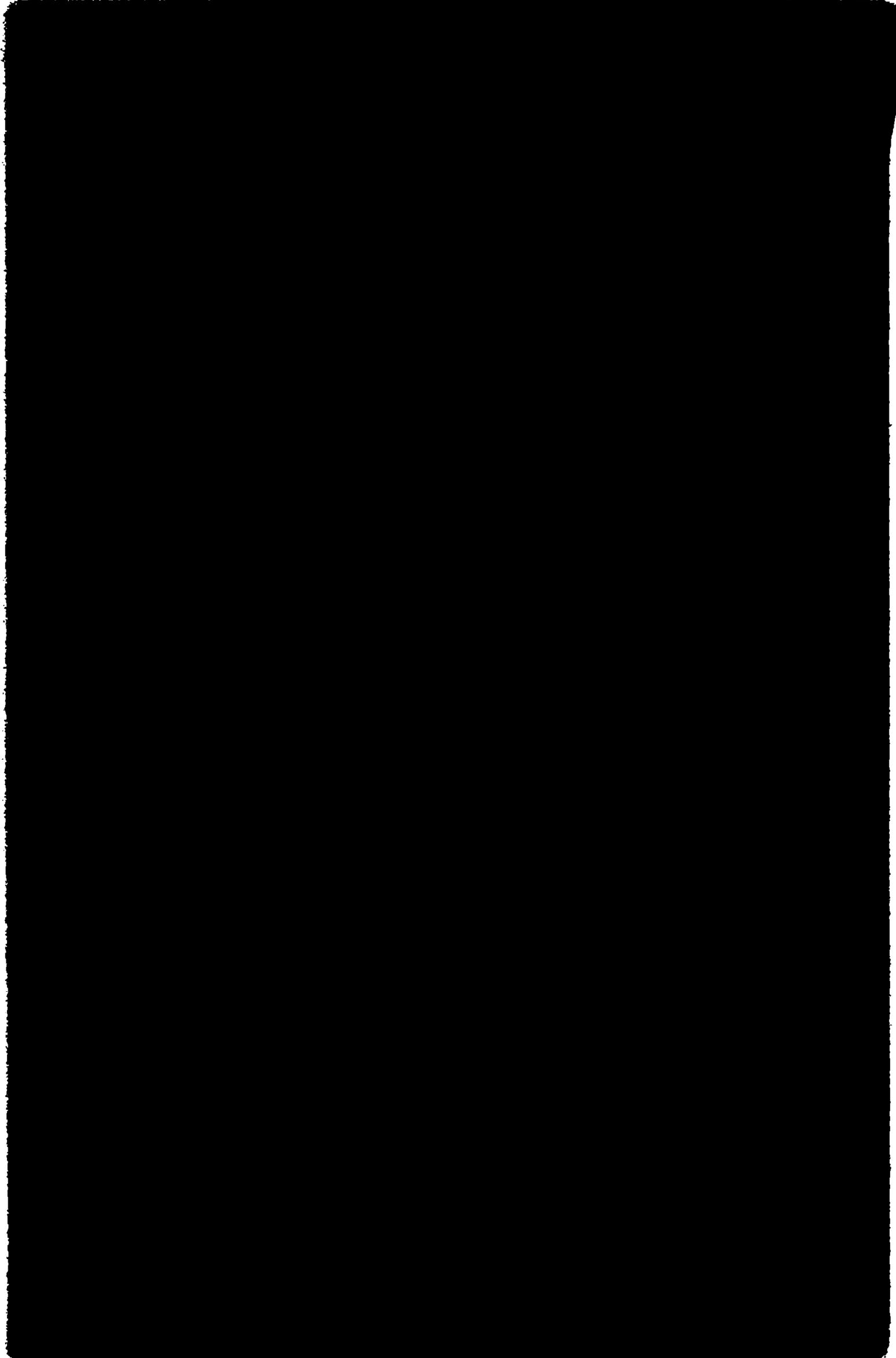
ANON

Dr. Julio J. Gatti.....	<i>Química orgánica.</i>
• Claro C. Dassen.....	<i>Geometría descriptiva (arquitectos).</i>
• Enrique Poussart.....	<i>Complementos de Química.</i>
Don Alejandro Christophersen....	<i>Arquitectura 4.º curso.</i>
• Eduardo Le Monnier.....	<i>Arquitectura 3.º curso.</i>
• Jaques Dunant.....	<i>Historia de la Arquitectura.</i>
• José Carmignani.....	<i>Dibujo de ornato.</i>
• Ernesto de la Cárcova.....	<i>Dibujo de figura.</i>
• Torcuato Tasso.....	<i>Modelado.</i>
Dr. Horacio Damianovich.....	<i>Físico-química.</i>
Ing. José A. Medina.....	<i>Física general.</i>
• Alfredo Galtero.. ..	<i>Construcciones 1er. curso.</i>
• Luciano Hauman Merck....	<i>Microbiología.</i>
• Cristóbal Hicken.....	<i>Botánica especial.</i>
Ing. Alfredo Galtero.....	<i>Construcciones 2.º curso.</i>

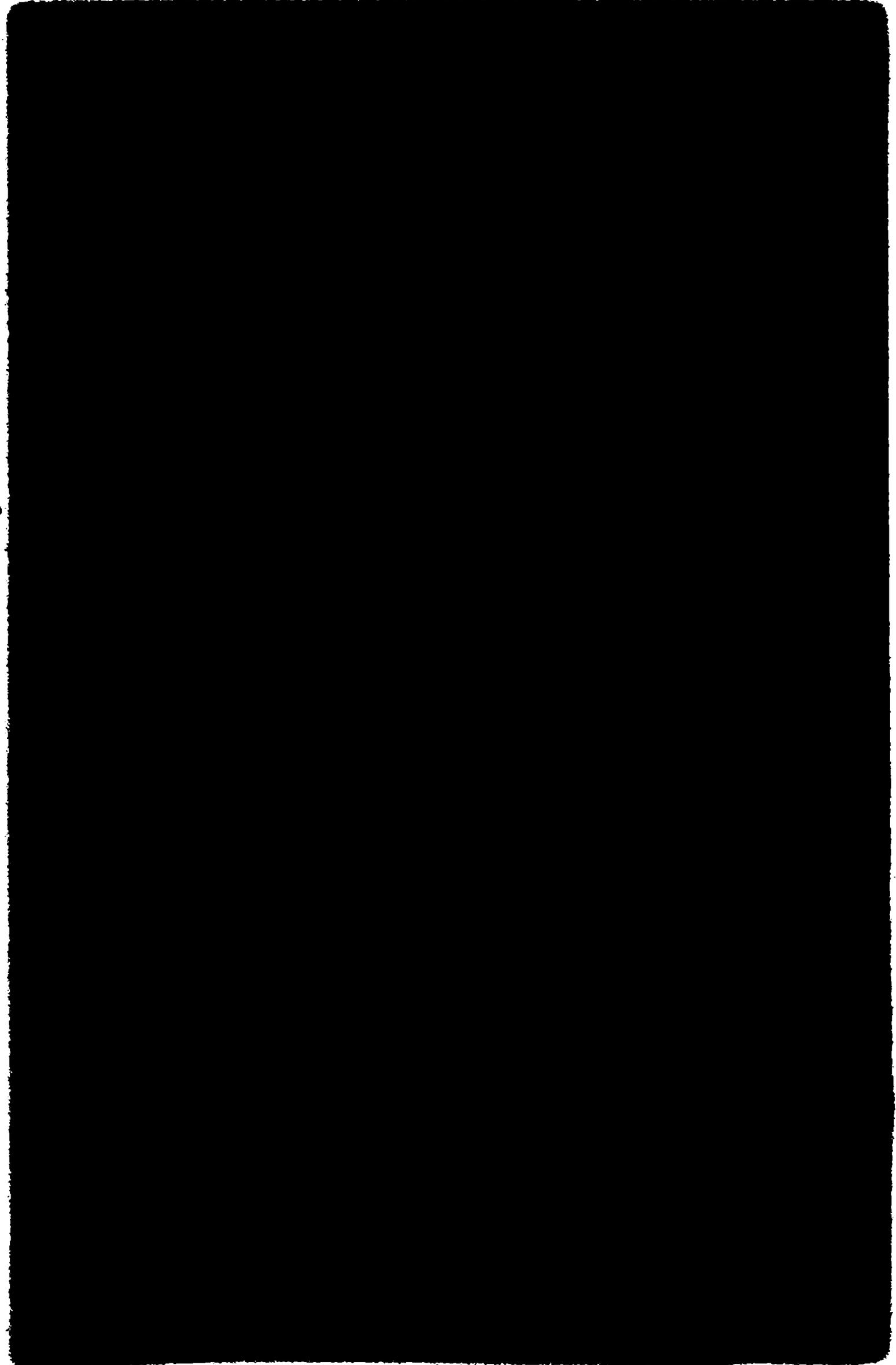
1875

1876

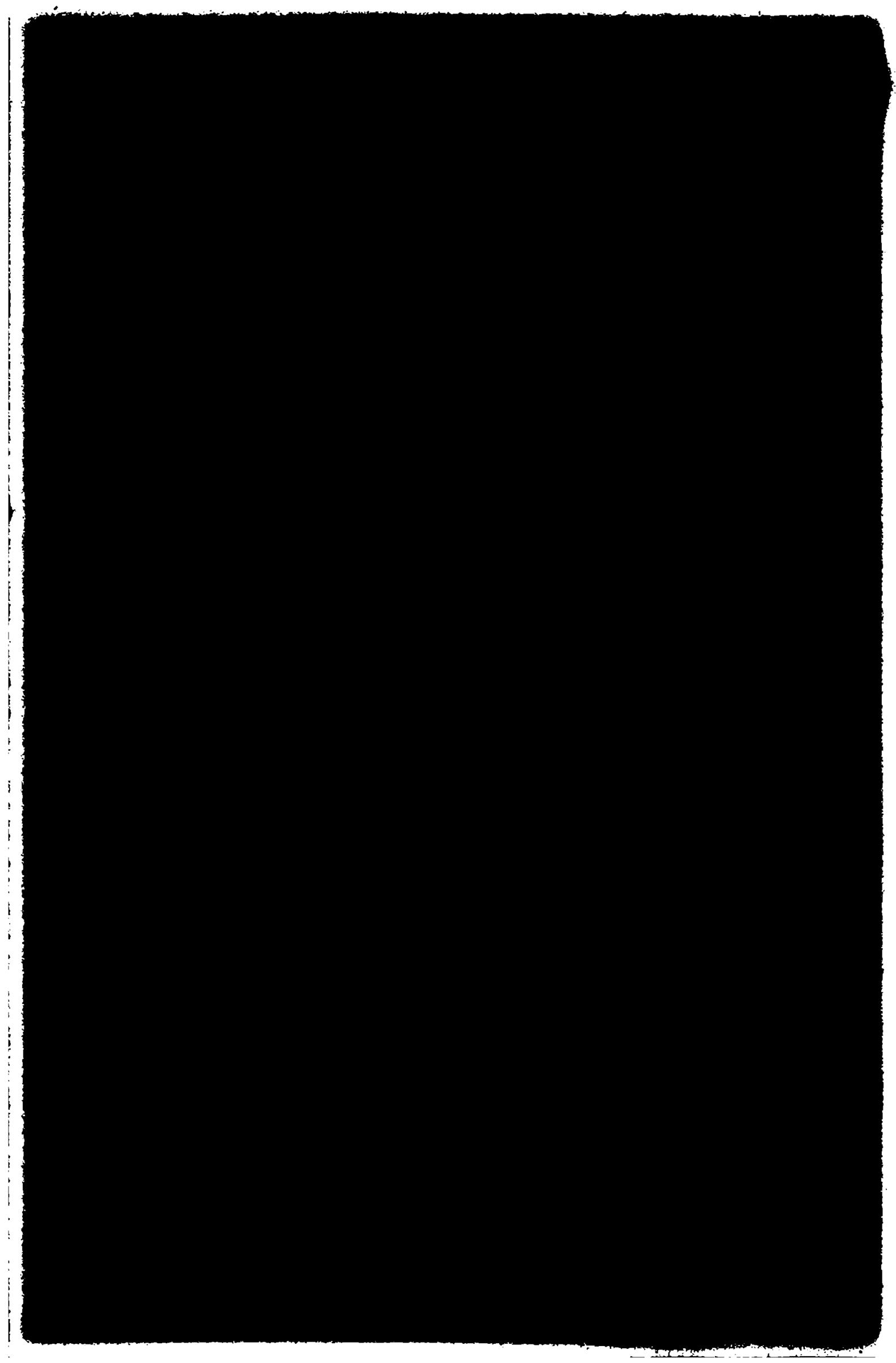
1877



1875



1911



SEÑORES CONSEJEROS :

SEÑORES PROFESORES :

Convencido de la importancia que el estudio de los productos naturales tiene; ya sea con el objeto de llenar un vacío que muchas veces es completo; ya sea con el interés de impulsar una posible industria nacional, y atendiendo á la riqueza que representaría la explotación racional de una sustancia de tanto valor comercial como es el caucho, he dedicado preferente atención al estudio de los Gomales Argentinos y cuyos resultados os presento en esta última prueba, esperando solo considereis en ella mi deseo de contribuir, á la medida de mis fuerzas, á despertar una iniciativa que múltiples razones han impedido se desarrollara con la intensidad necesaria para alcanzar su realización.

Permitidme en esta ocasión que dedique un recuerdo cariñoso á la memoria del Doctor Luis Ruiz Huidobro que, como profesor y Jefe de la Oficina Química Nacional, me ayudó con sus consejos durante el curso de mis estudios.

Manifiesto mi agradecimiento al Doctor Carlos Spegazzini por haberme facilitado amablemente las muestras y suministrado datos importantes contribuyendo de ese modo á la realización de este trabajo.

Al Doctor Angel Gallardo, por el honor que me dispensa acompañándome en este acto, mi mayor agradecimiento.

Al señor D. Agustín Barbagelata, Director de la Oficina Química Nacional, por las muchas distinciones que de él he recibido y por las facilidades que me ha dado, poniendo á mi disposición lo necesario para llevar á cabo este trabajo, dedico las expresiones de mi más profundo reconocimiento.

PRIMERA PARTE.

PLANTAS PRODUCTORAS DEL CAUCHO.

El caucho es segregado en forma de latex por un sin-número de plantas, pudiendo encontrarse entre éstas, árboles, lianas y arbustos.

La riqueza en caucho del latex, depende no solo de la especie del árbol productor, sino también de las condiciones climatéricas y del suelo, pues se ha podido comprobar que una misma especie, en un suelo húmedo y regado por numerosas lluvias, da un latex más fluido cuyo porcentaje en caucho es menor que el obtenido de un árbol que crece en terrenos secos y expuestos al ardor de un sol tórrido.

Este latex se obtiene generalmente de plantas que pertenecen á la familia de las Euforbiáceas, Apocináceas, Urticáceas, Lobeliáceas, pero fuera de la zona tórrida, es difícil encontrar árboles cuyo latex dé un porcentaje en caucho que sea capaz de ser utilizado industrialmente.

Se han hecho, sin embargo, trabajos de aclimatación, y últimamente Roxburg (1), ha presentado una extensa memoria sobre la posibilidad del cultivo del *Ficus elástica* en Sicilia, con buen resultado industrial.

(1) *Settimj-Caoutchouc e Gutta Percha.*

Por los numerosos datos expuestos por Roxburg se comprueba, que si el *Ficus elástica* puede encontrar en Sicilia condiciones de vida casi idénticas á la de las otras especies de árboles productores de caucho y puede soportar inviernos crudos como se ha comprobado, sin que sufra en lo más mínimo, obtenemos una prueba de su aclimatación á las condiciones locales del suelo.

Sobre los análisis practicados con el objeto de determinar el rendimiento en caucho, del latex extraído del *Ficus* cultivado en Sicilia y del extraído de los árboles de esta misma especie recogidos en las regiones donde crecen espontáneamente, no se obtienen diferencias cuantitativas bajo el punto de vista industrial.

Como vemos, pues, esta planta es susceptible de aclimatarse, condición que debe tenerse muy presente si se recuerda la riqueza que representa su especulación industrial.

En la *América Meridional* es donde se encuentran los mejores árboles productores de caucho.

Sobre las orillas del Amazonas se encuentran extensos bosques que ocupan una extensión de numerosos kilómetros comprendiendo las repúblicas de Brasil, Bolivia y Perú, de donde se exporta un excelente producto bajo el nombre de «Caucho de Pará». Los árboles que comprenden estos bosques son generalmente muy altos, pudiendo llegar á veces, á 30 metros de altura y hasta 2 metros de circunferencia.

Estos árboles pertenecen al género *Hevea* (*Sifonia*), familia de las Euforbiáceas, siendo las principales especies la *Hevea Brasiliensis*, que se encuentra en el curso inferior del Amazonas (Provincia de Pará), *Hevea Spruceana* cerca de la embocadura del Tapajos, *Hevea Guayanensis* en la Guayana francesa, *Hevea Discolor*, *Hevea Brevifolia*, *Hevea Rigidifolia*, *Hevea Lutea*, *Hevea Apiculata*, *Hevea Pauciflora*, etc.

En la vasta región que comprende la patria de las diferentes especies de *Hevea*, el clima ofrece múltiples variantes, encontrándose en algunas partes estaciones secas de temperatura uniforme, donde las lluvias escasean durante una larga temporada, mientras que otros parajes están casi constantemente regados por fuertes lluvias.

Sin embargo, se ha podido observar que la *Hevea* prospera mejor en un clima tropical, húmedo y de temperatura muy uniforme y parece preferir el suelo arcilloso al suelo arenoso.

La especie principal, *Hevea Brasiliensis* tiene un tronco cilíndrico revestido de una corteza delgada de color gris amarillento, su madera es blanca y carece de valor comercial, tiene sus hojas compuestas de tres foliolas ovales de un color verde en la parte superior y gris en la parte inferior.

Las flores son pequeñas, insignificantes y reunidas en cima, se encuentran flores machos y flores hembras pero existiendo en el mismo árbol. El fruto es una cápsula de tres compartimientos, cada compartimiento se abre por dos valvas y contiene un grueso grano alargado y moteado como el grano de ricino.

La dehiscencia se produce bajo la acción del sol, produciendo un ruido perfectamente perceptible, siendo los granos proyectados á cierta distancia.

En la *América Central* la mayor producción de caucho proviene del sud de México. Comprende una clase distinta, siendo el principal árbol productor, la *Castilloa*, que si bien por su producción no ocupa un lugar preponderante, debe tenerse muy especialmente en cuenta, pues la impresión actual es la del árbol de porvenir en la industria del caucho.

Pertenece este árbol á la familia de los *Artocarpos*, siendo su principal especie la *Castilloa Elástica*, árbol ramificado solo en el vértice teniendo una corona en forma de umbela:

El espesor del tronco varía entre 60 y 120 centímetros; es de color amarillo y liso. Sus hojas son de forma oblonga de borde entero y de 15 á 30 centímetros de largo, cordiformes en la base y de color verde claro y brillante.

La *Castilloa* ofrece un fenómeno de dimorfismo, pues presenta ramas de dos clases.

Al principio las ramas parten del tronco formando con él un ángulo de 45 grados, pero no tardan en declinar y tomar la posición perpendicular al tronco; en el descenso estas ramas no se detienen en su posición horizontal sino que siguen declinando, dejando al caer grandes marcas en el tronco. Recién al cuarto ó quinto año aparecen las ramas verdaderas que se reproducen fácilmente por acodadura.

La floración coincide con la estación seca comenzando recién en el octavo año; las inflorescencias parten de las axilas de las hojas, están unidas en ramilletes y ligeramente pedunculadas en las flores machos, separadas y sésiles en las flores hembras.

