

# Caucho natural y Caucho sintético

Por NORMAN BEKKEDAHL, BS, MS, PhD  
Miembro del "National Bureau of Standards",  
Washington, D. C.

Traducido por:

RICHARD EVANS SCHULTES, AB, AM, PhD  
Agrónomo Asociado, Departamento de Agricultura de  
los EE. UU.; y Alfonso Uribe H., Ing. Agr., Ministe-  
rio de la Economía Nacional, Bogotá.

Con el restablecimiento de la paz mundial y la esperanza de un regreso a las condiciones normales en la industria, muchas personas en Colombia, como probablemente también en otros países latino-americanos, han experimentado dudas e incertidumbre con respecto al porvenir de la naciente industria cauchera nacional.

Este desánimo, al parecer, proviene principalmente de la creencia errónea de que el mundo no necesita ya del caucho natural, por no poder competir con lo que es llamado "caucho sintético".

Un gran número de hombres, actualmente interesados en el porvenir de la industria cauchera nacional, no tienen una idea bien definida de lo que es el caucho sintético, de sus posibilidades y limitaciones, de su aplicación, y, sobre todo, de la relación que tiene con el caucho natural. Las apreciaciones erróneas resultantes pueden influir y propiciar el completo fracaso de la industria que está ya iniciándose en Colombia pero que necesita de agrónomos, industriales y políticos que sepan lo que es el caucho sintético en relación con el futuro del caucho natural en este país.

Durante la guerra, aparecieron numerosos artículos sobre las verdaderas maravillas de las substancias sintéticas semejantes al caucho. Desafortunadamente, con muy pocas excepciones, estos artículos eran sensacionales y, en muchos casos, exagerados o sin ningún fondo verídico. Por causa de esto, pues, existe la creencia general de que el caucho sintético es superior y más barato que el natural, pudiendo competir ventajosamente con él y que, por lo tanto, el natural será desalojado del mercado.

Nada más lejos de la verdad. ¿Pero cómo podemos convencer al público de esto? Hay algunos artículos responsables y que merecen crédito, escritos por científicos, pero desgraciadamente son demasiado técnicos para el público.

Hemos creído muy oportuno y conveniente traducir al castellano, para los colombianos, un artículo verdaderamente autorizado y admirable sobre este interesante tópico y que en forma tan concisa abarca los principales puntos mal entendidos por el público, corrigiendo imparcialmente y con exactitud científica las ideas erróneas difundidas por el sensacionalismo de algunos periodistas y articulistas. Trata sobre una charla dictada en el Instituto Agronómico do Norte, en Belém del Pará, Brasil, el 5 de noviembre de 1943, por el químico norteamericano Dr. Norman Bekkedahl y publicada, en inglés y portugués, en forma de folleto, por el Ministerio de Agricultura del Brasil. Presentamos con gran placer nuestra traducción y agradecemos al Dr. Bekkedahl su gentil autorización para ello.

Llamamos la atención de los lectores sobre el hecho de que, habiendo sido publicado el folleto en el año de 1943, época en que aún no se podía predecir nada seguro sobre el caucho natural, las cuestiones tratadas por el autor conservan, ahora después de la guerra, mayor actualidad y si se quiere mayor importancia e interés. También, hacemos notar que aunque la charla se realizó en el Brasil, los tópicos considerados son de importancia para todos los países latino-americanos que aspiren a tener en el futuro industrias caucheras.

El Dr. Bekkedahl escribió así:

¿Cuál es el mejor caucho, el natural o el sintético?

¿Puede el caucho natural competir con el caucho sintético? Estas son dos importantes preguntas que se hacen frecuentemente. Las respuestas son demasiado complejas para poderlas explicar en pocas palabras. Esta charla tendrá como fin la consideración de estas cuestiones en sus varios aspectos para tratar luego de sacar algunas conclusiones.