El fruto compuesto es achatado y mide de tres á cinco centímetros de ancho; los frutos individuales son pequeños y cónicos, contiene cada uno un grano elíptico un poco aplastado con dos gruesos cotiledones que encierran una materia grasa y un principio amargo que cristaliza en bellos cristales.

En esta región se encuentran también las especies de *Ficus Radula*, *Ficus Ninfeifolia*, pertenecientes á la familia de las Urticáceas y *Calotropos Procera*, perteneciente á la familia de las Asclepiadáceas.

A las plantas productoras de caucho en la región de la *India Oriental*, pertenecen las familias de las Urticáceas, encontrándose principalmente en las especies siguientes: *Ficus Vogelli*, *Ficus Elástica*, *Ficus Religiosa*, *Ficus Rubiginosa*, *Ficus Altísima*, etc.

El género *Ficus* es uno de los más repartidos del globo; hay árboles de este género que son gigantescos, cubren de sombra una superficie grande y están provistos muy amenuado de raíces aéreas que les sirven al mismo tiempo de apoyo. Muchos de estos *Ficus* tienen en el comienzo de su desarrollo una vegetación epífita, pero no tardan en envolver los árboles que le rodean, aprisionándolos en tal forma, que no tardan en secarse terminando por caer al suelo, uniéndose entonces las ramas del *Ficus* unas á otras llegando á formar un pseudo tronco.

El caucho producido en *Africa* es de calidad muy inferior al de Pará, es menos elástico y más pegajoso; sus plantas productoras son lianas gigantescas, encontrándose especialmente el género *Landolfia* perteneciente á la familia de las Urticáceas.

Este caucho, de precio bajo en el comercio, es llamado caucho de raíces, debido á uno de los métodos de extracción del caucho que se practica por cocción de los rizomas de *Landolfia* machacados y fermentados.

Como se ve, este método de extracción del caucho compromete de una manera grave la reconstitución de las lianas, debido á lo cual la exportación de caucho proveniente de esta planta, en *Africa* disminuye notablemente.

Las principales especies del género *Landolfia* son las siguientes: *Landolfia Madagascariense*, *Landolfia Petersiana*, *Landolfia Kirku*, *Landolfia Comorensis*, *Landolfia Mascarenosia*, etc.

En la parte septentrional de *Australia* se encuentran algunas plantas de caucho sin haber sido explotadas aún, entre ellas algunas especies de *Ficus*, siendo las principales las siguientes: *Ficus Macrofila*, *Ficus Rubiginosa*, etc.

Especies Argentinas.

Existen en territorio argentino numerosas plantas que por incisiones, dejan escurrir latex de composición y calidad variables.

El Dr. C. Spegazzini (1), en su primer viaje á Orán, en 1905, ha encontrado más de 50 plantas laticíferas, cuyas principales especies, en lo que se refiere á la calidad de su latex, se indican á continuación, completadas con las observadas en su segundo viaje:

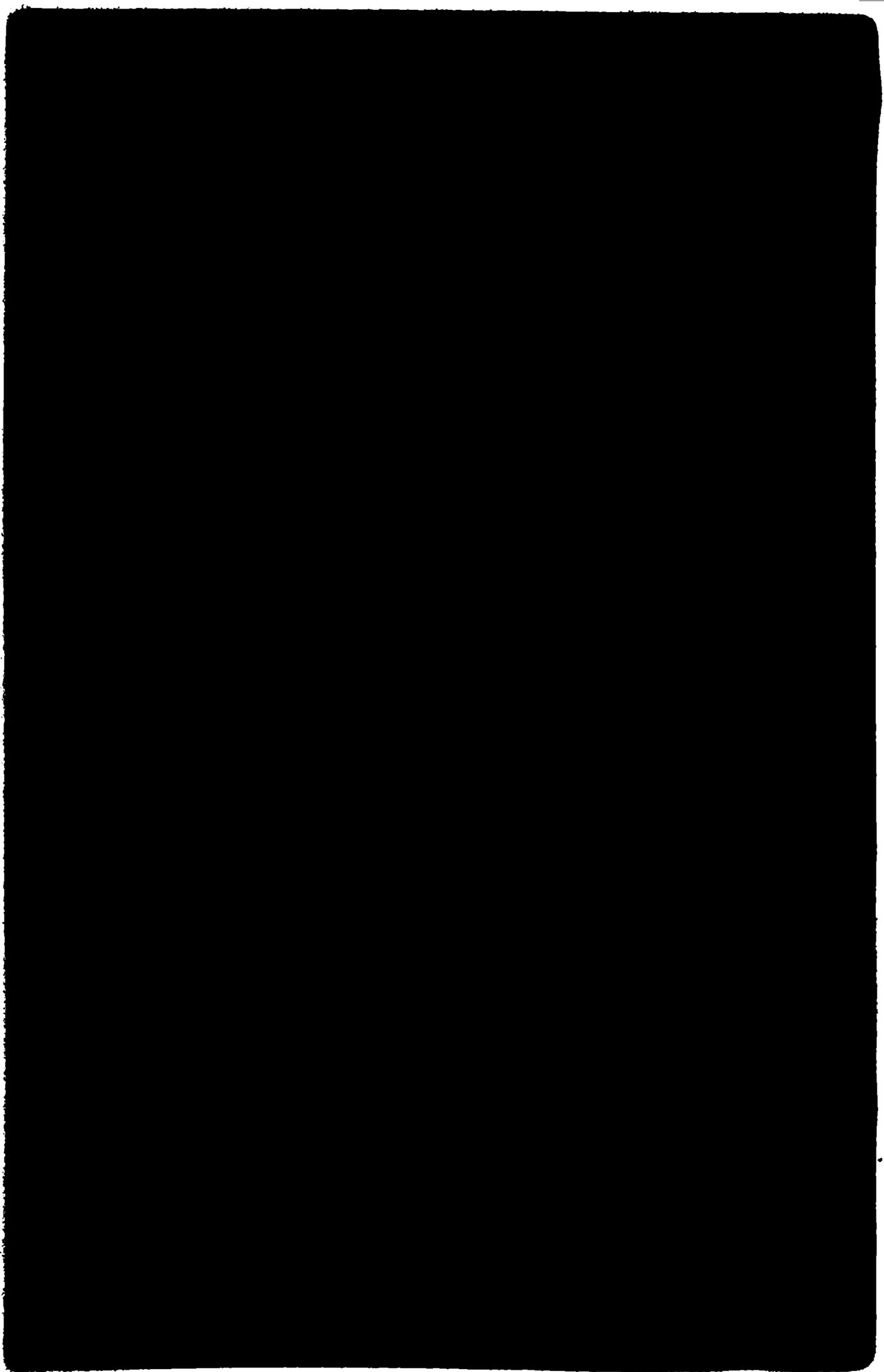
Ortiga brava.....	Cnidoscolus rectifolius	Euforbiácea
» »	» cnicodendrum	»
Lecheroncillo	Dactyostemon anisandrus	»
Lecherón colorado....	Sapium aucuparium	»
Enredadera.....	Serjania grandiflora	Sapindácea
Lecherona.....	Oxypetalum solanoide	Asclepiadácea
»	Asclepias campestris	»
»	» curassavica	»
Tasi común... ..	Morrenia odorata	»
» cascarón.....		»
Jazmín del monte.....	Forsteronia leptocarpa	Apocinácea
» » »	» pubescens	»
Bejuco.....	Laseguea bracteata	»

De estas plantas, en las cuales se ha observado caucho en cantidad variable en su latex, daremos solo la descripción de aquellas que, por sus caracteres morfológicos, por la cantidad de latex segregado y por el residuo del latex relativamente abundante, pudieran considerarse como base de una explotación gomera en Orán.

(1) Boletín de Agricultura, 1906.



Fig. 1. -- JAZMÍN DEL MONTE. (Río Colorado — Orán).



Jazmín del monte.—Se conocen dos plantas bajo este nombre vulgar y son especies ó variedades de un mismo género, la *Forsteronia leptocarpa* y la *Forsteronia pubescens*, que se diferencian entre sí por poseer una las hojas lampiñas, teniendo la otra sus hojas recubiertas en su parte inferior por pelos que le dan un aspecto aterciopelado; pertenecen á la familia de las Apocináceas.

Son plantas robustas, ostentando troncos que alcanzan á menudo hasta 10 y 15 centímetros de diámetro; esta planta trepa hasta la cumbre de los árboles mayores entrelazándolos con sus largas y flexibles ramificaciones. Las hojas se encuentran en la parte superior de las ramificaciones, son elípticas, opuestas, con corto peciolo, de tamaño regular, rígidas y de color verde oscuro. Sus flores son blancas de color ligeramente rosado, de un suave y agradable aroma. El fruto es una vaina delgada y cilíndrica que se abre longitudinalmente, dejando escapar una gran cantidad de semillas de formas ovaladas y pequeñas, casi membranosas y provistas de un mechón de pelos parduzcos.

El jazmín del monte ocupa los lugares bajos, casi anegadizos y necesita la sombra y el apoyo de grandes árboles, prefiriendo el suelo arenoso muy hondo y rico en humus. En un suelo seco y algo soleados los individuos quedan enanos y sus ramas crecen raquíticas adquiriendo un diámetro muy limitado, produciendo latex en menor cantidad y con más dificultad á pesar de estar protegidas por una corteza más gruesa.

En las plantas normales se observa que la corteza que cubre el tronco y las ramas adultas, es lisa, de un color gris y de un espesor de 1 á 5 milímetros. Incisiones practicadas en esta planta dan lugar á la salida abundante de latex y de mucha densidad.

Los jazmines del monte, á pesar de ser plantas comunes, no son cultivables por el hecho de ser enredaderas, no pudiendo servir de base á una explotación en grande escala, pero sería, sin embargo, útil para el poblador de esas regiones, quien podría sacar con su explotación lo suficiente para sus primeras necesidades.

Bejuco. — Es una enredadera que abunda en los territorios y provincias septentrionales de la República Argentina y se extiende hasta Bolivia, Paraguay y Brasil.

Pertenece á la familia de las Apocináceas y es de un gran parecido con el jazmín del monte, por sus inflorescencias, flores, frutos y semillas, distinguiéndose, sin embargo, por su estatura más reducida, por sus ramas semiherbáceas y sobre todo, por sus hojas opuestas, mucho más grandes, casi sentadas y con la cara inferior cubierta por un tupido vello que le da aspecto aterciopelado.

Crece bien en cualquier clase de tierra, siempre que mantenga cierta humedad; ocupa generalmente los matorrales que costean las acequias y los ríos.

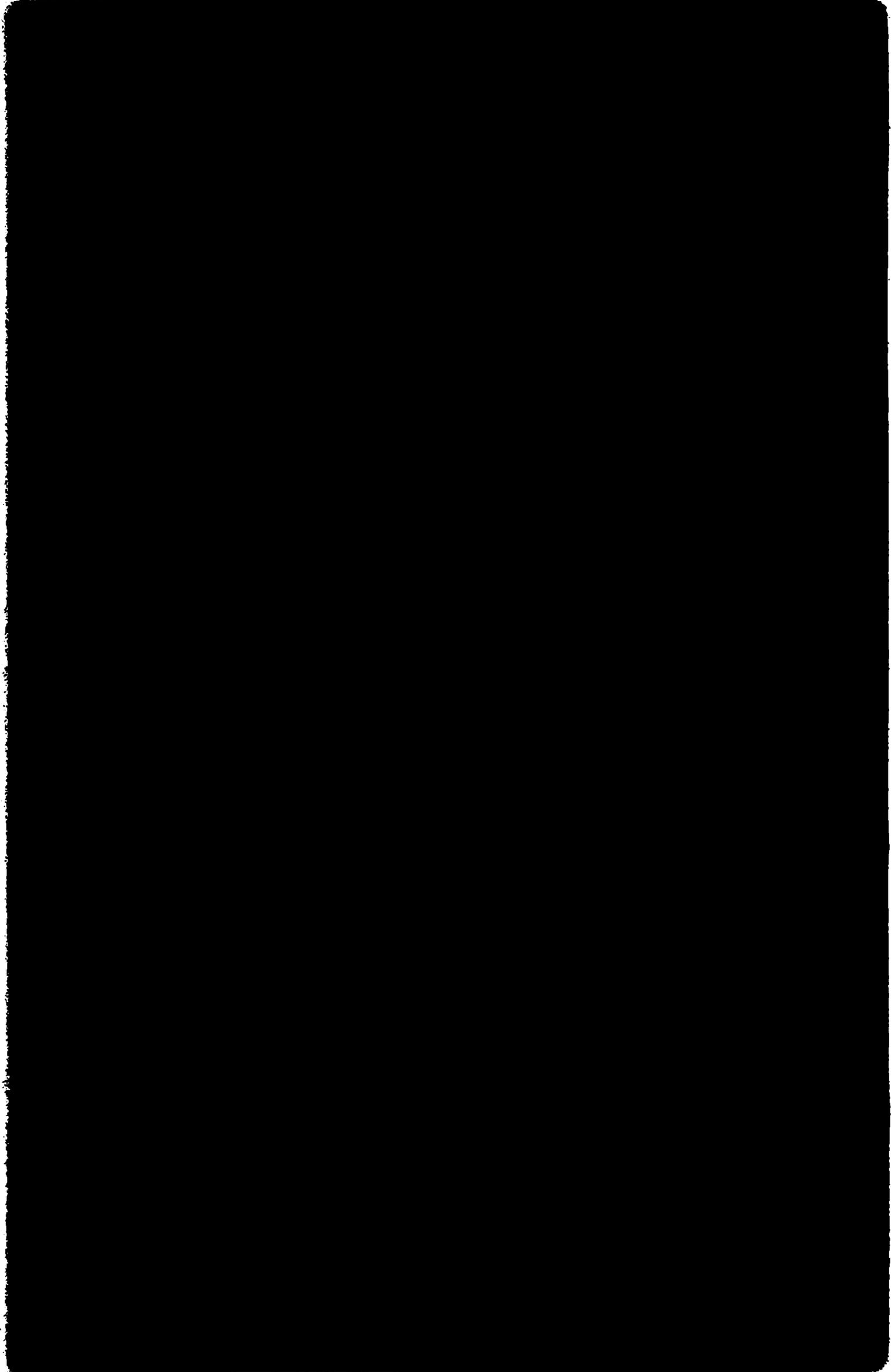
Es una planta rústica que alcanza mayor tamaño cuando crece en lugares sombríos; sin embargo, no rehuye al sol.

Su tronco es siempre delgado, llegando su diámetro máximo á 2 centímetros; se halla cubierto por una corteza de color amarillento, recorrido longitudinalmente por numerosas hendiduras; es de color gris, delgada, próximamente de 1 á 3 centímetros, muy fibrosa y que se separa fácilmente de su eje leñoso.

Deja escapar por las menores heridas un latex espeso y abundante, con relación al tamaño de sus ramas y que se coagula rápidamente dando un producto de color gris claro, sin olor especial y de sabor amargo. Se conserva inalterado



Fig. 2. -- JAZMÍN DEL MONTE. (Río Colorado — Orán).



por algún tiempo y es menos plástico y más elástico que el producto obtenido con el latex del jazmín del monte.

Lecheroncillo (*Dactylostemon anisandrus*). — Esta planta especial del Chaco Salteño, pertenece á la familia de las Euforbiáceas, ha sido llamada impropriamente Hevea, pues se aparta por muchos caracteres de esta planta, siendo el más diferencial sus hojas, pues en ésta son simples, mientras que la Hevea tiene siempre hojas compuestas de tres hojuelas.

Este vegetal se levanta derecho en la espesura del monte, pues en los lugares abiertos y soleados del borde de los bosques, queda achaparrado, ramificándose abundantemente desde su base.

En un terreno apropiado este vegetal tiene de 2 á 8 metros de altura, presentando su tronco un diámetro de 3 á 15 centímetros, cubierto por una cáscara de un espesor de 3 á 7 milímetros, de superficie lisa y de color gris más ó menos subido.

La copa es muy irregular, bastante abierta y desparramada, formada por largas y delgadas ramas, pobladas por hojas solo en sus extremidades.

Tiene hojas pequeñas de forma elíptico-lanceolada, de bordes enteros y punta generalmente adelgazada, son membranosas y de color verde, algo más pálido en la cara inferior, y están sostenidas por cortos pecíolos.

Sus flores son unisexuales, muy pequeñas, de color verde rojizo, se hallan reunidas en espigas filiformes que parten de las axilas de las hojas, la mayoría de estas flores son masculinas, existiendo solo en la base de cada inflorescencia flores femeninas.

Los frutos son cápsulas globosas del tamaño de un garbanzo, de superficie lisa y de color amarillo verdoso; tienen tres

cavidades, en una de las cuales se encuentra una semilla lisa de color pardo con pequeñas manchas más claras.

El lecheroncillo es una planta común que abunda en el departamento de Orán, vegetando ya sea aislada ó en grupos más ó menos grandes y generalmente á la sombra de árboles mayores.

Es una planta de crecimiento bastante rápido, pero delicada, que necesita bastante sombra y un suelo húmedo y rico en humus. Es de longevidad limitada, á lo sumo de 10 á 15 años.

Da un latex abundante y de buen aspecto, que proporciona una borracha compacta y elástica

Lecherón colorado (*Sapium aucuparium*).— Es un árbol de crecimiento rápido, que se halla difundido en toda la zona templada y subtropical de este continente.

Su forma es bastante variable; en la parte interna de los montes se cria derecho, adquiriendo estaturas hasta de 20 metros, con troncos que á un metro de altura ostentan hasta 80 centímetros de diámetro, con ramificación arriba de los 2 ó 3 metros del suelo. Sin embargo, en los lugares soleados se ramifica desde la base formando copa sumamente irregular.

La cáscara de su tronco es de color gris y de superficie lisa en su juventud, formándose con el tiempo numerosas grietas longitudinales, que se anastomosan formando retículo, adquiriendo entonces un aspecto rugoso y tomando un color pardo oscuro.

El espesor de la cáscara es de 5 á 30 milímetros, bastante blanda en el interior que se deja cortar fácilmente, está recorrida por vasos laticíferos en su tercera parte inferior, no hallándose tales vasos en ninguna otra parte del tronco.

Sus hojas son alternas, membranosas, de borde finamente

dentado y de punta roma, están sostenidas por peciolos 3 ó 4 veces más cortos que la lámina, observándose en su parte superior dos glandulitas características.

Las inflorescencias están caracterizadas por largas y delgadas espigas que rematan la punta de las ramas y ramitas; están cubiertas por flores masculinas en casi toda su longitud, exceptuándose la base donde se encuentran algunas flores femeninas. Estas flores son pequeñas, casi desnudas y de color rojo vivo.

El lecherón colorado se encuentra en lugares bajos y anegadizos necesitando para su crecimiento un suelo arenoso y muy rico en humus.

Es un árbol común y abundante que no forma nunca islas tupidas, encontrándose á distancias de 50 á 150 metros unos de otros. Parece un árbol de cría fácil y de crecimiento rápido, cualidades que podrían utilizarse en la formación de gomales artificiales.

El latex que se obtiene de esta planta es blanco y espeso, de un sabor dulce, algo agrio, que se coagula con bastante rapidez entrando en fermentación á las pocas horas, despidiendo un olor rancio y nauseabundo.

La borracha obtenida por coagulación con alcohol varía de un 40 á un 60 % del volumen del latex empleado, es muy plástico y viscoso.

Lecherón blanco.—El lecherón blanco se halla difundido en las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y territorio del Chaco.

Se encuentra también en la misma región del lecherón colorado con el cual tiene mucha semejanza por sus caracteres externos é internos; sin embargo, se diferencia por una ramazón más delgada y abundante, sus hojas son más angos-

tas y sostenidas por pecíolos más cortos; su diferencia mayor consiste en el color de sus flores, las cuales se presentan en el lecherón colorado de un color rojo, mientras que en este tienen un color verde pálido casi blanquecino.

Su tronco es de diámetro y altura menor que el lecherón colorado, recubierto por una cáscara más fina, más esponjosa y muy agrietada en el exterior y de un color oscuro.

Esta planta prefiere, lo mismo que la anterior, los lugares húmedos, pudiendo sin embargo, crecer bastante bien en terrenos regularmente secos con tal que sea rico en humus y bastante suelto.

El latex que se obtiene de esta planta parece idéntico al de la variedad anterior y con el mismo porcentaje en caucho.

Tasi cascarón.— Esta planta es una enredadera que trepa hasta la copa de los árboles, teniendo algunos ejemplares más de 50 metros de longitud.

El tronco, de un diámetro aproximado de 10 centímetros, se halla cubierto, lo mismo que sus ramas, por una cáscara sumamente gruesa, arrugada y corchosa, de un color pardo claro.

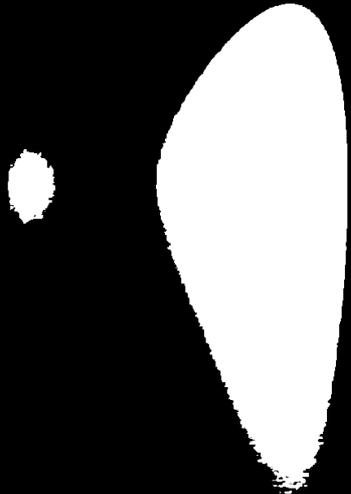
Esta planta da por incisiones una cantidad enorme de latex con relación al diámetro de su tronco; es blanco, espeso y se coagula con mucha rapidez dando una borracha de excelente calidad.

Desgraciadamente, el tasi cascarón es raro y su valor cultural es limitado, por tratarse de una enredadera.

Su nombre científico no ha podido ser determinado por el Dr. Spegazzini; pues no ha podido hallar flores, habiendo comprobado sin embargo, que pertenece á la familia de las Asclepiadáceas.



Fig. 3. — TASI-CASCARÓN. (Río Pescado — Orán).



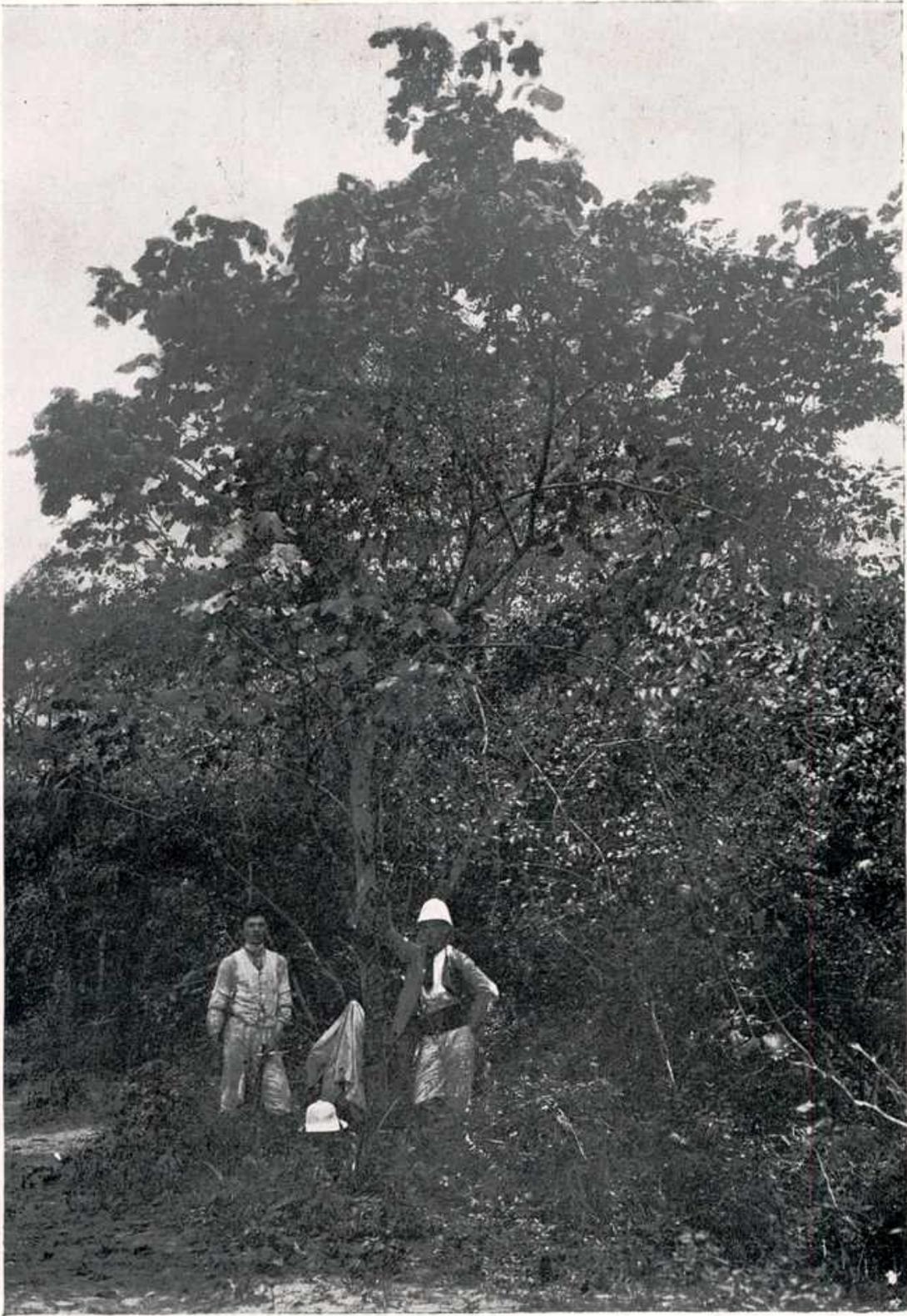
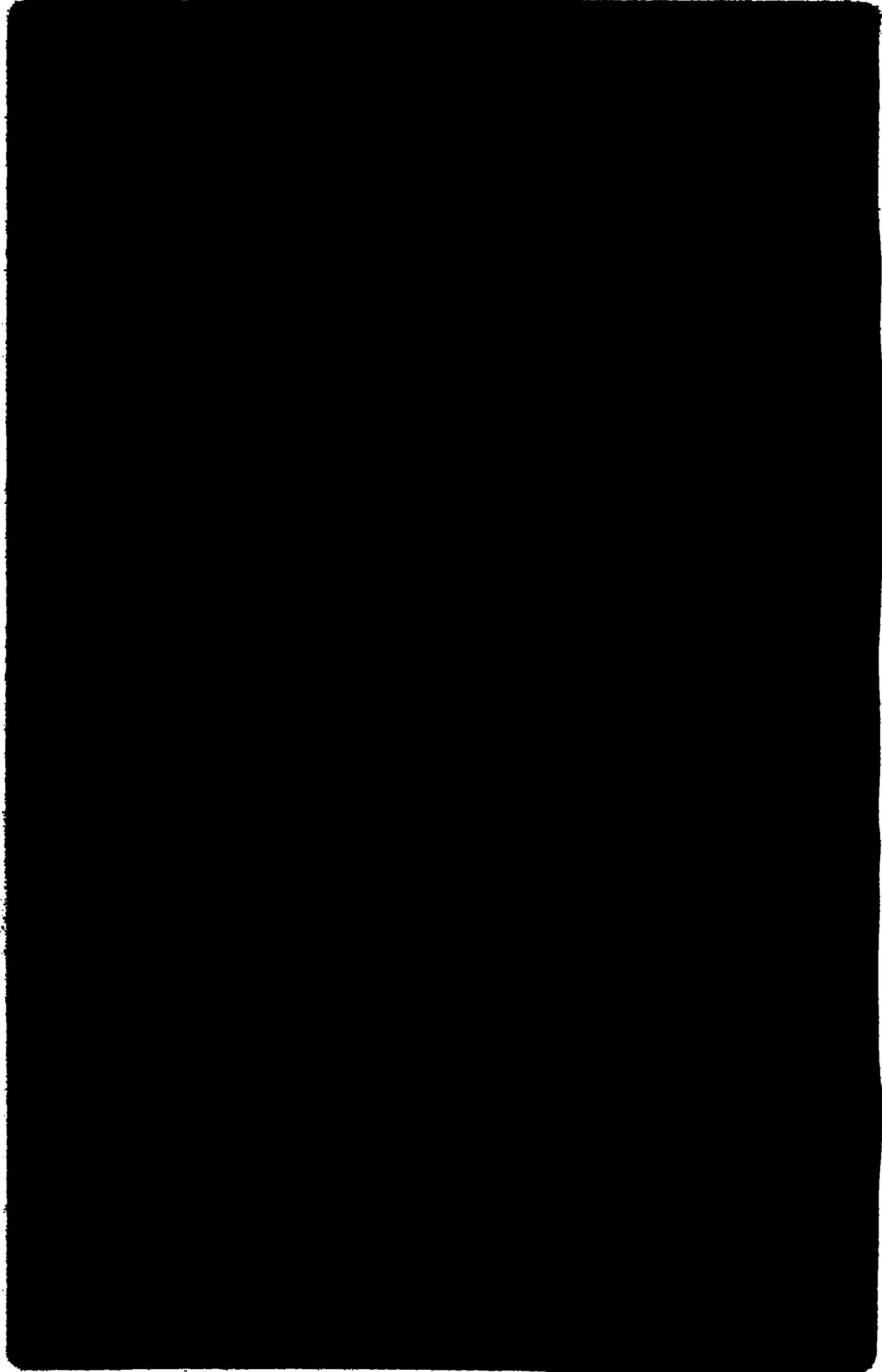


Fig. 4. — ORTIGA BRAVA MACHO. (Orán).



Ortigas bravas.— Estas plantas gomeras la constituyen verdaderos árboles de 8 á 10 metros, ostentando su tronco á un metro del suelo un diámetro de 30 á 50 centímetros.

Picados dan abundante cantidad de latex, que coagulado con alcohol da un 70 por $\%$ de caucho poco pegajoso y de un color blanco.

La ortiga brava puede considerarse una de las mejores plantas gomeras explotables en la región de Orán; pudiendo por su rápido crecimiento y mucha fructificación servir de base á la formación de gomales artificiales.

En esa región las ortigas bravas son muy raras, pues han sido perseguidas sin piedad á causa de las quemaduras terribles que produce cuando se la toca sin precauciones.

Pertenece esta planta á la familia de las Euforbiáceas, encontrándose dos variedades principales, la *Cnidoscolus rectifolius* y la *Cnidoscolus enicodendrum*.

Como se ve, pues, en los bosques del extremo norte del territorio argentino, hay varias especies de árboles productores de caucho, si bien es cierto en cantidad y calidad inferior al de otras regiones; pero cuya explotación por procedimientos adecuados podría constituir en Orán una industria lucrativa.

Urostigma subtriplinervium. — MARTINS - MIQUEL *Ficus subtriplinervia*, MARTINS (1).

Urostigma subtriplinervium, MIQUEL en HOOKER, *London Journ. of Botany*, VI, 542, n. 47 (2).

Glabro; con hojas papiráceo apergaminadas, lisas, puntuladas por arriba, aovado,— ó lanceolado-elípticas ú oblon-

(1) Herb. Fl. Bras. n. 584.

(2) *Flora brasiliensis*, T. IV, 1, p. 99, n. 25, pl. 29.

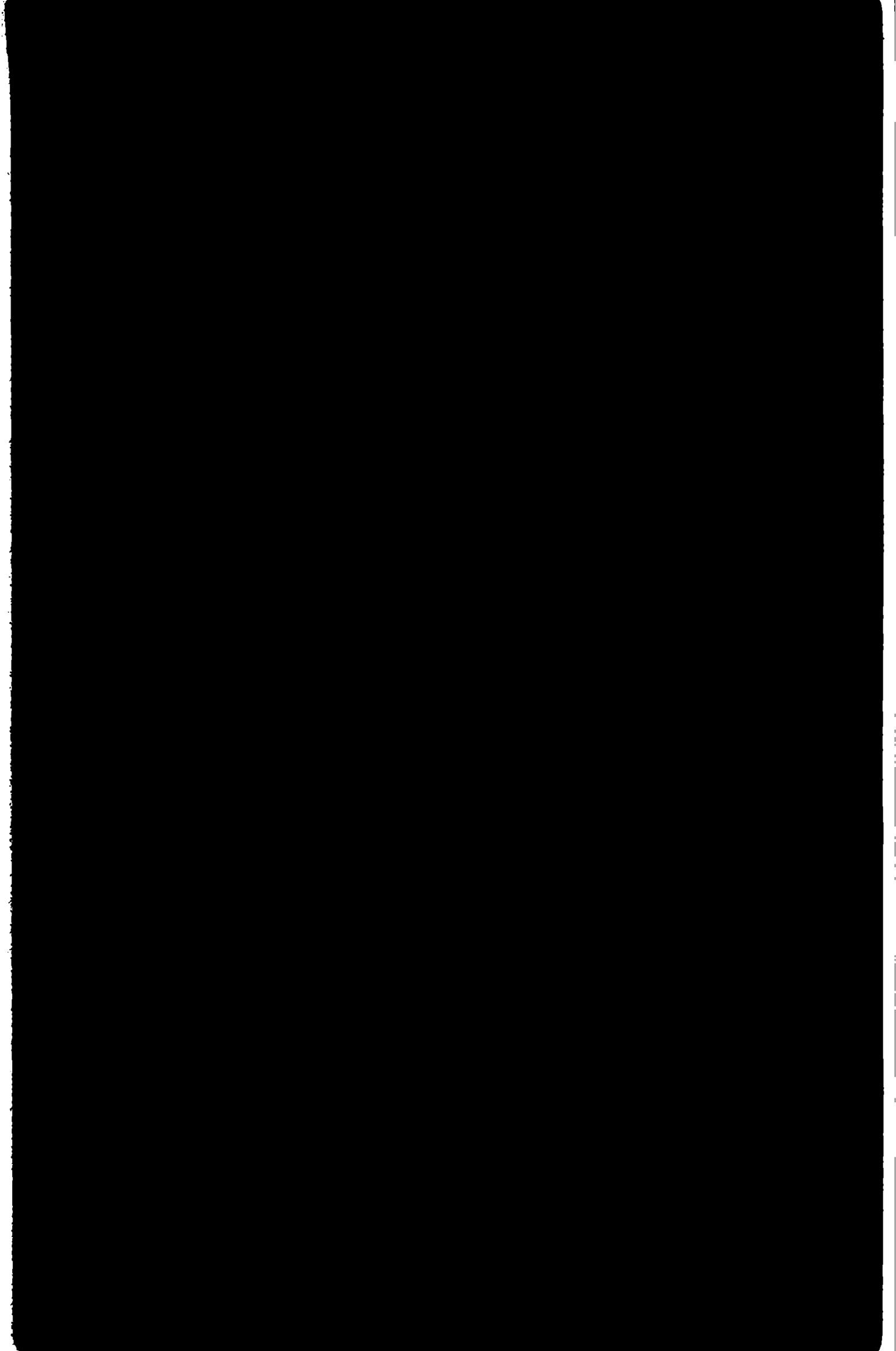
gas, obtusas ú obtuso-apiculadas, integérrimas, algunas veces con la márgen; hacia la base, apenas levemente retuso-incurva, fina y extendidamente venosas, brevemente subtrinerviadas por una vena corta situada á cada lado y que sube desde la base; con los receptáculos axilares germinados muy brevemente pedunculados, globosos, glabros, apenas manchados, un tanto cóncavos en la boca, sostenidos por dos bracteolas opuestas en la base. Forma mayor: con las hojas superiores mayores: (de 2 1/2 á 3 pulgadas de largo, por 1-1 3/4 de ancho), un tanto agudas en la base. La forma menor se encuentra en las selvas bajas de Minas y la mayor en Goyaz y cerca de Cuyabá.

Ha sido hallada en Misiones (según Spegazzini) y en las islas del Delta paranense y en Martín García (según Hicken).

Se ha obtenido de esta planta un producto muy resinoso y pegajoso pero de bastante elasticidad.



Fig. 5. — ORTIGA BRAVA MACHO. (Ledesma — Orán).



RECOLECCION DEL LATEX.

El procedimiento más común de recolección del latex, consiste en practicar incisiones en la corteza de los árboles productores de caucho, con el objeto de interesar los hacecillos liberianos por donde circula el latex, provocando su escurrimiento; se debe tener la precaución al practicar el corte de no llegar hasta la madera, porque de ese modo se hiere la zona generatriz, tanto de la madera como la de los mismos hacecillos.

En el Brasil se practica el corte en sentido horizontal, inclinado un poco de abajo hacia arriba. En una misma planta se efectúan varios cortes, procediendo por orden, comenzando por la parte más elevada y continuando los cortes en círculos discontinuos y á una distancia de 10 á 20 centímetros uno de otro.

Al siguiente día se practican nuevos cortes debajo de los anteriores y así sucesivamente y á razón de un círculo por día, hasta llegar al nivel del suelo. Cada círculo comprende de 6 á 8 cortes, observándose que la proporción del latex que se escurre va aumentando á medida que se descende, para hacerse mayor al nivel del suelo.

Estas incisiones se hacen con ayuda de hachas que tienen el inconveniente de no poder calcular la profundidad del corte, que es en muchos casos la causa de la pérdida del

árbol. Desde hace algún tiempo se utiliza en el curso inferior del Amazonas un nuevo instrumento, una especie de hacha de mango corto y cuya lámina no tiene más de 3 centímetros de largo y el filo 5 milímetros de ancho.

Después de limpiar la corteza del árbol, se practican tajos en diferentes sentidos, siendo el más general y con el que se puede recojer mayor cantidad de latex, el producido en forma de V; sin embargo, el tajo vertical tiene la ventaja de cicatrizar más pronto.

En el curso superior del Amazonas se utiliza aún la antigua gran hacha de forma recurvada con gran detrimento de los árboles, en cuyos troncos se observan grandes cicatrices correspondientes á las incisiones, observándose que estos árboles así maltratados tienen una corteza muy delgada dejando escurrir pequeña cantidad de latex, no tardando en morir víctimas de este tratamiento.

El latex es un producto que se elabora en las plantas y que circula siguiendo la vía representada por los vasos laticíferos de los hacecillos liberianos y que están formados por células excesivamente largas, que no se anastomosan y ocupan en el árbol la parte comprendida entre la corteza y la madera.

Las incisiones practicadas verticalmente solo cortan un número limitado de esos hacecillos, provocando por lo tanto la salida del latex en débil cantidad.

Si el corte se efectúa horizontalmente siguiendo la circunferencia del tallo, se creería obtener la máxima secreción del latex, pues en esa forma se interesan todos los canales laticíferos; sin embargo, no sucede así, pues arriba del corte practicado de ese modo se forma un borde que impide la secreción de la savia descendente escurriendo solo la savia ascendente.

Mejor resultado se obtiene practicando los cortes horizontales, semi-anulares, alternados y repartidos á lo largo del tronco.

Los cortes en forma de V, son los que más se recomiendan, pues se obtiene el escurrimiento de las dos ramas inclinadas en su vértice y en mayor abundancia.

Se emplean todavía en la América Central incisiones de forma helicoidal, bajo un ángulo de 45° , obteniendo excelentes resultados.