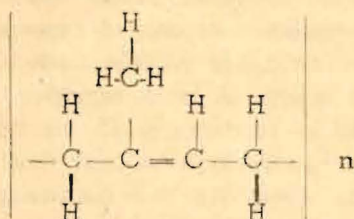
Primero, retrocedamos algunos años y desde un punto de vista más o menos científico lleguemos hasta la situación actual. Como seguramente es bien conocido por ustedes, los primeros y más importantes acontecimientos sobre caucho tuvieron su origen en este país (el Brasil). De los árboles del valle amazónico fue de donde primero se abasteció de caucho el mundo. Pronto apareció la producción en otras regiones. La exportación de unas 70.000 semillas de **Hevea brasiliensis** del valle del río Tapajoz en 1876 por Sir Henry Wickham fue el comienzo de las plantaciones en el Lejano Oriente.

Antiguamente, la demanda de caucho fue muy poca, pero aumentó rápidamente con el progreso de la industria de llantas para bicicletas y, más tarde, llantas para automóviles. Este aumento en la demanda causó, naturalmente, un aumento de la producción. El aumento de producción en las plantaciones fue más rápido que el de los árboles silvestres, y, en 1914, las dos fuentes produjeron casi la misma cantidad. En 1939, último año normal antes del conflicto, las plantaciones produjeron aproximadamente el 97% de la producción mundial. Hasta el año 1919, la demanda de caucho sobrepasó la producción; el precio, naturalmente, fue muy elevado, subiendo a más de tres dólares norteamericanos la libra. En 1920, la producción de las plantaciones aumentó hasta tal punto que el precio bajó hasta a 20 centavos norteamericanos la libra. Una restricción artificial en la venta de caucho hizo subir el precio otra vez a más de un dólar en 1925, pero en 1932 cayó nuevamente, cotizándose a menos de 3 centavos la libra! En los últimos años antes de la guerra, el caucho, por lo general, se vendió a 20 centavos la libra. Este precio pareció razonable, no presentándose quejas por parte de los productores ni de los consumidores.

El caucho no ha sido excepción a la regla general de

que la ciencia está siempre buscando métodos para la reproducción sintética de los productos de la naturaleza. El científico no busca necesariamente hacer un producto más barato. Puede ser que desee un producto más uniforme o superior. También puede verse obligado a sintetizar un producto por la falta de una fuente de producción natural, lo que ocurre frecuentemente durante las guerras. Por una o más de estas razones, el caucho está fabricándose ahora en gran escala en los Estados Unidos, Rusia y, también, en Alemania.

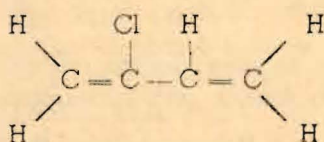
El progreso del caucho sintético ha sido muy lento. En el año de 1826, un químico llamado Faraday analizó el caucho natural, y descubrió que contenía carbono (C) e hidrógeno (H) en la relación atómica de 5 a 8, pudiéndose representar por la fórmula química  $(C_5H_8)_n$ . Más análisis e investigaciones sobre caucho determinaron que tenía la fórmula estructural:



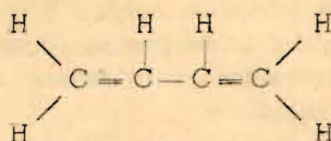
El valor de "n" es en el orden de 1.000, es decir: aproximadamente este número de las unidades arriba descritas, todas unidas unas a otras, formando una cadena larga que representa una sola molécula. Determinada esta fórmula, los químicos comenzaron a tratar de sintetizar el caucho natural, tomando un líquido llamado isopreno, de bajo punto de ebullición, que tiene la misma fórmula empírica del caucho  $(C_5H_8)_n$ , pero cuyo valor de "n" es uno. Este método no tuvo mucho éxito en el laboratorio a pesar de la creencia general de que la naturaleza utiliza este método para producir el caucho en el árbol.

Sin embargo, un poco después del año 1930, Alemania, Rusia y los Estados Unidos empezaron la elaboración de los cauchos sintéticos que son diferentes químicamente del caucho natural. Entonces tuvieron mayor éxito. La compa-

ñía DuPont, en los Estados Unidos, fabricó un caucho sintético que llamaron "Neoprene", del cloropreno, líquido cuya fórmula es:



Puede observarse que la fórmula de esta sustancia es la misma que la del isopreno, con la diferencia que tiene un átomo de cloro (Cl) en lugar del radical metílico (CH<sub>3</sub>). Los rusos y los alemanes elaboraron el caucho de una sustancia muy semejante químicamente, pero que no tenía ni el radical metílico ni el cloro unidos a la cadena principal. Esta sustancia es un gas llamado butadieno cuya fórmula es:



Estudiemos más detalladamente la síntesis del caucho del butadieno, por ser esta sustancia la más sencilla de las mencionadas. En Alemania, el proceso comienza con la adición de carbón mineral, que es casi todo carbono (C), a la cal o sea el óxido de calcio (CaO). Es necesaria la energía para que se efectúe esta reacción que produce el carburo de calcio y el monóxido de carbono, como demuestra la ecuación siguiente:



El monóxido de carbono (CO) no se utiliza más en la preparación del caucho, pero el carburo de calcio (CaC<sub>2</sub>) se deja reaccionar con el agua (H<sub>2</sub>O) para formar el gas acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) y óxido de calcio:

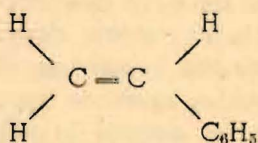


El gas C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, representado mejor con su fórmula estructural que es HC:CH, también reacciona con el agua para formar acetaldehído:

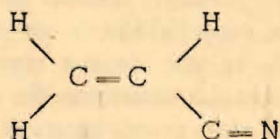


informado que Alemania fabrica ahora alguna cantidad de su butadieno de los desperdicios de sus fábricas de gasolina sintética. Rusia elabora el butadieno por otros dos procedimientos. Cuando el producto intermediario, butadieno, se hace de petróleo, los rusos llaman el caucho así obtenido SKA; y cuando lo preparan del alcohol fermentado de las papas, lo llaman SKB.

Más tarde se descubrió que si se agregan otras ciertas sustancias al butadieno para la reacción final de polimerización, mejores calidades de caucho se obtienen. Por ejemplo, si moléculas de estireno:



se colocan en la cadena molecular del butadieno, se forma un producto llamado "Buna-S"; la letra "S" significa la presencia del estireno. Si la molécula del acrilonitrilo:



se agregan en la cadena molecular, el caucho resultante se denomina "Buna-N" o "Perbunan". La letra "N" significa la presencia del nitrógeno. Hay muchas otras clases de caucho sintético que, por falta de tiempo, no describimos. Algunos de ellos son muy semejantes a las "Bunas" anteriormente descritas, mientras que otros son diferentes.

Además de los cauchos sintéticos de Alemania y Rusia antes mencionados, Rusia tiene el "Sovprene", Japón el "Mustone" y "Thionite", Polonia el "Ker", y los Estados Unidos el "Neoprene", "Koroseal", "Thiokol", "Vinylite", "Vistanex", "Butyl", "Chemigum", "Hycar", "Ameripol", y otros.

Como los cauchos naturales, los cauchos "Buna-S" son hidrocarburos, lo que quiere decir que sus moléculas contienen solamente carbono e hidrógeno. Por eso, se hinchan

e se deterioran cuando se les pone en contacto con el petróleo, que es también un hidrocarburo. Los cauchos "Buna-S" tienen propiedades más semejantes a las de los cauchos naturales que las que tienen los otros cauchos sintéticos. Los cauchos "Buna-N" y "Neoprene" contienen nitrógeno y cloro, respectivamente, y, en consecuencia, no son hidrocarburos. Esta circunstancia permite que tengan propiedades de muy buena resistencia al petróleo y, por esto, son muy superiores al caucho natural y al "Buna-S" para la fabricación de productos como tubos conductores de gasolina, empaques, etc. Los cauchos "Neoprene" contienen un porcentaje tan elevado de cloro que resisten el fuego, teniendo, en consecuencia, la ventaja de poderse utilizar en lugares donde hay mucho peligro de incendio.

Todos los cauchos sintéticos tienen la propiedad de absorber mejor que el natural la energía vibratoria. Esto quiere decir que si se colocan láminas de caucho sintético entre una máquina de vibración y su base, la transmisión de las vibraciones hacia la base sería menor que si se utilizaran láminas de caucho natural. Sin embargo, esta propiedad que da la superioridad a los cauchos sintéticos para esta aplicación, es una de sus mayores desventajas para otras aplicaciones. La absorción de esta energía se transforma en calor, y éste, como veremos más tarde, es precisamente lo que debemos evitar para las llantas.