Para los vegetales trepadores y lianas se siguen los mismos procedimientos que acabamos de indicar efectuando la incisión en el tallo principal. Los naturales de algunos países cortan estos vegetales en dimensiones de 50 centímetros aproximadamente y lo calientan en una de sus extremidades con el objeto de obtener el escurrimiento por la otra.

La cantidad de latex que se derrama por las incisiones, depende de numerosas circunstancias y especialmente de la actividad nutritiva de la planta.

Corresponde generalmente la máxima producción de latex en la estación en que la planta posee sus hojas nuevas, es decir, en la primavera y principio del verano, disminuyendo progresivamente en otoño.

La intensidad de la circulación sufre también la influencia de las variantes del tiempo. En tiempo de lluvia, con cielo nublado y aire saturado de humedad, la circulación de la savia es debilitada.

Para conseguir una recolección abundante y evitar el inconveniente que presentan las incisiones frescas en la corteza, que dejan escurrir una cantidad muy reducida de latex, en el Brasil y Bolivia preparan el árbol previamente, tallándolo en varios lugares y á la mayor altura posible. A los dos días de verificada esta operación se observa que las incisiones frescas en la corteza exudan abundante latex.

Puede modificarse aun la intensidad de la circulación, según la hora del día, siendo las horas de más fresco las que se

eligen especialmente, pues al circular el latex por las hojas, presentando éstas mucha superficie, la acción de un sol fuerte provoca la concentración del latex y por consiguiente un escurrimiento mucho más lento.

El latex es recogido de las plantas en tichelas (nombre que se da á una vasija de hojalata, de unos 150 centímetros cúbicos de capacidad, que tiene su borde abierto en forma de una especie de uña, que se clava en el árbol debajo de la incisión), que más tarde son vaciadas en un recipiente mayor, donde al final del día el obrero lo coagula evitando que el latex lo haga espontáneamente, pues en esas condiciones se obtiene un caucho de calidad inferior.

En Asia se emplea, para la extracción del latex de *Ficus*, en vez de las pequeñas incisiones indicadas anteriormente, un largo y profundo corte en la parte baja del tronco, que compromete la parte interna del árbol.

En esta explotación, además del tronco se practican heridas en las raíces que salen al nivel del suelo, sin gran cuidado y con el sólo fin de recoger mayor cantidad de latex. Este procedimiento, como se ve, no es racional, y al interesar las raíces en esa forma se llega casi siempre á la destrucción del árbol.

Existe todavía un procedimiento que consiste en derribar los árboles para obtener un mayor rendimiento en latex. Este bárbaro procedimiento se practica sobre todo en Africa, donde los negros, poco asimilados á nuestra civilización conservadora, sólo desean de la explotación del caucho un beneficio inmediato sin preocuparse en lo más mínimo del porvenir, hasta el punto de sacrificar árboles de muchos años de edad para sacar una cantidad limitada de latex, que es inmediatamente absorbida por el comercio.

La recolección por este procedimiento sólo debe admitirse

para vegetales que encierran su latex, no ya en los canales longitudinales entre la corteza y la madera, y que circulan en toda la extensión del árbol, sino para aquellas que encierran su latex en células yuxtapuestas y encerradas por tabiques (como sucede con muchas plantas productoras de la guta-percha), donde sería necesario practicar tantas sangrías como células conteniendo latex, y como éstas no pueden verse á simple vista, el procedimiento sería impracticable.

El procedimiento á seguir para la recolección del latex, debería estar basado en un estudio botánico del vegetal con objeto de evitar la extinción de estas plantas, como ha sucedido en la India Oriental con la especie *Ficus* y que pueden constituir una fuente de riqueza no despreciable para el país.

En la isla de Borneo se practica también este procedimiento, teniendo por excusa la abundancia de estos árboles y su dificultad para practicar una explotación continua y regular, por existir estos en inmensos bosques vírgenes donde el indígena penetra á buscar el caucho como si fuera á la caza, tratando de hacer la mayor provisión en poco tiempo y comprendida en el menor volumen.

Para recoger el latex en esta forma, después de elegir el árbol más corpulento, lo cortan en el tronco lo más bajo posible, partiéndolo longitudinalmente en largos trozos, dejando gotear el latex en vasos de tierra cocida. El latex se coagula con bastante rapidez, espesándose y goteando lentamente; se favorece el escurrimiento calentando el trozo de madera.

La extracción del latex de lianas delgadas y raíces frescas puede efectuarse de la manera siguiente: Son cortadas en pequeños pedazos y machacados en grandes morteros, de donde se extrae el jugo separado por medio del agua.

Existen todavía numerosos procedimientos para la extrac-

ción del caucho de la corteza y de las raíces, pero son métodos industriales que se practican en fábricas especiales a donde llega la materia prima seca, siendo necesario hacer intervenir sustancias químicas que sean capaces de separar el caucho de las materias leñosas que lo acompañan.

EL LATEX.

Este líquido, que se extrae de ciertas plantas por incisiones, es de aspecto lechoso más ó menos espeso. Henri (1) ha estudiado detenidamente esta sustancia y ha observado que contiene en solución cristaloides en cantidad variable; al microscopio se presenta como formado por un gran número de glóbulos redondos y ovales de 1 ó 2 micrones de diámetro y agitados por movimientos intensos.

Estos glóbulos se reúnen entre sí y se separan del líquido que los contiene bajo la acción de agentes diversos, calor, alcoholes, acetona, ácidos, sales, etc., determinando su coagulación.

Los glóbulos de caucho están cargados negativamente con relación al líquido, pues poniendo en un tubo en U, una cantidad de latex y sumergiendo dos electrodos entre los cuales se establezca una diferencia de potencial de 110 Volts, se ve la rama negativa del tubo en U, aclararse, mientras que los glóbulos de caucho se acumulan en la rama positiva.

Debe por lo tanto el latex ser relacionado á los coloides negativos.

Henri ha estudiado la acción de diversos electrolitos y encuentra que los cuerpos coagulantes y precipitantes son los mismos que aquellos que reaccionan sobre los coloides negativos en general.

(1) *Revue Générale des Sciences*, III^e - 1907 - 18 Année, N.º 5

Los ácidos, las bases y los metales bi y trivalentes coagulan el latex, pues lo mismo que para los coloides, los iones de los metales bi y trivalentes son sobre todo activos.

Cuando se diluye el latex con agua y se agita, no se obtiene una emulsión homogénea y lechosa, sino que quedan siempre numerosos grumos de la dimensión media de una lenteja. El examen microscópico demuestra, que es debido á que los glóbulos del latex no están generalmente separados, sino que están unidos entre sí en agregados en forma de rosario.

Es curioso el hecho de que si se calienta esta dilución, sus grumos desaparecen enteramente, dejando un líquido homogéneo de apariencia idéntica á la leche.

Esto es tanto más notable, si se tiene en cuenta que el calor es un medio de coagulación, si no recomendable, por lo menos aplicable á la coagulación del latex de la mayor parte de las plantas productoras de caucho.

Este fenómeno de coagulación del caucho por el calor, se explicaría por la presencia de albúminas, que al coagularse por este medio, arrastrarían consigo los glóbulos de caucho.

Weber (1) hace notar en un estudio practicado sobre un latex de Castilloa, en el que encuentra un 7 % de albúmina, que cuando se calienta el suero separado del latex por centrifugación, la albúmina se coagula lenta é incompletamente.

Observa también, que este suero, lo mismo que el latex inicial, expuestos al aire, se colorean rápidamente en amarillo oscuro, transformándose en negro y opaco después de algunas horas. Si se calienta el suero ó el latex así alterado, la totalidad de su albúmina se coagula y en el segundo caso arrastra consigo todo el caucho.

(1) Moniteur Scientifique, III-1904 - 4^a Serie, t. 18, 1^a parte, 747 livraison.

Supone que esta coagulación es debida á una oxidasa existente en el latex, observando también una coloración azul intensa con el papel de ioduro de almidón.

La indicación casi normal de la presencia de tanino observada en la bibliografía del caucho, parece un contrasentido, si se tiene en cuenta que este cuerpo es un coagulante de la albúmina y que el latex se coagula en su totalidad por la adición de algunas gotas de una solución diluida de tanino.

El percloruro de hierro colorea en efecto el latex en verde intenso como lo hacen ciertos taninos.

Weber considera esta reacción como propia de un glucósido, que ha tratado de separarlo por evaporación lenta del suero, obteniendo un compuesto amorfo de color amarillo claro y quebradizo. Este cuerpo reacciona, como se ha dicho, con el percloruro de hierro y obtiene por hidrólisis con un ácido dos compuestos cristalizados.

Uno de ellos funde á 195 grados, sublimable á 200 grados en prismas exagonales, que ha podido identificarlo con la dambonita (dimetilinosita).

El segundo cristaliza en finas agujas, es insoluble en agua y Weber lo considera como un derivado de la cumarona.

Los glóbulos de latex se observan al microscopio, rodeados de una película de albúmina excesivamente delgada, cuyo contenido no es caucho natural, sino una sustancia aceitosa, bastante fluida y emulsionada en el suero, que se polimeriza fácilmente dando caucho.

La polimerización de esta sustancia por los procedimientos de coagulación, empleados por los indígenas recolectores, sería sin duda provocada por el ácido acético, los fenoles, etc., en el procedimiento por ahumado seguido en Pará, para la coagulación del latex de Hevea.

Si observadas al microscopio las gotas del aceite generador

de caucho recubiertas por la delgada película de albúmina, son rotas por presión del vidrio cubre-objeto, su contenido se escapa, observándose que se coagula casi enseguida.

La polimerización parece en este caso haber sido provocada por una simple acción mecánica.

La siguiente experiencia da una idea más clara de esta polimerización. Si se deja durante 24 horas latex diluido en más ó menos 5 volúmenes de agua, se reúne al cabo de este tiempo en la superficie una capa mantecosa que se separa sin dificultad del suero.

Esta crema se hace pronto pastosa y puede entonces ser pasada por un laminador; al principio la masa se escurre de los cilindros, con la apariencia de una pasta blanda que no ofrece ninguna resistencia. Se la puede sacar sin esfuerzo de la superficie de los cilindros y se observa que la hoja obtenida carece de solidez, pues se rompe bajo la acción de su propio peso; si se continúa esta especie de amasamiento, llega un momento en que los dos cilindros se separan, bajo el esfuerzo de la pasta que se ha vuelto sólida y elástica, dejando oír la hoja en el mismo instante el crujido bien conocido del caucho al principio del laminado.

La masa se ha calentado sensiblemente, se ha vuelto sólida, consistente, retractil y elástica, presentando todos los caracteres del caucho.

Como se ve, el solo trabajo mecánico ha determinado la polimerización.

La experiencia siguiente demuestra experimentalmente, la presunción de la no existencia en el latex de caucho natural, verificación que representa un alto interés científico y teórico.

Hay que notar primero, que contrariamente á lo que indican varios autores, el éter no disuelve el caucho.

Una cierta cantidad de latex es agitada con éter anhidro; si los glóbulos del latex contienen el caucho formado, por agitación con este disolvente, no se obtendrá la disolución de la emulsión lechosa, pero al contrario, si los glóbulos contienen algún terpeno olefinico capaz de polimerizarse en caucho, se observará la disolución de este compuesto en el éter y por consiguiente su separación del suero.

Weber (1) ha realizado esta experiencia con todo éxito, agitando en un gran embudo de decantación más ó menos un litro de latex con éter, observando que en muy poco tiempo el líquido comienza á aclararse y el éter á sobrenadar arriba de un agua completamente límpida.

La solución etérea, incolora y muy fluida evaporada lentamente en un lugar oscuro, deja un residuo aceitoso espeso que la luz lo modifica rápidamente, transformándolo en caucho completamente insoluble en el éter y soluble en el bencene, etc.

Si se recuerda que las soluciones de caucho de una concentración de 20 %, se presentan como espesas gelatinas, se ve que no puede subsistir la menor duda sobre la conclusión de esta experiencia.

La solución etérea extraída del latex no contiene caucho, pero sí una sustancia muy soluble en el éter.

Weber ha obtenido disoluciones todavía fluidas, conteniendo hasta un 43 % de sustancia que ulteriormente se metamorfosea en caucho. Estas disoluciones se conservan algún tiempo sin alteración visible, en un lugar fresco y á la oscuridad. Después el líquido se hace espeso; la transformación progresa entonces rápidamente y en un corto intervalo

(1) Berichte der Deutschen Chemischer Gesellschaft, 1903 - pág. 3108.

el líquido se ha metamorfoseado en una gelatina incolora, sólida y resistente.

Si se rompe el vaso que la contiene y se deja evaporar lentamente el éter á la temperatura ordinaria, la gelatina se transforma en una masa de apariencia vidriosa, bastante transparente, teniendo todas las propiedades de un buen caucho.

Esta polimerización es más ó menos rápida, según la proporción de agua contenida en el éter empleado.

La adición de una pequeña cantidad de ácido clorhídrico, provoca una viva ebullición que pronto se hace tumultuosa, uniéndose en pocos instantes el todo en una masa homogénea, cuya temperatura en el momento de la polimerización es vecina de 61 grados.

Cuando se provoca la coagulación del caucho por la acción de los reactivos ya enumerados, se observa que la consistencia de los coágulos es de aspecto variable según el coagulante empleado, así se ve que provocando la coagulación por medio del cloruro de calcio se separan copos que caen al fondo del vaso quedando separados entre ellos, estos aprensados y desecados se convierten en un coágulo friable y quebradizo.

Adicionando un poco de ácido á este mismo coagulante se obtiene un coágulo muy elástico.

En general la estructura de coagulación varía con la naturaleza y la concentración de los coagulantes empleados.

Un coagulante débil produce un precipitado pulverulento ó coposo, y un coagulante enérgico produce por el contrario la formación de un cuajo elástico de estructura reticular; el mismo resultado se obtiene si se trata de un ácido ó un álcali.

Las propiedades elásticas de un caucho obtenido por la coagulación de distintos agentes coagulantes varían en un mismo latex.

COAGULACION DEL LATEX.

La coagulación del latex representa una de las operaciones más delicadas y de mayor importancia, pues las calidades del producto obtenido tienen una relación muy directa con el procedimiento seguido.

El latex varía generalmente con la especie del árbol productor, la región de la recolección, la época en que éste ha sido recogido, etc.

El jugo lechoso que se extrae de las plantas laticíferas á su salida por la incisión, es un producto muy heterogéneo, conteniendo diversas impurezas mecánicas, como también proporciones variables de resinas.

Su coagulación natural da generalmente un producto de consistencia pastosa, más ó menos elástico y algunas veces muy pegajoso, siendo de aspecto muy diferente al producto conocido bajo el nombre de *caucho natural*, y que se obtiene por coagulación artificial. La coagulación del latex puede obtenerse por agentes físicos, químicos y mecánicos y por numerosos métodos combinados de estos diversos agentes.

Entre los diversos procedimientos de coagulación por medio de los agentes físicos, debemos citar en primera línea el del ahumado, que se sigue en el Brasil desde hace mucho

tiempo, habiendo sufrido solo modificaciones en detalle y con el cual se obtienen productos de excelente calidad.

Sobre un horno de tierra terminado en su parte superior por una especie de tubo de cierta altura, se hace un hogar, al cual se lo alimenta de tiempo en tiempo con nueces ó frutos de árboles especiales que en su combustión pirogenada desprenden ácido acético y fenoles que, al mismo tiempo de determinar la coagulación, preservan al producto de su descomposición.

Se sumerge una varilla de bambú, que tiene en una de sus extremidades una bola de arcilla, en el recipiente que contiene el latex y se le somete á la acción del calor, colocándolo en la parte superior de la chimenea. Se forma al poco tiempo una película que se adhiere fuertemente al núcleo, se sumerge entonces nuevamente en el latex y se efectúa la misma operación. Se continúa de esta manera hasta obtener una membrana del espesor deseado. Se la separa entonces de su núcleo cortándola en varios pedazos, con el objeto de dejar evaporar el agua que retiene por oclusión.

En la superficie del corte se puede observar una serie de capas regularmente dispuestas correspondientes á la coagulación fraccionada.

La muestra de caucho así obtenida presenta, después de algún tiempo, su parte externa de un color pardo, atribuyéndose ésta al procedimiento del ahumado, pero parece más bien ser debida á la acción del aire que oxida el caucho haciéndole tomar entonces esa coloración. En efecto, se observa, al cortar transversalmente uno de los panes, que el interior conserva un color amarillento, representando el caucho protegido de su oxidación por las capas externas.

Este procedimiento es conocido en el comercio, donde tienen muy en cuenta el método de coagulación, bajo el nombre de *caucho obtenido por el calor seco*.

En la América Central y en México particularmente, se sigue el método denominado del *calor húmedo* y que consiste en hervir el latex con el objeto de separar el suero que queda en la parte inferior del caucho que sobrenada en el líquido bajo el aspecto de una masa blanda que se la prensa inmediatamente con el objeto de sacarle el exceso de agua, dejándolo por algún tiempo al aire para concluir de secarlo.

Este procedimiento no es muy recomendable, pues por el calor no se puede obtener la esterilización completa del líquido acuoso que siempre conserva la muestra aún después de sufrir este tratamiento. Basta ver algunos panes así obtenidos, que al cortarlos contienen en el interior un líquido agrio, de un olor desagradable y característico de una fermentación, que hace desmerecer mucho el producto.

Los procedimientos por calor natural se utilizan aún, pero dan generalmente productos de inferior calidad.

El latex recogido por incisiones se coagula naturalmente, si se lo deja entonces escurrir á lo largo del tronco; una parte se coagula bajo la acción de la temperatura ambiente, siguiendo la más fluida hasta el suelo donde el suero es absorbido, quedando el caucho en forma de una delgada capa, de donde se la puede retirar con facilidad.

Como se comprende, este método, á pesar de su simplicidad, no es practicable, pues ante todo la coagulación no es completa, conservando la muestra parte del suero aprisionado en la película formada, que por fermentación deteriora el producto después de un cierto tiempo, y por otra parte la gran cantidad de impurezas que conserva el producto al ser recogido en esa forma.

Los negros del Congo utilizan un procedimiento muy curioso para determinar la coagulación del latex. Ellos recogen el latex en sus manos y lo reparten en el cuerpo. El calor

del cuerpo y el sudor determinan la coagulación, retirando después de un cierto tiempo el caucho adherido en forma de una delgada película y que representa un producto de bastante buena calidad, pero carece de un principio esterilizante que preserve al caucho de su fermentación.

La coagulación del latex por el agua da como resultado un producto defectuoso y de inferior calidad.

Este procedimiento consiste en añadir al latex 2 ó 3 veces su volumen de agua, que provoca después de un cierto tiempo la separación del líquido en dos capas. En la inferior queda disuelto el suero, y en la parte superior el caucho bajo el aspecto de una masa de consistencia mantecosa. Esta masa es prensada con el objeto de extraer el agua que retiene por oclusión y puesta á secar al aire.

A pesar de esto, los panes obtenidos por este procedimiento encierran siempre en su interior un líquido sucio mezclado amenudo con una cantidad considerable de latex, fácil de comprobar por una simple evaporación del líquido.

Como se ve, este procedimiento está lejos de ser recomendable, pues á más de ser su coagulación incompleta, el producto obtenido es generalmente esponjoso, almacenando un líquido de olor muy desagradable y que en poco tiempo produce la putrefacción del caucho.

La coagulación por los agentes mecánicos, se refiere especialmente á la extracción del latex de raíces y lianas, que son cortados en trozos pequeños y su latex es extraído por la acción del agua caliente que más tarde es evaporada y el residuo sometido á una serie de operaciones mecánicas, como batido, amasamiento y finalmente presión.

La acción de los agentes químicos para obtener la coagulación del latex, ha sido ensayada primeramente en el Brasil donde se añadía al latex una cierta cantidad de alumbre

disuelto en agua, que determinaba su coagulación, el producto era comprimido después con el objeto de expulsar la parte líquida. Este procedimiento obtuvo al principio el mejor éxito, reemplazando casi completamente al penoso método de ahumado.

El producto obtenido era al principio de excelente calidad y respondía á todas las condiciones requeridas de un buen caucho, pero desgraciadamente, después de cierto tiempo, el producto se descomponía perdiendo toda su elasticidad, terminando por tomar un aspecto esponjoso y pastoso, presentando en su parte externa eflorescencias correspondientes al alumbre empleado y conservando en su interior algo del suero y latex no coagulado, proveniente sin duda de una solidificación demasiado rápida de la parte externa.

Este procedimiento ha sido en el presente abandonado en vista de sus malos resultados.

La coagulación por el ácido sulfúrico diluído es rápida, quizás demasiado, hasta el punto de dejar aprisionada en el interior de la muestra una cierta cantidad de agua; no es además un antiséptico suficiente de las materias orgánicas, ofreciendo también los inconvenientes de la manipulación en manos inexpertas de esta sustancia tan corrosiva.

El cloruro de sodio disuelto en agua provoca la coagulación completa del latex y con bastante rapidez, siendo además un excelente antiséptico capaz de oponerse á fermentaciones ulteriores, pero tiene, como los anteriores, el inconveniente de no eliminar completamente el agua que queda aprisionada en el interior de la muestra.

Los ácidos orgánicos se emplean igualmente en la coagulación del latex, especialmente los ácidos cítrico, acético y fórmico; este último tiene la ventaja de actuar aun en soluciones bastante diluídas. Dan productos de bastante buena calidad, pero que, sin embargo, no pueden competir con el

procedimiento de ahumado utilizado en el Brasil con los mejores resultados.

Estos diversos métodos químicos son seguidos especialmente en Asia, Ceylan y Africa y en países donde la formación de gomaes artificiales pueden hacerlos realmente practicables.

El fenómeno de la coagulación del latex se atribuye generalmente á la albúmina contenida en él, cuya coagulación por los medios indicados arrastraría los glóbulos constituyentes del latex de aspecto aceitoso, cuyo pasaje al estado de caucho sería debido á una polimerización lenta al principio y más activa después, de ese aceite.

Hay generalmente una correlación muy directa entre el coagulante empleado y el producto obtenido, por cuyo motivo el fenómeno de la coagulación debiera ser estudiado de una manera razonada y científica, cuyo resultado daría, si no productos de igual calidad, pues muchos factores intervienen y modifican el latex, por lo menos se obtendrían cauchos de cualidades propias permitiendo á la industria un mayor provecho.

Leyes de la coagulación.—1.º La coagulación es un fenómeno más bien de un orden físico que de orden químico.

2.º La coagulación del latex por los electrolitos es determinada por los iones positivos de estos electrolitos.

3.º La estructura del producto obtenido varía con la naturaleza y la concentración de los coagulantes empleados.

4.º Un coagulante débil produce la formación de un producto pulverulento ó coposo.

5.º Un coagulante enérgico produce al contrario la formación de un coágulo elástico y de estructura reticular.

6.º El poder coagulante de un agente químico no es función de su energía.

Henri (1) ha estudiado este punto detenidamente y ha obtenido los siguientes resultados efectuados en muestras de 1 á 3 mm. de espesor, siendo los valores límites, correspondientes al momento de ruptura y su alargamiento relacionado al milímetro cuadrado.

<u>Procedimiento de coagulación</u>	<u>Carg.-rupt.-max.</u>	<u>Alargamiento.</u>
Calor 80°.....	125 grs.....	8,5
Calor 125°.....	190 »	7,2
Acido acético débil.....	175 »	7,5
Acido acético concentrado.	210 »	7,1
Acido tricloracético.....	325 »	6,8

Como se ve, pues, la resistencia y la elasticidad del caucho depende directamente del modo de coagulación.

Esta diferencia de propiedades elásticas no se observa solamente sobre el caucho directamente, sino que persisten aun después de la vulcanización.

Aparte del interés teórico, estas investigaciones presentan también un interés práctico, pues es posible que la diferencia de calidad del caucho exportado de Ceylan con el de Pará, procedentes los dos del latex de Hevea, sea debido al modo de coagulación, pues mientras en Pará ésta se efectúa por el ahumado, en Ceylan se utiliza el ácido acético como medio coagulante.

Hemos podido practicar el análisis de un latex fresco, procedente de un árbol plantado en La Plata en el año 1887 por el Dr. C. Spegazzini, y que procede de una especie de Misiones (*Urostigma subtriplinervium*).

(1) Revue Générale de Sciences, III - 1907, N.º 5.

Este latex fué extraído en el mes de Septiembre de este año por la mañana y sometido al análisis el mismo día con el objeto de obtener su composición exacta.

Análisis del latex.— El latex se presentaba de un aspecto lechoso espeso, de un color blanco con un ligero tinte amarillento, sin olor especial, de un sabor análogo al coco y de reacción debilmente ácida.

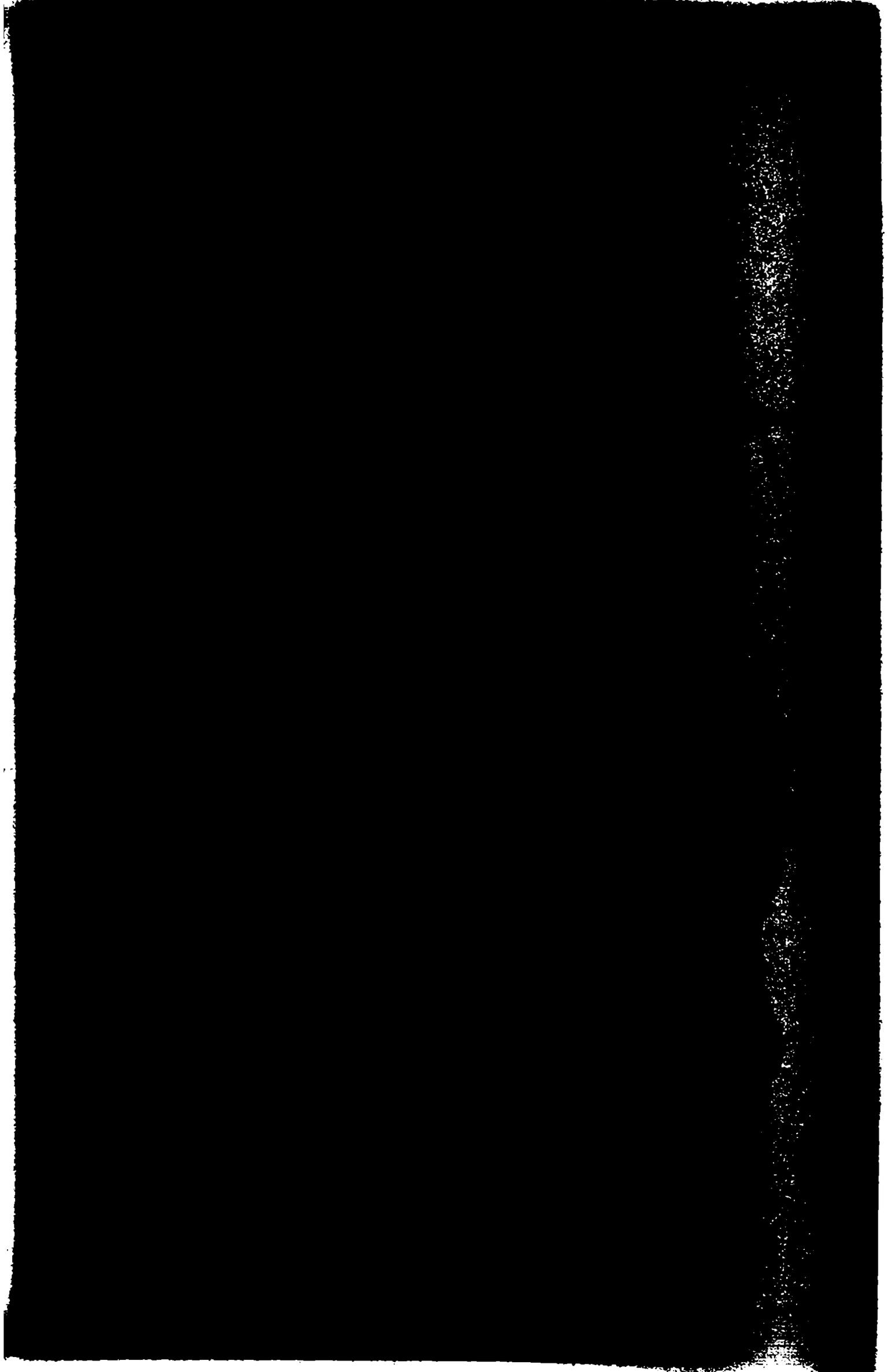
Densidad á 15.° C.....		1,0259
Agua.....	%	59,632
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	»	2,060
Resina soluble en alcohol.....	»	4,801
Resinas solubles en acetona.....	»	14,552
Materias proteicas.....	»	2,560
Cenizas.....	»	0,693
Caucho.....	»	15,530

REACCIONES.

Acetona.....	Coagulación bastante rápida
Alcohol etílico.....	Coagulación completa é inmediata
Alcohol metílico.....	Coagulación completa
Acido fórmico.....	Coagulación inmediata en pequeñas dosis, en exceso, después de cierto tiempo
Aldehida fórmica.....	No se observa coagulación
Acido acético.....	Coagulación inmediata
Acidos minerales.....	Coagulación inmediata
Potasa cáustica.....	Coloración amarillo verdosa
Amoniaco.....	Coloración amarillenta pero sin coagulación
Percloruro de hierro.....	Coloración verde oscura y coagulación
Tanino.....	Coagulación inmediata aún en pequeñas dosis, sin coloración

Con agua se extiende la emulsión, no observándose coagulación á la ebullición.

Al microscopio se presenta el latex formado por numerosos glóbulos redondos de diferentes tamaños y que se reúnen al poco tiempo en una masa determinando la coagulación.



VULCANIZACION DEL CAUCHO.

En la historia del caucho se encuentra una época en la que se trata de aplicar sus preciosas propiedades en la fabricación de diversos objetos. Se consiguieron al principio excelentes resultados, pero que fueron de muy corta duración, pues se observaron gravísimos inconvenientes, que hubieran dado por tierra con esta industria si en momento oportuno Goodyear y Hayward en 1839, no hubieran descubierto la vulcanización, que no solo vino á subsanar las anteriores dificultades, sino á dar nuevas propiedades al caucho. Empieza, se puede decir, en esta época la verdadera industria del caucho, con sus innumerables aplicaciones.

La vulcanización consiste en someter el caucho combinado al azufre ó á elementos sulfurados, á la acción del calor. Es de esta acción del calor sobre la mezcla caucho y azufre que ha recibido su nombre el proceso de la vulcanización; sin embargo, esta denominación no es enteramente exacta, pues existen métodos en que se obtiene la vulcanización del caucho en frío.

La cantidad de azufre que se combina con el caucho sufre variantes: 1.º según la clase de producto que quiera obtenerse; 2.º con la naturaleza de la goma empleada; 3.º por el estado bajo el cual el azufre es incorporado.

Antes del cocimiento con azufre, el caucho se suelda á sí mismo por simple contacto de las superficies recientemente cortadas y esta propiedad es utilizada en la confección de los diferentes objetos antes de someterlos á la vulcanización.

Después de la vulcanización el caucho pierde la facultad de adherirse por sí mismo, adquiriendo en cambio una mayor elasticidad, el calor que ablanda el caucho natural á baja temperatura, no tiene, se puede decir, acción sobre el caucho vulcanizado hasta 180° á 200° C en que se funde, pero sin soldarse á él mismo aún en estas condiciones.

Es menos poroso y absorbe con más dificultad los líquidos, especialmente el agua, pero si se llega á extraerle el azufre, su poder absorbente aumenta débilmente.

Si se extrae el azufre mecánicamente interpuesto, por la soda ó por disolventes convenientes, se constata que siempre queda en la muestra una cierta cantidad de azufre que según Payen, está combinado químicamente al caucho en proporciones que pueden variar entre 1 % hasta 32 %, quedando el excedente retenido mecánicamente en los poros del caucho.

El caucho vulcanizado no se disuelve en los disolventes ordinarios del caucho natural, solo se hincha y aumenta mucho su volumen, pero tomando después de la evaporación del líquido su forma y dimensiones primitivas.

Resiste mejor que el caucho natural á la acción del aire, pero sin embargo, su resistencia no es absoluta, pues al cabo de cierto tiempo se endurece haciéndose quebradizo. El sol produce también los mismos efectos, pudiendo decirse del caucho vulcanizado, que es deteriorado después de un tiempo más ó menos largo influenciado: 1.º por el aire y principalmente por las corrientes de aire; 2.º por la luz y especialmente por los rayos solares; 3.º por el calor, sobre todo cuando la temperatura excede de 130° C.

Antes de describir someramente los diversos procedimientos que se utilizan en la actualidad, para obtener la vulcanización del caucho, daremos una idea somera de dicho fenómeno.

Cuando se mantiene sumergida una lámina de caucho en el azufre fundido y á una temperatura comprendida entre 115° - 120° C, durante algún tiempo, se observa que la lámina de caucho absorbe el azufre fundido por capilaridad, haciendo aumentar el peso de dicha lámina, pero sin observarse cambio ninguno de propiedad pudiendo aún el caucho, después de este tratamiento, soldarse á sí mismo.

Si se eleva la temperatura á 135° - 140° C, la transformación se opera en pocos minutos, quedando el azufre retenido por el caucho cuyo porcentaje va aumentando con la prolongación del contacto.

Una parte de este azufre entra en combinación con el caucho, quedando otra parte simplemente interpuesta entre sus poros que es eliminada en parte por la sola acción mecánica de dilatación y contracción, que al mismo tiempo extienden ó cierran los poros, ó más fácilmente por la acción de agentes químicos, como el tratamiento á la ebullición con hidrato de sodio ó de potasio, ó la acción de diversos disolventes.

El azufre combinado se encuentra desigualmente repartido y en proporciones que decrecen gradualmente del interior de cada uno de los poros, al espesor de la materia comprendida entre estas cavidades.

Cuando se somete el caucho en trozos grandes á la vulcanización, el producto obtenido carece de homogeneidad en la combinación con el azufre, pudiendo separarse dos partes, una muy dúctil que se disuelve en el bencene y la otra más tenaz, menos extensible, que no se disuelve en el bencene y que corresponde á productos con diferente porcentaje en azufre.

Los diversos procedimientos utilizados en la industria para obtener la vulcanización del caucho, son generalmente designados con el nombre de sus inventores.

El procedimiento Goodyear es el más comunmente empleado y también el más antiguo, puesto que es al autor de este procedimiento á quien se debe el descubrimiento de la vulcanización. Consiste en mezclar el caucho purificado con el porcentaje de azufre que se desea dar al producto y se expone la mezcla á la acción del calor (130° - 135° C) en autoclave. Incorporando un 5 á 10 % de azufre se obtiene un producto flexible y de mucha elasticidad, que se transforma en un caucho duro cuando la proporción del azufre pasa de 20 % y su cocimiento es prolongado.

El procedimiento Hancock consiste en obtener la vulcanización por inmersión del objeto moldeado ó simplemente la tira de caucho, en el azufre fundido y mantenido á la temperatura de 130° - 135° C, la inmersión en el baño de azufre dura 2 ó 3 horas, pero la operación se efectúa conjuntamente con varios trozos de caucho testigos, que tienen el mismo espesor del objeto, pudiendo retirárseles en cualquier momento para su análisis.

El procedimiento Parkes consiste en tratar al caucho con cloruro de azufre en frío.

Se mezcla previamente una parte en peso de cloruro de azufre y 40 á 50 partes de sulfuro de carbono y se sumergen en este líquido los objetos de caucho que se desean vulcanizar, observándose que el líquido penetra la materia orgánica hinchándola y depositando el azufre que abandona su combinación inestable con el cloro.

La duración de la inmersión varía según el espesor de la muestra, bastando generalmente dos minutos para obtener la vulcanización de una hoja de 1 milímetro de espesor. Cuan-

do se trata de hojas de un grueso mayor, la duración de la inmersión se prolonga, pero se expone á sobrepasar el límite deseado de vulcanización, por lo que se aconseja disminuir el porcentaje del cloruro de azufre en la mezcla. Gerard, sin embargo, propone, en vez de cambiar el título del líquido, someter los objetos después del tiempo reglamentario de inmersión á la acción del agua, dando así tiempo que el disolvente, como el cloruro, tengan tiempo de introducirse hasta el centro de la muestra, sin permanecer mucho tiempo en contacto con las partes superficiales, impidiendo al mismo tiempo la evaporación del disolvente que queda retenido por el agua.

Los objetos, después de retirados del baño, son colocados en una estufa calentada á 26° C, con el objeto de evaporar el disolvente.

La vulcanización por este procedimiento se recomienda por su gran rapidez, pero se le critica por el hecho de no dar una vulcanización homogénea con láminas cuyo espesor pase de 3 á 4 milímetros.

A Gerard se deben dos procedimientos de vulcanización, uno de ellos consiste en la acción del polisulfuro de potasio en vaso cerrado y á una temperatura de 140° C, durante 2 ó 3 horas de constante inmersión.

El caucho por este procedimiento se vulcaniza muy bien y regularmente, dando al producto una superficie lisa y suave al tacto, teniendo desgraciadamente el inconveniente de no poder aplicarse sino á objetos de pequeño espesor.

El otro procedimiento, debido á Gerard, permite principalmente atenuar las alteraciones que se producen comunmente en el caucho sulfurado y consiste en mezclar íntimamente al caucho una cierta cantidad de hidrato de calcio ligeramente hidratado.

Se mezclan 100 partes de caucho con 6 partes de azufre y 8 partes de cal bien pulverizada, tratando de incorporar estas tres sustancias de una manera íntima. Se obtiene después la vulcanización sometiendo el producto obtenido á la acción del agua ó del vapor de agua en una autoclave á la temperatura de 140° C.

El caucho vulcanizado por este procedimiento ha recibido el nombre de caucho alcalino.

El sistema de Gauthier de Claubry consiste en incorporar al caucho una mezcla de azufre y cloruro de calcio anhidro y bañar después los objetos con sulfuro de carbono, que provoca la formación de cloruro de azufre con desarrollo de calor, produciéndose instantáneamente la vulcanización.

En el procedimiento Burke se emplea para la vulcanización, el sulfuro de antimonio recientemente precipitado que se mezcla en proporciones variables con el caucho, según el grado de elasticidad que se desee dar á la muestra y se le somete á una temperatura que varía entre 125° y 130° C en una estufa.

Los productos obtenidos por este procedimiento son excelentes, especialmente en lo referente á su tenacidad y elasticidad, como también por su resistencia á la acción de los rayos solares, evitando también la formación de eflorescencias de azufre muy comunes con los otros procedimientos.

Existen todavía otros métodos para obtener la vulcanización del caucho, como ser el de Humphrey, el de Schwanitz, pero que son de menor aplicación en la industria.

Teoría de la vulcanización.—La teoría de la vulcanización no es aún bien conocida y solo se basa sobre conocimientos exclusivamente empíricos.

No se sabe aún con certeza si la vulcanización es un fenó-

meno de disolución del azufre en el hidrocarburo caucho, ó si hay formación de un compuesto sólido resultante de la combinación de estos dos cuerpos.