El tipo de caucho utilizado para la elaboración de llantas es de suma importancia en la industria cauchera, porque más del 50% de la producción total mundial en épocas normales se utiliza para este fin. Se han hecho muchas investigaciones en la comparación de las llantas fabricadas con las distintas clases de caucho. Un experimento sumamente interesante fue la colocación en varios puntos, de pares termoeléctricos dentro de los tejidos internos y la banda de rodaje de las llantas, para medir la temperatura de ellas cuando están en movimiento. El calor producido por la flexión o la vibración de las llantas produce un aumento en la temperatura que, lo que sí es verdaderamente sorprendente, es más que suficiente para poner el agua en ebullición. Se descubrió, como naturalmente se esperaba, que las llantas generan más calor cuando el automóvil se



conduce a mayor velocidad, que es precisamente cuando la vibración es más fuerte. También fue interesante observar que, en todos los casos, las llantas elaboradas con caucho sintético generan más calor que las fabricadas con caucho natural. Esto también se esperaba del hecho anteriormente mencionado de que los cauchos sintéticos absorben la energía vibratoria en mayor cantidad que el caucho natural.

La generación de calor que se produce en las llantas está localizada casi totalmente en la unión del caucho con la tela. La alta temperatura resultante puede causar la separación del caucho y la tela, produciéndose así el prematuro y completo deterioro de la llanta. Por esto, una llanta sintética no ofrece tanta seguridad al automovilista como una llanta fabricada con caucho natural. Si estuviera dispuesto a conducir despacio para no generar demasiado calor en sus llantas, podría notar que su llanta sintética duraría lo mismo, o aún más tiempo, que una de caucho natural. Pero a él no le interesa conducir despacio. El desea viajar a alta velocidad, poder viajar en carreteras malas, sobre asfalto caliente, y con la mayor seguridad posible. Por esto preferiría pagar más, si fuera necesario, por una llanta que le ofrece mayor seguridad que por una que ofrece más millas de recorrido.

Se podría, naturalmente, llegar a un acuerdo en la fabricación de llantas: la banda de rodaje o la superficie exterior de desgaste puede elaborarse de caucho sintético y construirse la parte interna de caucho natural, o la llanta completa puede hacerse de una mezcla de los dos. En todo caso, mientras más alto sea el porcentaje de caucho natural que se utilice en la elaboración de la llanta, mayor seguridad se tendrá de prematuro deterioro. Hay la posibilidad de que por medio de intensificación en las investigaciones el caucho sintético continúe en el mejoramiento de sus cualidades. ¿Pero existe razón alguna para creer que no podamos también mejorar las cualidades del caucho natural?

No hay duda ninguna de que, en caso de emergencia, o el caucho natural o el caucho sintético, sin la ayuda del otro, podría satisfacer las necesidades del mundo,

pero debe concluirse de las anteriores consideraciones que en el mercado hay demanda para ambos tipos, no obstante sus relativos precios. El público está siempre dispuesto a pagar un excedente por el tipo de caucho que dé un producto superior. Naturalmente, cuando ambos tipos puedan utilizarse con iguales resultados, el fabricante sin duda preferiría el más barato de los dos.

Sería muy difícil actualmente predecir cuál será el precio del caucho natural o el del sintético después del conflicto. Hoy en día, un caucho natural de buena calidad aquí en el Brasil cuesta más o menos el mismo precio que el más barato de los cauchos sintéticos. El número de la revista "Time" del 31 de mayo 1943, dice que el "Buna-S" en los Estados Unidos se vende al precio de 36 centavos norteamericanos (62 centavos colombianos) la libra. El "Neoprene" es algo más costoso. Los precios de los cauchos sintéticos en otros países son todavía más elevados por la falta de una fuente abundante de petróleo que es la materia prima más barata. Cuando los cauchos sintéticos se elaboran del carbón mineral y de la cal, es necesaria una gran cantidad de energía eléctrica lo cual aumenta el costo de producción. Cuando las materias primas son los cereales y la papa, como en Rusia y en algunos casos en los Estados Unidos, el caucho vuelve a ser costoso, porque se necesitan varias libras de alcohol, producido por la fermentación de estos productos agrícolas, para obtener una libra de caucho.