El azufre parece formar con el caucho una verdadera combinación, que se caracteriza principalmente por el tiempo relativamente largo que necesita para accionar sobre el caucho.

Es un fenómeno de adición y no de sustitución, pues si así fuera, se constataría un desprendimiento de hidrógeno sulfurado correspondiente á la unión de dos átomos de hidrógeno sustituido con un átomo de azufre.

En las fábricas donde la operación se produce en grandes cantidades se obtendría también una enorme producción de hidrógeno sulfurado, pero solo se observan pequeñas cantidades, que son producidas sin duda por la acción del azufre sobre las impurezas orgánicas del caucho.

Weber (1) ha estudiado detenidamente el fenómeno de la vulcanización y con ayuda de notables experiencias llega á las conclusiones siguientes:

El grado de vulcanización de una muestra de caucho, para una misma cantidad de azufre y caucho, es función de la temperatura y de la duración de la operación.

La cantidad de azufre combinado está sometida á variaciones del mismo orden que los otros factores, creciendo con la temperatura y la duración de la operación.

Weber ha estudiado la marcha de este fenómeno, observando que el grado de vulcanización puede obtenerse por vulcanización rápida, con gran porcentaje en azufre y á temperatura elevada, ó bien por vulcanización lenta á temperatura más baja y con débil porcentaje en azufre.

(1) Dr. C. O. Weber. — Essai d'une Théorie de la Vulcanisation du Caoutchouc.

Establece también los límites de la vulcanización, obteniendo como límite menor 1,5 % de azufre y como límite superior 33 %.

No existe una teoría de la vulcanización que sea exclusivamente física, ni tampoco una teoría que repose solamente en fenómenos químicos; es más bien un fenómeno físico-químico, donde la vulcanización estaría expresada por una reacción química ligada al estado físico del caucho coloide, determinando éste último, las constantes físicas del producto de la vulcanización.

En la vulcanización se distinguen tres fases sucesivas, la primera cuando es sometido el producto á la acción creciente de la temperatura donde el tiempo varía desde algunos minutos á una hora; la segunda llamada vulcanización propiamente dicha y que es de una duración variable, y por último, la tercera la constituiría el descenso de la temperatura y de la presión.

A la vulcanización en frío por medio del cloruro de azufre, se le aplican las mismas anteriores proposiciones, reemplazando el factor calor por la acción del disolvente sobre el cloruro de azufre, variando con los distintos disolventes de este último.

Cuando la cantidad de azufre contenida en el caucho representa un porcentaje elevado que oscila entre 30 y 60 %, se obtienen productos de propiedades nuevas, que constituye para algunos químicos una disolución sólida del azufre coloidal en el sulfuro de poliprene.

Físicamente, estos compuestos son de color negro, de mucha dureza y susceptibles de ser perfectamente pulidos, dando entonces un aspecto brillante á su superficie. Estos cuerpos se dilatan fuertemente por el calor y son malos conductores de la electricidad.

Estos productos son conocidos con el nombre de Ebonita y se preparan mezclando una parte de azufre con dos partes de caucho, cortado previamente en pedazos pequeños y puestos en baños de soda ó potasa durante un cierto tiempo, después lavados y secados.

La mezcla se somete á un laminado entre dos cilindros que giran con diferente velocidad y calentados á 60° C, siendo sometidos más tarde durante 7 horas en calderas á vapor á la temperatura de 135° C y á una presión de 4 á 6 atmósferas.



SEGUNDA PARTE.

COMPOSICION QUÍMICA DEL CAUCHO.

Numerosas han sido las tentativas efectuadas para determinar la composición química del caucho, habiéndose trabajado con ahinco desde mucho tiempo atrás, tratando de poner en claro la constitución de esta sustancia, que tantos inconvenientes presenta para su estudio.

Siendo el caucho un coloide, se concibe su dificultad para la determinación de las constantes físicas necesarias para establecer su individualidad.

El caucho, por el calor, pasa por graduaciones insensibles, del estado sólido al estado líquido, sin punto de fusión ó de ebullición y sin cambio neto de propiedad.

Tres motivos importantes se han ofrecido para su estudio, á saber:

- 1.º ¿Es un hidrocarburo ó contiene oxígeno?
- 2.º ¿Es una mezcla de compuestos polímeros ó isómeros?
- 3.º ¿Debe considerarse esta sustancia como prácticamente homogénea?

Son estas tres cuestiones que han distraído sobre manera la atención de los químicos que se han dedicado á su estudio.

La solubilidad del caucho en sus disolventes, no es tan

simple como comunmente se cree, y todo estriba en la aser-
ción verdadera que se dé á la palabra solución.

Al tratar el caucho por uno de sus disolventes, se observa primeramente que éste se hincha, y si el disolvente es poco, se obtiene una pasta más ó menos consistente; al agregar mayor cantidad, se observa que su fluidez relativa aumenta, disminuyendo su viscosidad, pero sin obtenerse nunca una solución completamente límpida, no observándose nunca discontinuidad real entre el caucho disuelto y el disolvente empleado.

Se tiene una idea de esta solución al tratar de filtrarla sobre papel, observándose que el porcentaje en caucho de la parte filtrada disminuye, mientras que la parte que queda sobre el filtro aumenta progresivamente.

Se observa, que siempre existe una parte del caucho que queda insoluble, aun bajo la acción de nuevo disolvente.

Gladston é Hilvert han constatado en el caucho de Pará un 4 % de sustancia insoluble en el bencene, creyendo sea debido á la acción del calor sobre el latex al tratar de coagularlo.

Payen considera la parte soluble como la insoluble en el bencene, como de la misma composición química.

Sin embargo, C. O. Weber (1), después de numerosas experiencias, llega á la conclusión, de que la parte insoluble del caucho es un compuesto oxigenado de la fórmula $C_{30}H_{64}O_{13}$, obteniendo de la parte soluble el siguiente resultado :

Encontrado	C 86,51	H 11,57
Calculado para $C_{30}H_{64}O_{13}$	C 88,23	H 11,76

(1) Journal of the Chemical Society Industry, 1900, pág. 215.

De esta manera se constata que la parte soluble contiene un 22 % de oxígeno, y nota que cuando su purificación es mayor, el porcentaje en oxígeno disminuye.

Este oxígeno no entra en la constitución íntima del caucho, sino que proviene de la propiedad extremadamente sensible de esta sustancia de fijarlo del aire.

Weber considera, por lo tanto, el caucho como formado por un hidrocarburo de la fórmula ($C_{10} H_{16}$) siendo la parte insoluble en los disolventes, de composición completamente distinta.

Acción del ácido nítrico.

Continuando los estudios sobre esta sustancia, se ha ensayado la acción del ácido nítrico, observándose los siguientes fenómenos:

Si se coloca en un balón cierta cantidad de ácido nítrico concentrado y algunos gramos de caucho, se observa como consecuencia una intensa reacción. Un termómetro sumergido en el ácido aprecia un aumento de temperatura considerable, manteniéndose constante hasta el fin de la reacción.

Después de terminado el ataque se constata que todo el caucho se ha disuelto, conteniendo sólo en solución algunas partículas de carbón, provenientes sin duda del cocimiento practicado para coagular el latex. Filtrando esta solución y diluyéndola con tres volúmenes de agua, se provoca la precipitación de un cuerpo amarillo rojizo, que se purifica por disolución en el éter acético y reprecipitación por el éter etílico.

Después de algunas redisoluciones y reprecipitaciones, el

producto, al parecer homogéneo, se seca en el vacío sobre ácido sulfúrico.

Este cuerpo se ablanda sin fusión neta á los 142° - 143° y se descompone á mayor temperatura. Llevado á la llama de un mechero Bunsen, se inflama con deflagración.

Es soluble en el éter acético, el nitrobenzene, la aldehida benzóica, é insoluble en el agua, el cloroformo, el éter de petróleo, el alcohol y el benzol. Los álcalis lo disuelven, obteniéndose un líquido de color rojo sangre, que neutralizado regenera nuevamente el compuesto nitrado.

El análisis de este compuesto da como resultado la siguiente fórmula: $C_{10}H_{13}N_2O_6$, cuya acidez con relación á esta fórmula, corresponde á la de un ácido monobásico.

El peso molecular de este compuesto determinado por Beckmann, ha sido de 250 á 261, exigiendo la fórmula un peso molecular igual á 256.

Por estos datos puede verse que este compuesto nitrado, se aproxima á la constitución de un ácido cumínico dinitrado ó á un dinitrocarvacrol, correspondiendo á la siguiente fórmula: $C_9H_{11}N_2O_4-COOH$.

Reduciendo este ácido con sodio y alcohol metílico, se ha obtenido un producto amorfo que parece ser un éter, de la fórmula $C_9H_{11}N_2O_4-CO-OCH_3$.

Wallach (1), ha obtenido por la acción del ácido nítrico fumante sobre el sesquiterpene, que hierve á 274°-275°, extraído de la esencia de Cubebe, el mismo compuesto nitrado. Parece pues esta reacción, característica de los sesqui-di-y politerpenes.

El cuadro siguiente reúne el resultado de la destilación

(1) Bulletin de la Société Chimique de France, 1905, t. 88.

fraccionada del caucho de Pará y de la acción del ácido nítrico fumante sobre las diferentes fracciones.

	<u>Punto de destilación</u>	<u>Acción del ácido nítrico fumante</u>
1. ^a fracción	35° á 70°	} productos resinosos.
2. ^a »	70° » 150°	
3. ^a »	150° » 200°	} mezcla de productos resinosos y derivados nitratos.
4. ^a »	200° » 300°	
5. ^a »	despues de 300°	abundante cantidad de derivados nitratos.

Por la simple inspección de este cuadro de resultados, se deduce, que los últimos productos de la destilación del caucho de Pará son los más aptos para dar derivados nitratos por la acción del ácido nítrico.

Estas mismas fracciones dan con ácido sulfúrico concentrado una coloración rojo sangre, que desaparece por la adición de una pequeña cantidad de agua.

Todas estas fracciones dan la reacción de Riban. Es decir, que una perla de tricloruro de antimonio, fijada en la extremidad de un hilo de platino, toma una coloración roja característica cuando se la sumerge en uno de los líquidos indicados.

Sumergiendo esta misma perla en una solución concentrada de poliprene, ésta se transforma en turbia y lechosa sin adquirir la menor coloración, manifestándose esta, solamente cuando se aproxima la perla con precaución á un mechero Bunsen.

Estas reacciones conducen á Ditmar (1), á considerar el hidrocarburo del caucho, no como un terpeno aromático, sino más bien como un producto intermediario fuertemente polimerizado, entre un hidrocarburo no saturado y estos terpenos.

(1) Berichte der Deutschen Chemischer Gesellschaft, t. 97, pág. 2490.

Acción del cloruro de nitrosilo.

Si á cierta cantidad de caucho purificado y extraído con acetona, se le disuelve en bencene y se trata la solución por una mezcla de nitrito isoamilico y cloruro de acetilo, se obtiene, después de cierto tiempo, una solución gelatinosa.

Esta, que al principio es límpida, se enturbia pronto á causa de un desprendimiento de finas burbujas gaseosas que se agrandan rápidamente y levantan toda la masa. Esta acaba por caer fluidificándose, al mismo tiempo que toma un color más oscuro. Se puede entonces filtrar el líquido que no deja más que un residuo insignificante. Añadiendo alcohol absoluto, se determina la separación de una masa coloidal tan elástica como caucho que no hubiera sufrido ninguna manipulación. El análisis revela una pequeña cantidad de cloro pero solo vestigios de ázoe.

Tratándola con alcohol y enfriando hasta 0° en el momento que ha tomado nacimiento, se obtiene una masa de gran elasticidad pero que se descompone durante las manipulaciones, regenerando, como anteriormente, un cuerpo muy semejante al caucho, diferente, sin embargo, por algunas de sus propiedades.

Acción del bióxido de ázoe.

Si á una solución bencenica de caucho purificada, se la trata por una corriente de bióxido de ázoe, este provoca la precipitación de un cuerpo amorfo, en costras coherentes, que una viva agitación las transforma en un polvo granuloso. Es muy difícil separar este cuerpo de el bióxido de ázoe que parece retener por oclusión. Disuelto en la acetona, filtrado

y vertido en agua, se provoca la separación de unos copos muy finos de color amarillo, muy solubles en acetona, éter acético, éter fórmico, nitrobenzene, anilina, etc. Es poco soluble en el alcohol etílico, insoluble en el alcohol metílico, el éter etílico, el cloroformo, el bencene y el sulfuro de carbono.

Se descompone antes de fundir cerca de 112° oscureciéndose, después deflagra dejando un residuo voluminoso.

El análisis elemental de este producto conduce á la siguiente formula: $C_{10}H_{16}N_2O_4$.

De este compuesto se ha obtenido una sal sódica, precipitándola con alcohol absoluto, de su solución sódica metilalcohólica $C_{10}H_{16}N_2O_4Na$.

Partiendo de esta sal se ha obtenido la sal de plata $C_{10}H_{16}N_2O_4Ag$ precipitado gelatinoso oscuro.

Acción del anhídrido nitroso sobre el caucho.

Harries (1) notó por la primera vez, que los tapones de caucho eran fuertemente atacados por los vapores nitrosos, observando la formación de un compuesto amarillo que contiene ázoe y que toma nacimiento en estas condiciones.

A una solución de caucho en bencene, se hace pasar una rápida corriente de gas nitroso, observándose, primero la separación de unos corpúsculos que, después de cierto tiempo, se reúnen en una masa de color amarillo oro, fácil de filtrar.

Este cuerpo es soluble en el éter acético, y el éter etílico lo precipita de esta solución bajo una forma granulosa.

(1) *Moniteur Scientifique*. 1902, t. 16, 729 livraison.

Así purificado este producto, se funde entre 95° y 100° descomponiéndose cerca de 135° produciendo espuma. Los álcalis diluidos lo disuelven con facilidad, mientras que los ácidos lo precipitan en apariencia inalterados de sus soluciones.

Harries ha propuesto para este compuesto la fórmula $(C_{10}H_{16}N_2O_2)_x$, que Weber ha comprobado obteniendo la misma nitrosita.

Se está de acuerdo generalmente en considerar el caucho como un hidrocarburo de fórmula $(C_{10}H_{16})_x$ de peso molecular desconocido, pero ciertamente muy elevado.

Según las investigaciones de C. O. Weber (1), contendría á lo menos dos ligazones etilénicas para cada grupo $(C_{10}H_{16})$, pues forma en efecto derivados tetrahalogenados del tipo $(C_{10}H_{16}Br_4)_x$.

Por otra parte, se sabe que el caucho da en la destilación seca, isoprene, trimetilene, dipentene y otros hidrocarburos de punto de ebullición elevado.

Ipatiew ha demostrado que el isoprene calentado arriba de 300°C se transforma en dipentene, y varios autores pretenden que á la larga se polimeriza dando caucho. Se expresa generalmente al caucho como perteneciente al grupo de los hidrocarburos alifáticos, es decir, á hidrocarburos no saturados y á cadena abierta.

Por otra parte, Tilden y Schulz han obtenido el isoprene haciendo pasar esencia de trementina á través de un tubo calentado al rojo. La fisiología vegetal haría bastante plausible una parentela entre el caucho y los terpenes y los hechos hasta aquí conocidos de su historia química, no lo contradicen formalmente.

(1) Berichte der Deutschen Chemischer Gesellschaft, 1902, pág. 8256.

Así, entre los productos de la destilación seca, el dipentene domina en proporción, el isoprene se forma en débil cantidad. Sin embargo, la hipótesis de Weber, tiende á clasificar el caucho entre el número de los derivados terpénicos alifáticos.

El método más en práctica para aclarar la constitución de un compuesto natural, consiste generalmente en oxidaciones moderadas y sucesivas; el permanganato de potasio se practica en ciertos casos con éxito, pero en el presente no tiene acción, por así decirlo, sobre el caucho, mientras que el ácido nítrico lo destruye profundamente y lo transforma en productos al parecer conteniendo un núcleo aromático.

El anhídrido nitroso ofrece una vía metódica para la descomposición de las moléculas de caucho, habiendo obtenido Harries (1) con esta sustancia los siguientes resultados.

El primer producto de la reacción del anhídrido nitroso sobre una disolución de caucho, en ausencia de la humedad, es una nitrosita de la fórmula $(C_{10}H_{16}N_2O_3)_x$, que se presenta de color ligeramente verdoso y en pedazos friables después de desecación en el vacío. Se descompone sin fundir á una temperatura entre 80° y 100° , insoluble en todos los disolventes, comprendiendo los álcalis. Con piridina y anilina hay disolución, pero con descomposición, pues no es posible separar de estos disolventes la nitrosita inalterada.

Esta circunstancia no debe sorprender mayormente, pues otras nitrositas como la de algunos terpenes, son poco solubles y en particular en las legías alcalinas.

Cuando á esta nitrosita se la coloca en suspensión en el bencene y se continúa la acción del anhídrido nitroso durante

(1) Berichte der Deutschen Chemischer Gesellschaft, t. 31, pág. 2991.

dos ó tres días y á la temperatura ordinaria, este nitrito se modifica poco á poco, su color se vuelve amarillo franco, haciéndose soluble en acetona y éter acético como también en los álcalis, tomando la solución un color rojo pardo.

Este producto reduce en caliente el licor de Fehling y se descompone sin fundir á una temperatura próxima á 130°.

Harries denomina á este cuerpo, nitrosita (b) y da por el análisis un compuesto de fórmula $C_{10}H_{30}N_6O_{16}$.

Si se opera sin precauciones especiales contra la humedad, se obtiene un compuesto de propiedades muy parecidas á la de la nitrosita anterior, que responde á la fórmula $C_{30}H_{30}N_6O_{14}$, denominada nitrosita (c).

Se puede admitir que las nitrositas (b) y (c) de caracteres muy vecinos, contienen todavía un esqueleto carbonado de forma igual que el de la molécula de caucho. En general no se ha podido observar que el esqueleto de un hidrocarburo, haya sufrido una modificación notable de estructura bajo la acción oxidante así empleada del anhídrido nitroso, y sobre todo que una cadena cerrada se haya roto por esta acción.

Harries ha descompuesto ulteriormente la molécula de la nitrosita (b) por el ácido nítrico. En los compuestos formados, al lado del ácido oxálico ha encontrado un compuesto sólido insoluble en el agua, de fórmula $C_{10}H_{31}N_6O_{14}$, y un ácido azoado aceitoso y difícil de purificar.

Hay que notar, que el compuesto sólido es muy diferente del que se obtiene por oxidación directa del caucho por medio del ácido nítrico, cuya composición molecular es $C_{10}H_{12}N_6O_6$.

Con el permanganato, se descompone la nitrosita (b) en una serie de ácidos grasos, donde predominan los ácidos succínico y oxálico, no habiéndose podido separar en estas mezclas ningún ácido de la serie cíclica.

Parece por lo tanto muy verosímil, que la nitrosita (b) no

contiene ningún grupo carbonado cíclico, porque los productos que ella forma son los mismos que da, en las mismas condiciones, un carburo á cadena abierta, el mircene estudiado por Power y Kleber.

Esta analogía ha llevado á Harries á estudiar los productos de polimerización del mircene.

Ellos se obtienen fácilmente, sea abandonando este hidrocarburo al aire libre durante algún tiempo, ó exponiéndolo durante varias horas en tubo cerrado á una temperatura vecina á 300° C.

Estos productos se dividen en volátiles y menos destilables sin descomposición. Los primeros hierven entre 160° y 200° C bajo 12 á 15 milímetros de presión, dando como principal constituyente el dimircene. Los polimerocenos residuos de la destilación, se acercan por algunos de sus caracteres al caucho, pero ellos no poseen la estructura física particular.

Tratando el dimircene por el anhídrido nitroso un corto tiempo, en presencia de la humedad, se obtiene una bella nitrosita que posee la misma composición elemental, el mismo grandor molecular y las mismas propiedades de la nitrosita (c) derivada del caucho $C_{20}H_{30}N_6O_{14}$, que Harries considera idénticas.

El polimircene da en las mismas condiciones, una nitrosita de composición centesimal y molecular diferentes de la presente, á la cual se parece sin embargo, por el conjunto de sus propiedades. Posee la fórmula $C_{40}H_{56}N_6O_{18}$ y cristaliza muy bien.

Harries ha extendido estas investigaciones á otros terpenes cíclicos y dicíclicos.

El limonene y el dipentene no han sido sino poco modificados por el calentamiento en tubo cerrado á 300° C. El pinene da una especie de resina. Ninguno de estos productos de

polimerización da en solución bencénica bajo la acción del ácido nitroso, productos análogos á las nitrositas precedentes.

En contraposición, nitrositas de composición y pesos moleculares vecinos de los de la nitrosita del polimircene, se forman cuando se hace reaccionar sobre la fracción residual no destilable á 300° C en un vacío de 1/2 mm., productos de la destilación seca del caucho ó productos de polimerización del isoprene calentado á 300° C en tubo cerrado.

Este conjunto de hechos indica, sin duda alguna, una estrecha parentela entre el mircene, el isoprene y el caucho. ¿Debe por lo tanto considerarse este último como una mezcla de polímeros de pesos moleculares elevados?

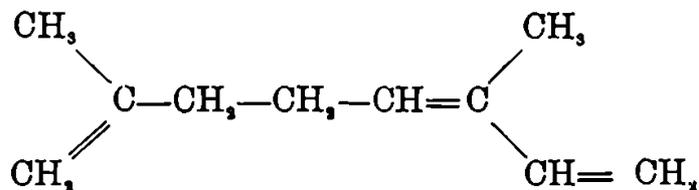
Es este un punto que la experiencia actual no ha podido dilucidar. El modo de obrar de las nitrositas del dimircene que difieren entre sí por su composición centesimal y su grandor molecular, explica, cómo la acción del anhídrido nitroso sobre el caucho da siempre cuerpos de diferente composición y peso molecular. Se puede admitir que se forme primero en presencia de la humedad la polinitrosita $C_{40}H_{56}N_6O_{18}$ que se desdobra poco á poco al contacto prolongado del ácido nitroso, fijando agua en dos moléculas $C_{20}H_{30}N_3O_{14}$. Las polinitrositas de la fórmula $C_{20}H_{30}N_3O_{14}$ parecen características para los diterpenes alifáticos y representan una nueva clase de cuerpos.

Si se admite la hipótesis de que el caucho pertenece á la clase de los politerpenes á cadena abierta, ¿cómo se explica la presencia del dipentene entre los productos de la destilación seca del caucho?

Parece que la formación del dipentene, es un fenómeno secundario, resultante de la polimerización del isoprene ó del diisoprene formados al momento de la descomposición pirogenada del caucho.

Para precisar las ideas á este respecto, Harries ha examinado la fracción rica en dipentene, que según Bouchardat representa 2 kgs. entre los productos de destilación de 5 kgs. de caucho.

Se ha asegurado que esta fracción contiene como máximo $\frac{1}{3}$ de su peso de dipentene. Los productos principales son otros hidrocarburos de la fórmula $C_{10}H_{18}$, de donde se ha podido separar dos especies distintas. Una de ellas representa quizás el diisoprene inútilmente buscado hasta ahora por varios experimentadores.



Idéntico en todo, ó á lo menos muy análogo al mircene, y de donde se puede suponer que el caucho deriva por condensación de un cierto número de moléculas, cambiando cada una, una doble ligazón con una molécula ó un grupo vecino.

El grandor molecular de estos hidrocarburos es hasta cierto punto función de la temperatura.

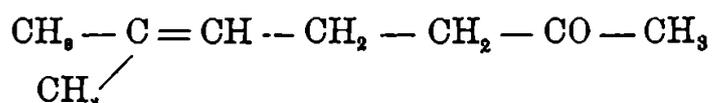
Sin embargo, el isoprene hirviendo á 31°C no da por el calor á 300°C en tubo cerrado, sino una pequeña cantidad de dipentene entre varios otros hidrocarburos, de punto de ebullición elevado.

Debemos, por lo tanto, admitir, que el dipentene del caucho destilado no deriva directamente del isoprene, sino más bien del diisoprene ó de otro intermediario formado transitoriamente.

Por la acción del peróxido de ázoe sobre el caucho, Weber ha obtenido un derivado dinitrado $C_{10}H_{16}O_4N_2$. Según Harries

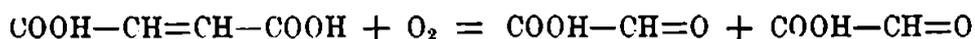
Oxidación del caucho por el ozono.

Harries (1) ha demostrado que los hidrocarburos conteniendo dobles ligazones son transformados por el ozono en ozonidas, las cuales calentadas con agua son descompuestas en aldehidas ó cetonas y agua oxigenada. Así se obtiene por ejemplo, oxidando la metileptenona



un buen rendimiento en aldehida levúlica, que Harries ha obtenido igualmente hidratando el silvene.

El ácido maleico es oxidado dando dos moléculas de ácido glioxálico.



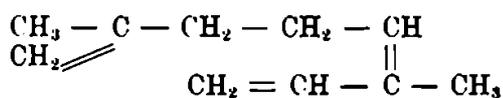
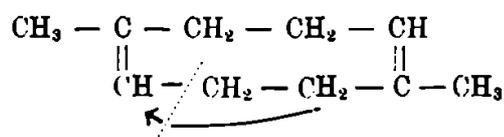
Haciendo pasar aire ozonizado de una concentración de 5,5 á 6 % sobre una solución de caucho en cloroformo, se obtiene después de unas horas, un líquido del cual se extrae, evaporando el cloroformo en el vacío á una temperatura inferior á 20° C, un aceite que se purifica disolviéndolo en éter acético y precipitándolo con éter de petróleo; este producto después de algunas horas se vuelve vidrioso y representa la ozonida del caucho y que corresponde á la fórmula $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_6$.

Esta ozonida se descompone con el agua dando aldehida levúlica y un cuerpo de reacción ácida, que funde á 197° C y

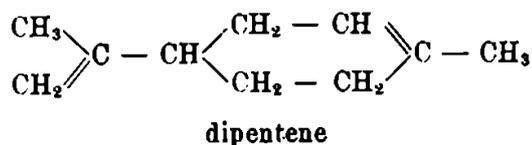
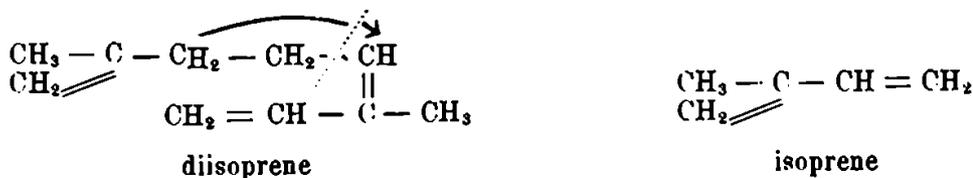
(1) *Berichte der Deutschen Chemischer Gesellschaft*, t. 38, pág. 1195.

La magnitud de la molécula física de la ozonida no se conoce aún. La polimería debe estar constituida por una adición simple y floja de las moléculas del dimetilciclooctadieno, pues de otra manera no podría explicarse la descomposición tan fácil por medio del ozono, en cuya molécula, el resto $\text{CH}_3 - \underset{\parallel}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\parallel}{\text{C}} - \text{CH}$ se oxida dando aldehida.

La fórmula indicada para el hidrocarburo caucho, explica la formación de isoprene y dipentene en su destilación pirogenada. Por la destilación, la molécula se rompe en la posición indicada por la línea punteada, haciendo emigrar un hidrógeno y creando al lado de esta línea punteada, una nueva doble ligazón, dando posiblemente el diisoprene,



que en la reacción pirogenada se descompondría aún dando isoprene, que á su vez una parte daría por condensación dipentene.



Síntesis del caucho.

Una de las tentativas para obtener la síntesis del caucho se debe á M. J. Kondakow (1), quien señala la polimerización del dimetil 2-3 butanediene 1-3, bajo la influencia de la potasa en tubo cerrado y á la temperatura ordinaria. Después de cierto tiempo encontró estos tubos llenos de una masa blanca esponjosa, llenando exactamente toda la capacidad de los tubos; que al abrirlos no ha observado ni presión ni vacío, como tampoco rastros del carburo inicial, que se había transformado en un producto amorfo, sin olor ni gusto especial, elástico como el caucho y dando la misma impresión que éste cuando se lo mastica.

Este cuerpo, de propiedades físicas parecidas á las de caucho, se distingue, sin embargo, por su insolubilidad en los disolventes del caucho. Es, en efecto, insoluble en el bencene, la ligroina, el éter, el cloroformo, el sulfuro de carbono, la acetona, el alcohol y la esencia de trementina.

Hace poco tiempo M. Heinemann (2) ha sacado patente de invención de un procedimiento de obtención sintética del caucho.

Calienta á la temperatura del rojo sombra, el acetileno y el etileno juntos y obtiene el divinilo, que á su vez lo transforma en metildivinilo ó isoprene, con cloruro de metilo.

Dice el autor, que el isoprene se condensa fácilmente al estado naciente dando caucho.

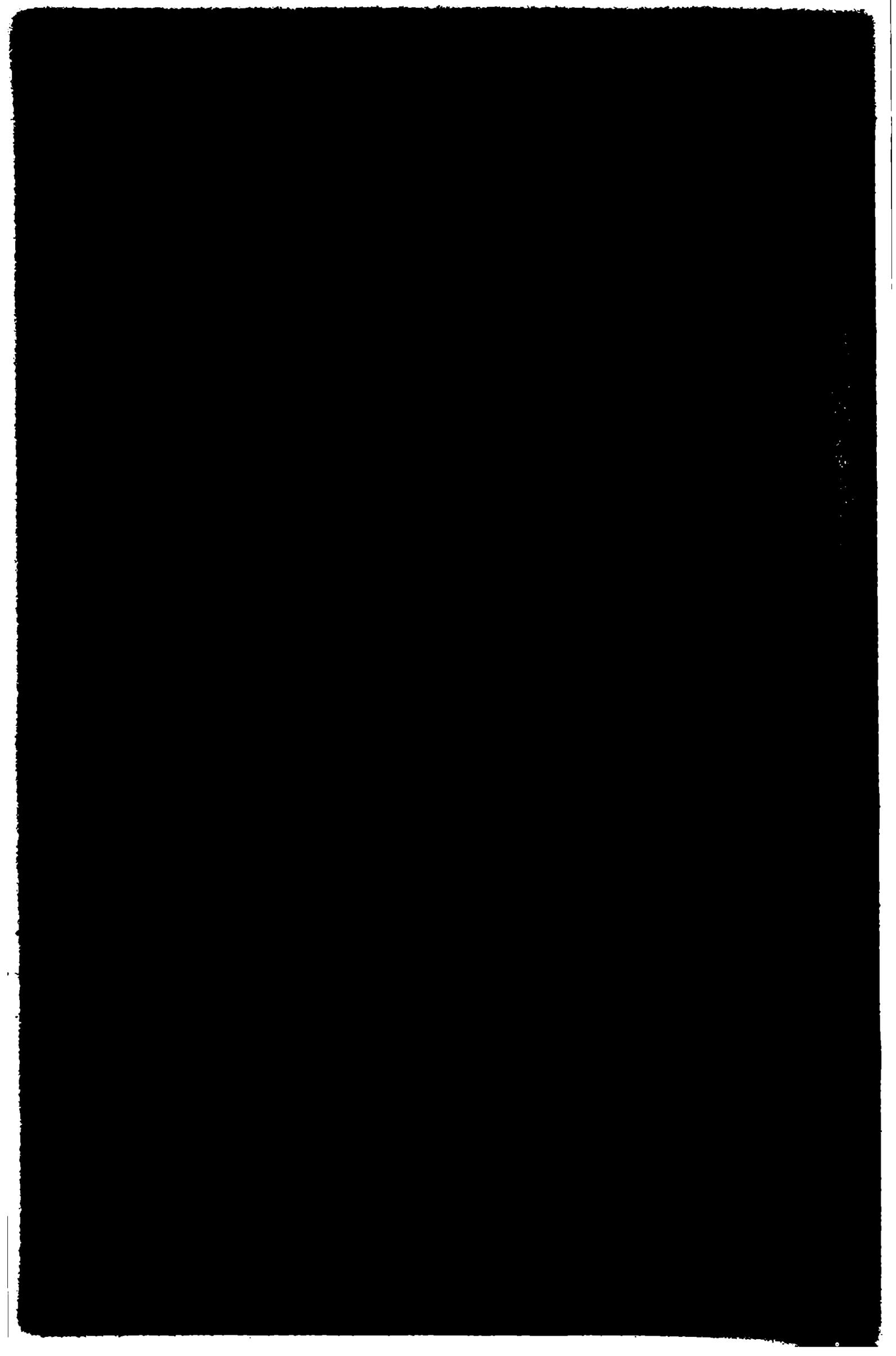
Tratándose de un procedimiento patentado, no hemos

(1) *Moniteur Scientifique*, t. 17, 1^a parte, 787 livraison.

(2) *Revue de Chimie Industrielle*, Année 20^{ème} N.º 231, pág. 88.

podido obtener la memoria original y poder ver el método seguido para la polimerización del isoprene.

En general, los ensayos efectuados para obtener la síntesis del caucho, tienden á polimerizar el isoprene, ya sea con potasa ó con ácido clorhídrico concentrado, obteniéndose productos que responden por sus propiedades físicas al caucho, pero que se distinguen, sin embargo, de él, por algunas de sus propiedades químicas.



ESTUDIO DE LOS CAUCHOS ARGENTINOS.

Las muestras de especies argentinas de que se ha dispuesto para este trabajo, han sido recogidas personalmente por el Dr. Carlos Spegazzini y cedidas galantemente para su estudio, que ha sido efectuado prolijamente en lo referente á sus impurezas y porcentaje real en caucho, con el objeto de clasificarlas en su valor industrial.

Estas muestras han sido conservadas en alcohol, lo que desmerece en parte su calidad, especialmente en lo inherente á su elasticidad, pues en esas condiciones esa propiedad es débil; sin embargo, por un ensayo rápido de purificación de las resinas indicado por el Dr. Spegazzini (1), se han podido separar de algunas de las muestras, cauchos que por sus propiedades responden á productos de bastante buena calidad.

El método consiste en tratar la borracha ó caucho conservado en alcohol, con cloroformo. La disolución ó emulsión obtenida por este disolvente es filtrada sobre algodón de vidrio, donde quedan retenidas las impurezas mecánicas; el filtrado se trata con dos volúmenes de acetona que provoca la precipitación del caucho en forma de copos, que no se adhieren á las paredes del vaso, dejando en solución las resinas y demás materias extrañas.

(1) Boletín del Ministerio de Agricultura, 1906.

Métodos de análisis del caucho natural.

Son numerosas las causas que influyen en la calidad de un caucho, pudiéndose citar especialmente, el origen vegetal y el lugar de la recolección y especialmente el procedimiento utilizado para obtener la coagulación del latex.

Para la determinación de las *impurezas* se emplea generalmente el siguiente procedimiento. Una cierta cantidad de caucho natural es dividida en pequeños trozos y sometida á un lavaje con agua en frío primeramente y á la ebullición después, con el objeto de ablandar el producto y permitir más fácilmente la expulsión de las sustancias extrañas.

Después de efectuar esta operación repetidas veces, el producto es secado en una corriente de aire seco ó más comúnmente en un espacio cerrado sobre ácido sulfúrico ó cloruro de calcio. La diferencia de peso da la cantidad de impurezas eliminadas mecánicamente, como también las sustancias solubles en agua, como ser azúcares, rastros de alcalóides y el agua existente en la muestra.

En nuestras muestras separamos las sustancias encerradas mecánicamente, con las sustancias solubles en agua por filtración del líquido del lavaje cuidadosamente recogido.

La humedad se determina por diferencia entre el peso inicial y el peso de las impurezas mecánicas y solubles en agua, separadas por el procedimiento anterior.

Muchas muestras de caucho natural se encuentran en el comercio adulteradas con arena y harina, que son fácilmente reconocibles, la primera, por la determinación de las cenizas ó simplemente colocando en el agua delgadas rebanadas de caucho; en condiciones normales éstas sobrenadan, pero si

existe adición de sustancias extrañas en el sentido indicado, la muestra del ensayo se sumerge.

La adulteración con harina se reconoce fácilmente por la acción del iodo, sobre cortes recientemente practicados en la muestra, indicándose la reacción positiva por la coloración azul producida por la formación de ioduro de almidón.

Cenizas.—Se determinan las cenizas por calcinación de una cierta cantidad de sustancia previamente secada.

Por el análisis se ha podido comprobar la existencia de sales de hierro, calcio y magnesio, como también sílice y pequeñísimas cantidades de sulfatos y fosfatos.

Resinas.—La determinación de las resinas fué separada en dos grupos, uno por agotamiento con alcohol, y el otro por agotamiento con acetona. Se ensayó para este objeto un aparato Soxhlet con el objeto de hacer actuar sobre la muestra siempre un disolvente fresco; sin embargo, por la observación de la resistencia de ciertas resinas á la disolución, por los disolventes en frío, se empleó la acción directa de éstos á la ebullición sobre el producto, repitiendo varias veces la operación con nuevo disolvente, con el objeto de obtener el agotamiento completo de las resinas.

El producto de las extracciones fué evaporado en bañomaría y luego colocado en una estufa á 100° C hasta constancia de peso.

Sustancias proteicas.—Estas sustancias fueron determinadas siguiendo el método de Kjeldahl, como comunmente se opera para la determinación del ázoe en las sustancias orgánicas.

Caucho.—Existen varios precedimientos de dosage del caucho puro, algunos de ellos, basados en los productos formados por la acción de los compuestos oxigenados del ázoe sobre él.

El método de Weber (1), llamado también del *nitrosato*, consiste en la formación del compuesto de fórmula



obtenido por la acción del bióxido de ázoe sobre una solución de caucho en bencene y que se hace extensivo al análisis del caucho vulcanizado.

Este procedimiento ha sido en el presente desechado completamente, pues el mismo Weber ha comprobado que la fórmula por él propuesta no era exacta, debido á la constante variación que sufre el compuesto nitrado, que ha sido también constatado por Harries y Alexander.

Método de Harries (2). — Este método, llamado de la *nitrosita*, está basado en la obtención de la nitrosita (c) propuesta por él, que tiene por fórmula $\text{C}_{30}\text{H}_{30}\text{N}_6\text{O}_{14}$, que es de constitución constante.

Para obtener esta nitrosita se toma la disolución clara de caucho en bencene y se le hace pasar una corriente de anhídrido nitroso hasta saturación, haciéndole pasar previamente por un frasco lavador conteniendo bencene.

Cuando el líquido toma una coloración verde oscura, la solución está saturada de anhídrido nitroso, se deja entonces reposar, observándose que el líquido toma después de cierto tiempo, una coloración parda solidificándose poco á poco hasta transformarse en un compuesto sólido y quebradizo, que se filtra y se lava cuidadosamente, primero con bencene y después con éter, que luego se seca en el vacío.

Esta nitrosita así obtenida no es completamente pura y se la purifica por disolución en acetona y reprecipitación con

(1) Berichte der Deutschen Chemischer Gesellschaft, t. 36, pág. 3103.