Actualmente la demanda para el caucho es considerablemente más grande por causa de la guerra, pero indudablemente continuará esta misma demanda después del conflicto. Habrá una demanda para nuevos automóviles, y el fabricante de llantas se encontrará apurado para satisfacer los pedidos del fabricante de automóviles. Seguramente habrá una tendencia enorme, como antes de la guerra, hacia la elaboración de más diferentes productos de caucho. En algunos casos, el caucho reemplaza con ventajas hasta el acero. Los tanques de guerra, por ejemplo, anteriormente tenían que rodar sobre caterpillars de acero, pero éstos se desgastaban rápidamente y eran reemplazados cada 1.500 kilómetros. Hoy en día, los tanques de los alia-

dos ruedan sobre caterpillars de caucho que no solamente ofrecen mejor tracción y menor trepidación sino que también duran aproximadamente cinco veces más que los de acero. Una nueva aplicación del caucho podemos mencionar aquí que haría aumentar enormemente la producción mundial de caucho. Es la adición de un pequeño porcentaje de caucho al asfalto para la pavimentación. Esta mezcla de caucho da al asfalto la propiedad de no volverse quebradizo, ni de resquebrajarse con el frío y tiene también la ventaja de no ablandarse ni derretirse con el calor de los climas ardientes.

El caucho natural, además de ser empleado para fabricar artículos de caucho, también puede ser sustancia básica o utilizarse como materia prima en la confección de muchos otros productos. El cloro ( $Cl_2$ ) o bromo ( $Br_2$ ), por ejemplo, pueden hacerse reaccionar con el caucho para formar un polvo que se agrega a las pinturas para darles mucha resistencia contra los ácidos. El gas del ácido clorhídrico ( $HCl$ ) y el caucho pueden reaccionar para formar una sustancia utilizada para fabricar un material de envolver muy bello y trasparente, semejante al celofán impermeable. El gas hidrógeno ( $H_2$ ) se mezcla químicamente con el caucho para formar una sustancia utilizada en la elaboración de barnices y adhesivos. En la obtención de los artículos últimamente mencionados no entran ninguno de los cauchos sintéticos; ellos se preparan exclusivamente con caucho natural. Hay otros numerosos productos que también se están elaborando del caucho natural y posiblemente se inventarán muchos otros en el futuro.

En el año 1876, cuando semillas de **Hevea** fueron exportadas del Brasil para el Lejano Oriente, Sir Henry Wickham posiblemente pudo haber tenido muchísima suerte seleccionando el mejor tipo de planta para la producción de caucho. Sin embargo, como las semillas solamente provinieron de una pequeña región del Brasil, es más probable que él no consiguió semillas representativas de todas las variedades de **Hevea brasiliensis**. Por esto, existe la probabilidad de que hay otros tipos aquí en el Brasil que pueden producir más caucho y de mejor calidad. Podemos producir nuevos híbridos del árbol de Hevea que tengan

resistencia a la común enfermedad de las hojas y también de alto rendimiento en látex. ¿Qué hay, también, sobre el caucho del Tupurú, Mangabeira, Castilla y otros? ¿Por qué no mirar hacia ellos? Sería sumamente importante conseguir los servicios de investigadores botánicos y químicos para explotar estas nuevas fuentes de caucho y para estudiar los productos de ellas.

Debido a una continua investigación científica, es por lo que los británicos y holandeses han establecido con tanto éxito sus plantaciones de caucho. Antes de la invasión del Lejano Oriente por los japoneses, tenían en Java, Malaya, Sumatra y Ceilán, cuatro buenas instituciones de investigación. Llevaron a cabo investigaciones en todos los aspectos sobre cultivo del caucho y sobre su mejoramiento. También tenían sistemas de instrucción para la enseñanza a los indígenas y al personal de las plantaciones de los mejores métodos y de los nuevos descubrimientos. Los resultados de las investigaciones en estas instituciones están al alcance de todos nosotros. Podríamos continuar fácilmente estas interrumpidas investigaciones. En todo caso, el Brasil no debe dejar inexploradas las grandes posibilidades que le ofrece el caucho.