(2) Berichte der Deutschen Chemischer Gesellschaft, t. 38, pág. 87.

éter etílico, siendo entonces nuevamente filtrada en papel tarado y secada en la estufa á 100° C hasta constancia de peso.

Este método que se ha propuesto para el análisis de cauchos manufacturados, ofrece la dificultad de su manipulación, que debe estar sujeta á los mayores cuidados, para obtener productos de composición constante, como también la obtención de una solución clara de caucho en bencene, para lo cual es necesario emplear cantidades grandes de disolvente.

Método de Budde (1).—Este método consiste en la formación de compuestos bromurados que son productos de adición del bromo al caucho.

Se disuelve el caucho en tetracloruro de carbono, tratando de obtener la solución con un título de 10 %, se filtra y se le añade una solución compuesta de 1 gr. de iodo, 16 gr. de bromo y 1000 cc. de tetracloruro de carbono.

Se forma de ese modo una masa gelatinosa que por adición de $\frac{1}{2}$ volumen de alcohol, se transforma en una masa sólida constituida por un tetrabromuro de caucho ($C_{10}H_{16}Br_4$), perfectamente estable que se filtra sobre papel tarado y se lava con una mezcla de tetracloruro de carbono 2 volúmenes, y alcohol 1 volumen, y por último se seca en una estufa á 60° C.

Método de Fendler.—Este método está basado en la insolubilidad del caucho en el alcohol.

La sustancia cortada en pequeños trozos y secada en el vacío con ácido sulfúrico, se disuelve en éter de petróleo, agitando fuertemente la muestra con el disolvente de tiempo en tiempo durante los 2 ó 3 días que dura la digestión. Al cabo de este tiempo en que se obtiene la solución completa

(1) Settimj. — Caouchouc e Gutta—Percha.

del caucho, el líquido es filtrado sobre algodón de vidrio y precipitado por adición de $\frac{1}{2}$ volumen de alcohol absoluto, se agita y se deja reposar, después de cierto tiempo se decanta el líquido claro y se lava el precipitado con nueva cantidad de alcohol, y por último: se evapora su exceso en baño-maría.

En nuestras muestras para el dosage del caucho, hemos seguido el siguiente tratamiento:

Al residuo obtenido del agotamiento de las resinas, primeramente con alcohol y luego con acetona, lo sometimos á la acción del bencene agitando fuertemente y dejando en digestión durante tres días; al cabo de este tiempo, el caucho se había disuelto completamente; filtramos sobre algodón de vidrio y el residuo fué nuevamente sometido á la acción del disolvente.

El filtrado es tratado por igual volumen de acetona, que provoca la precipitación del caucho en forma de copos que, después de un cierto tiempo, se aglomeran, pudiendo retirarse fácilmente el producto precipitado, que fué secado primeramente en baño-maría en corriente de aire y después en el vacío sobre ácido sulfúrico.

Se obtiene por este procedimiento, el porcentaje real en caucho y por diferencia con la pesada antes de ser sometido á la acción del bencene, la cantidad de caucho oxidado ó cuerpo de Weber.

Análisis del caucho manufacturado.

El análisis del caucho manufacturado es sumamente complejo debido al gran número de sustancias extrañas que intervienen con el objeto de comunicar á la muestra propiedades especiales, según el uso que se haya deseado darles.

Su análisis sólo puede efectuarse con una cierta aproximación debido á la difícil separación de algunos compuestos de la mezcla.

Citaremos el procedimiento indicado por Cheneau (1), quien ha estudiado detenidamente estos productos manufacturados.

Se determina primeramente la homogeneidad de la muestra, tomando diferentes partes de ella y determinando en cada una la densidad y las cenizas, cuyos resultados deben concordar sensiblemente.

Las cenizas determinadas por calcinación del producto, da la cantidad de sustancias minerales mezcladas al caucho, pero en ciertos casos es errónea debido á las alteraciones que pueden sufrir estas sustancias por la calcinación. Se completa esta determinación por su análisis cuantitativo.

Tratamiento con alcohol.—El ensayo de la solubilidad en el alcohol da la cantidad de resina, aceite de resina, etc., que pueden haber sido agregados á la muestra ó simplemente por tratarse de un caucho de calidad inferior.

Dosage del azufre total.—En un balón al cual se le ha adaptado un refrigerante ascendente, se coloca 1 gr. próximamente de caucho con 20 cc. de ácido nítrico fumante; al poco tiempo toda la sustancia se ha descompuesto, se la retira entonces del balón y se la concentra hasta consistencia siruposa y se le añade mezcla fundente, compuesta de 5 partes de carbonato de sodio y 3 partes de nitrato de potasio; se mezcla bien y se seca en baño-maría, y por último se lleva á fusión completa.

Después de disolver este producto así obtenido en agua, se observa que el azufre que ha sido primeramente oxidado

(1) Settimj.—Caouchouc e Gutta —Percha.

por el ácido nítrico, pasa en el filtrado al estado de sulfato alcalino, que se dosa fácilmente con ayuda de las sales de bario.

Siguiendo este tratamiento pueden dosarse al mismo tiempo la sílice, como también las bases que quedan sobre el filtro en forma de óxidos ó carbonatos.

Tratamiento en caliente con ácido acético diluído y azúcar.— Tratando una parte de la muestra del caucho manufacturado con ácido acético diluído y azúcar (esta última para obtener la disolución del minio), se hace hervir, y al cabo de cierto tiempo, se obtiene la disolución de un gran número de sustancias minerales de posible existencia en la muestra y que se determinan siguiendo el método analítico común.

Tratamiento con solución alcohólica de potasa.— El residuo obtenido del tratamiento anterior, es sometido á la acción de una solución alcohólica de potasa y á la ebullición durante 2 ó 3 horas en un aparato provisto de refrigerante á reflujo.

Se obtiene por este procedimiento la disolución de las sustancias grasas, las resinas, el azufre libre, etc.

Tratamiento con acetona.— El residuo del tratamiento con potasa alcohólica, es sometido en un dispositivo análogo á la acción de la acetona, que tiene por objeto disolver los aceites no saponificables, los aceites minerales y aceites de resina, como también asfaltene si la muestra contiene asfalto.

Tratamiento con nitrobencene.— Esta operación se efectúa haciendo accionar en frío el residuo anterior con nitrobencene, en una proporción de 30 cc. para 1 gr. de residuo, obteniéndose de este modo la disolución del asfalto contenido en la muestra.

Tratamiento con éter de petróleo.— Se obtiene tratando el caucho desprovisto del asfalto, con éter de petróleo, la disolución del caucho no vulcanizado y la parafina que se sepa-

ran por decantación. En una parte del residuo se determina el azufre combinado al caucho, siguiendo el método indicado anteriormente para el dosage del azufre total. La otra parte del residuo es sometida á la disolución del caucho vulcanizado siguiendo el:

Tratamiento con cloroformo y nitrobencene.— Este tratamiento se efectúa en un pequeño balón provisto de refrigerante á reflujo, haciendo actuar la mezcla disolvente á la ebullición y en las proporciones siguientes: 3 cc. de cloroformo y 50 cc. de nitrobencene para cada 3 grs. de sustancia.

Después de cierto tiempo de ebullición, se diluye la solución obtenida y se filtra, representando su extracto la cantidad de caucho contenida en la muestra.

Pueden quedar como residuo de este tratamiento, sustancias minerales que no se han disuelto por el ataque con ácido acético, como también carbón, grafito, fibras textiles, etc.

La determinación del cinabrio de uso frecuente en el caucho de color rojo, se determina también en este mismo residuo.

Hemos practicado este método en varias muestras de cauchos manufacturados con excelentes resultados.

Análisis de las muestras.

Jazmín del monte (*Forsteronia leptocarpa*).— Esta planta es una enredadera que abunda en todos los bosques desde Río Grande hasta Bolivia; el diámetro de su tronco es de 15 á 20 centímetros y cuya altura llega hasta 25 metros.

Por incisiones oportunas estas plantas dan una abundante cantidad de latex, obteniéndose una borracha de color

pardo, poco pegajosa y cuyo análisis da el siguiente resultado:

Densidad.....	0,9962
Impurezas mecánicas.....	% 9,815
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	» 4,112
Resinas solubles en alcohol.....	» 25,224
Resinas solubles en acetona.....	» 10,081
Caucho.....	» 81,226
Azoe.....	» 1,900
Materias proteicas.....	» 11,875
Cenizas.....	» 2,606
Caucho insoluble ó cuerpo de Weber.....	» 3,161

Ortiga brava macho (*Cnidocolus cnicodendrum*).—A esta especie la constituyen árboles de gran tamaño, de 8 á 10 metros de altura, poseyendo troncos hasta de 50 centímetros de diámetro.

Deja escurrir por incisiones abundante cantidad de latex, dando por coagulación con alcohol una borracha de color blanco, poco pegajosa, elástica, pero que se resinifica fácilmente.

Densidad.....	0,9913
Impurezas mecánicas.....	% 9,386
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	» 5,280
Resinas solubles en alcohol.....	» 6,622
Resinas solubles en acetona.....	» 29,412
Caucho.....	» 26,578
Azoe.....	» 2,010
Materias proteicas.....	» 12,562
Cenizas.....	» 1,974
Caucho insoluble ó cuerpo de Weber.....	» 6,226

Ortiga brava hembra (*Cnidocolus rectifolius*).— Esta especie gomera está representada, como la anterior, por árboles de gran tamaño que dejan escurrir por incisiones un latex de

color blanco y que coagulado con alcohol da un producto gris claro, elástico y algo pegajoso.

Densidad.....	0,9912
Impurezas mecánicas.....	% 7,785
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	» 4,816
Resinas solubles en alcohol.....	» 8,213
Resinas solubles en acetona.....	» 29,010
Caucho.....	» 27,832
Azoe.....	» 1,960
Materias proteicas.....	» 12,250
Cenizas.....	» 2,133
Caucho insoluble ó cuerpo de Weber.....	» 6,001

Tasi cascarón.— Planta trepadora y enredadera, considerada como una buena planta gomera del Chaco Salteño.

Sus ejemplares son de mucha longitud y de diámetro uniforme, da por coagulación del latex un producto de color gris de bastante buena calidad.

Densidad.....	0,9343
Impurezas mecánicas.....	% 17,910
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	» 6,122
Resinas solubles en alcohol....	» 12,111
Resinas solubles en acetona.....	» 14,521
Caucho.....	» 25,349
Azoe.....	» 2,110
Materias proteicas.....	» 13,187
Cenizas.....	» 0,936
Caucho insoluble ó cuerpo de Weber.....	» 7,754

Bejuco (*Laseguea bracteata*).— Es una enredadera abundante en los territorios y provincias septentrionales de la República Argentina, extendiéndose hasta Bolivia, Paraguay y Brasil.

Su tronco es delgado y está recubierto por una delgada corteza de color amarillo y que por heridas practicadas en ella, deja excurrir un latex espeso y abundante de color ama-

rillante, que por coagulación da un producto algo pegajoso de color gris, muy elástico y de la composición siguiente:

Densidad	0,9718
Impurezas mecánicas.....	% 6,210
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	» 5,290
Resinas solubles en alcohol.....	» 9,316
Resinas solubles en acetona.....	» 29,101
Caucho.....	» 81,423
Azoe.....	» 1,830
Materias proteicas.....	» 11,417
Cenizas.....	» 1,826
Caucho insoluble ó cuerpo de Weber	» 3,617

Urostigma subtriplinervium.) — De esta planta, procedente de una especie de Misiones, hemos practicado el análisis sobre el producto obtenido por coagulación del latex con alcohol, que se presenta de color blanco amarillento, plástico, bastante elástico pero sumamente pegajoso.

Densidad	0,9685
Impurezas mecánicas.....	% 2,130
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	» 4,213
Resinas solubles en alcohol.....	» 30,826
Resinas solubles en acetona.....	» 33,138
Caucho.....	» 19,213
Azoe	» 1,020
Materias proteicas.....	» 6,375
Cenizas.....	» 1,346
Caucho insoluble ó cuerpo de Weber.....	» 1,739

Lecheroncillo (Dactyloctenium aegyptium).—Esta planta abunda en el departamento de Orán vegetando aislada ó más comunmente en grupos y á la sombra de árboles mayores.

Picada da latex en abundancia, cuya borrhacha es de color pardo claro compacta y elástica.

Densidad	0,9823
Impurezas mecánicas.....	% 11,221
Sustancias solubles en agua (azúcares).....	» 5,783
Resinas solubles en alcohol.....	» 8,340
Resinas solubles en acetona.....	» 31,021
Caucho.....	» 22,906
Azoe.	» 2,080
Materias proteicas.....	» 12,637
Cenizas.....	» 2,180
Caucho insoluble ó cuerpo de Weber.....	» 3,832

Como ha podido verse por sus análisis respectivos, estas muestras contienen una abundante cantidad de resinas que desmerecen su valor comercial.

Los análisis del Lecherón Colorado y Blanco efectuados por el Dr. Spegazzini (1) y el ingeniero Vande Venne (2) arrojan también un elevado porcentaje en resinas, siendo de composición parecida al producto obtenido por coagulación del latex de Lecheroncillo.

El Dr. Dhiel, de la Vereinigte Gummi Vaaren Fabriken Harburg Wien á Hamburg, en el análisis practicado en una muestra procedente del Lecherón Colorado, encuentra un 18 % de caucho, reconociendo dicha muestra utilizable, debido á que su precio es proporcional á su valor industrial.

Esta misma fábrica ha encontrado el procedimiento de hacer aplicable en la fabricación del caucho manufacturado, á la muestra denominada Gayule de México, modificando esta

(1) Boletín del Ministerio de Agricultura, 1906.

(2) Boletín del Ministerio de Agricultura, 1906.

muestra que por contener gran cantidad de resinas había sido declarada inutilizable en la industria.

Ahora bien; las muestras analizadas son de composición parecida á la procedente de México, lo que indicaría que una transformación en ese sentido, podría hacer de ellas productos utilizables en la industria del caucho manufacturado, más si se tiene en cuenta que dichos productos, según á la aplicación que se destinen, contienen infinidad de sustancias extrañas, entrando el caucho en muchos casos en débil proporción.

Depuración del caucho natural.

La principal impureza de las muestras estudiadas consiste en una proporción elevada en resinas variables, ya sea en su cantidad como también lo referente á su solubilidad en los distintos disolventes, como se ha visto en sus análisis respectivos.

De estas muestras, aún de las más resinosas, hemos podido obtener por purificación completa de sus resinas, productos que responden por sus propiedades á cauchos de bastante buena calidad.

Se comprende, pues, el interés considerable que representa la depuración del caucho en este sentido, ocupándose la industria especialmente en la resolución de este problema y hacer aplicables las muestras que, por su gran porcentaje en resinas, no pueden ser elaboradas inmediatamente.

Esta depuración, no parece posible sino por medios físicos (disolución); los agentes químicos tienen el inconveniente, la mayor de las veces, de alterar el caucho mismo.

La disolución de toda la masa por los disolventes del

caucho, seguida de precipitación, no es siempre aplicable, sobre todo en el caso de cauchos ricos, tales como el de Pará, que por su débil porcentaje en resina no necesita ser tratado en esta forma.

Para los otros de disolución rápida y fácil, la precipitación da generalmente un producto blando sin tenacidad, pudiendo retener más ó menos cierta cantidad de disolvente.

Es, pues, preferible obtener la purificación del caucho por la disolución de las resinas únicamente.

El alcohol metílico no tiene un gran poder disolvente para un buen número de ellas. El alcohol etílico es más conveniente, pero, sin embargo, su poder disolvente no es todavía suficiente; los otros alcoholes superiores quedan retenidos en el caucho y por la elevación de temperatura, lo disuelven parcialmente.

La acetona tiene el inconveniente de su alto precio, pero es, sin embargo, el reactivo de mejor aplicación para la purificación del caucho.

La comprobación de la disolución de una mayor cantidad de resinas por agotamiento con acetona, que con alcohol etílico, indica la presencia de resinas solubles en estos dos reactivos, como también algunas solo solubles en acetona.

Para obtener la purificación del producto por agotamiento casi completo de las resinas, debe darse preferencia á la acetona, que tiene además la ventaja de una mayor rapidez en la disolución que los otros reactivos indicados.

Las resinas extraídas de las distintas muestras analizadas, tienen una gran diferencia de solubilidad, así por ejemplo, hemos podido comprobar que una resina extraída del Tasi-Cascaron, se disuelve en la acetona á razón de 6,3 % y en el éter de petróleo 24, 6 %.

El mayor poder disolvente del éter de petróleo se ha apro-

vechado en la industria, haciéndolo entrar en proporción máxima en una mezcla que no disuelva el caucho.

La acetona, siendo el mejor disolvente práctico de las resinas, que no disuelve el caucho y que es además miscible con el éter de petróleo, es la más indicada para utilizarla mezclada á este último.

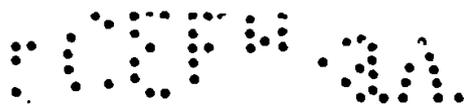
Rousset encuentra como disolvente más práctico y rápido de la resina en el caucho, la mezcla:

Eter de petróleo de $D=0,650$	4 volúmenes.
Acetona.....	3 volúmenes.

A pesar de la mayor rapidez y mayor desalojo de las resinas, con la mezcla acetona éter de petróleo, ensayos comparativos sobre muestras de un mismo caucho, han demostrado que con acetona sola, se obtiene un producto mejor, aún siendo la purificación de las resinas menor que con la mezcla acetona-éter de petróleo, pues con esta última se obtiene un caucho más blando y menos elástico.

La acetona presenta además la ventaja, no despreciable en la práctica, de accionar sobre el caucho húmedo, mal secado por ejemplo, empezando por extraer el agua antes que las resinas. Por introducción de agua, en los cauchos tratados con la mezcla éter de petróleo-acetona, la miscibilidad de los líquidos cesa y el éter de petróleo no tiene ninguna acción. Otro inconveniente del éter de petróleo consiste en las pérdidas inevitables provocadas por su volatilidad.

En la práctica industrial, es conveniente emplear un exceso de acetona en la mezcla, atenuando de ese modo, por una parte, los inconvenientes del éter de petróleo en lo referente á la humedad, y por otra evitar la posible disolución de una cierta cantidad de caucho.



CONCLUSIONES.

En general, las muestras procedentes de gomales argentinos, arrojan un porcentaje elevado en resinas que hacen de ellas productos de relativo valor comercial; sin embargo, por la cantidad de caucho real que contienen, podrían ser utilizadas en la industria con resultados satisfactorios.

Por sus caracteres morfológicos, por su rápido crecimiento y mucha fructificación, las Ortigas Bravas y el Lecheroncillo podrían contribuir á la formación de gomales artificiales.

Atendiendo á la calidad del producto obtenido por coagulación del latex procedente del Jazmín del Monte y del Bejuco, y al alto precio del caucho, aún para productos de inferior calidad, su explotación en la región de Orán podría dar un resultado bastante remunerador.

ENRIQUE A. LETICHE.



En la ciudad de Buenos Aires, á los días del mes de Noviembre del año mil novecientos nueve, los miembros de la comisión examinadora N.º 24 que suscriben, después de haber estudiado la tesis presentada por el ex-alumno Enrique A. Letiche para optar el título de Doctor en Química, resuelven aprobarla.

*Angel Gallardo, E. L. Holmberg,
Julio J. Gatti, E. Herrero Ducloux,
H. Damianovich, Guillermo Schaefer,
Cristóbal Hicken.*

OTTO KRAUSE,
Decano.

Pedro J. Coni,
Secretario.

