Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Volcán et al., Vol. 5, Nº 14, 17–23, abril, 2019.

Trend study: Global Trends in Styrene Butadiene Rubber (SBR) Production

Trinidad Volcán, Samuel Villanueva,* Magaly Henríquez
Centro Nacional de Tecnología Química, Caracas, Venezuela.

Abstract

This work is an analysis of the current situation and technological trends in production of styrene butadiene rubber or SBR, a fundamental raw material for tire industry. The study was based on patents and publications research on the web that allowed visualizing technologies, countries and leading companies in production and consumption of the SBR. The analysis reveals a sustained trend to increase the demand of this elastomer highlighting the Asia Pacific region with 38 % of world demand in 2017, driven by tire, mechanical rubber goods, building, and footwear industries growth from China, South Korea, Japan and India. The solution polymerization is the leading technology for its production (S-SBR), due to the characteristics it gives to tyre formulation such as good grip in wet floors and low rolling resistance. Production at global level is carried out by petrochemical companies fully integrated with oil refining, which poses opportunities for construction of an SBR plant in Venezuela to supply domestic demand and replace import.
Keywords: SBR; solution polymerized SBR; tire; global trend

Estudio de tendencia: Tendencias mundiales en la producción de la goma de estireno butadieno (SBR)

Resumen

Este trabajo es un análisis de la situación actual y tendencias tecnológicas en la producción de la goma de estireno butadieno o SBR, materia prima fundamental en la elaboración de neumáticos. El estudio está basado en la investigación de patentes y publicaciones en la web que permitieron visualizar tecnologías, países y empresas lideres en producción y consumo del SBR. El análisis revela una tendencia sostenida al aumento de la producción y demanda de este elastómero, destacando la región de Asia Pacífico con el 38 % de la demanda mundial en 2017, impulsada por las industrias de neumáticos, productos mecánicos de caucho, construcción y calzado procedentes de China, Corea del Sur, Japón e India. Para su producción se impone la tecnología de polimerización en solución (S-SBR), en razón de las características que aporta a la formulación de neumáticos como buen agarre en suelos húmedos y baja resistencia al rodamiento. La producción a nivel mundial la realizan empresas petroquímicas totalmente integradas a la refinación de petróleo, lo que plantea oportunidades para la construcción de una planta de SBR en Venezuela para suplir la demanda nacional y sustituir su importación.
Palabras clave: SBR; SBR polimerizado en solución; neumático; tendencia mundial

Recibido: octubre, 2018;
Aceptado: marzo, 2019.
Autor para correspondencia: S. Villanueva e–mail: publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

1. Introducción

Los inicios de la síntesis del caucho de estireno butadieno o SBR se remontan a 1906 cuando científicos de la Compañía Bayer en Alemania iniciaron un programa para hacer cauchos sintéticos y en 1912 lograron producir y fabricar a gran escala caucho de methylisoprene polimerizado, para solventar el bloqueo que detuvo la importación de caucho natural a Alemania durante la Primera Guerra Mundial. Por ser el caucho de metilo muy costoso de fabricar, su producción fue abandonada a finales de 1920 y posteriormente debido a fluctuaciones en el precio del caucho natural entre 1925 y 1932, se establecieron programas de investigación para producir caucho sintético en la Unión Soviética, Alemania y los Estados Unidos.

En 1929 Investigadores de I. G. Farben, un conglomerado alemán que incluía a Bayer, enfocados en la polimerización sódica del monómero de butadieno descubrieron una goma sintética llamada Buna (butadieno y estireno polimerizado en una emulsión), que al combinarla con negro de humo, resultó significativamente más duradera que el caucho natural. En 1940, cuando el suministro de caucho natural del sudeste asiático fue cortado por el comienzo de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos y sus aliados enfrentaron la pérdida de este material estratégico, lo que condujo a un consorcio de empresas involucradas en la investigación y producción de caucho, patrocinadas por el gobierno de los Estados Unidos, a unir esfuerzos para producir un caucho sintético de uso general denominado GR-S (Government Rubber-Styrene). Estas empresas, en colaboración con una red de investigadores en numerosos laboratorios gubernamentales, académicos e industriales, desarrollaron y fabricaron en tiempo récord suficiente goma sintética para satisfacer las necesidades de los EE.UU. y sus aliados durante la Segunda Guerra Mundial.

A partir de 1955 el gobierno de Estados Unidos liberó la producción a escala comercial de la goma sintética en manos de las compañías Firestone Tire & Rubber; B. F. Goodrich; Goodyear Tire & Rubber; Standard Oil Company (hoy Exxon Mobil) y United States Rubber Company (hoy Uniroyal) que pronto establecieron y distribuyeron su tecnología y plantas de producción de SBR, en todo el mundo [1]. Esta investigación está orientada a identificar la tendencia tecnológica actual en producción del elastómero SBR o caucho de estireno butadieno, a fin de evaluar su producción en Venezuela y sustituir la importación de este componente fundamental en la producción local de neumáticos.

2. Aspectos Teóricos

El caucho de estireno butadieno ó SBR, es una forma de caucho sintético fabricado por la polimerización del butadieno con estireno en la relación de 3:1 como se muestra en la Figura 1.

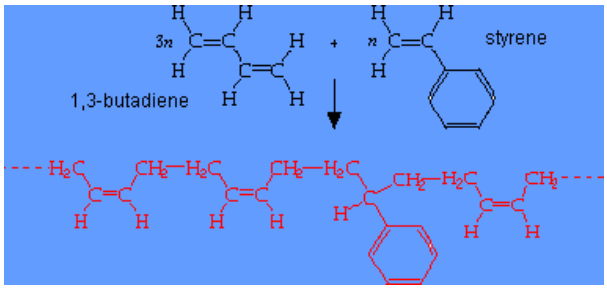


Figura 1: Síntesis del SBR [2]

El estireno y butadieno son productos petroquímicos obtenidos por la transformación de hidrocarburos resultantes de la refinación del petroleo y gas.

El estireno se obtiene a partir del etileno y benceno; el 1,3 butadieno y etileno, son olefinas resultantes del craqueo térmico de diversas corrientes obtenidas en la refinación de petroleo y gas, mientras que el benceno es un hidrocarburo aromático obtenido por la reformación catalítica de naftas. La ruta de obtención del SBR dependerá de las materias primas disponibles como se muestra en Figura 2.

Tecnologías de producción

Para la producción de SBR en la industria, se utilizan dos tecnologías: polimerización en emulsión (E-SBR) y en solución (S-SBR). El caucho de estireno y butadieno polimerizado en solución (S–SBR) tiene una distribución de peso molecular estrecha,

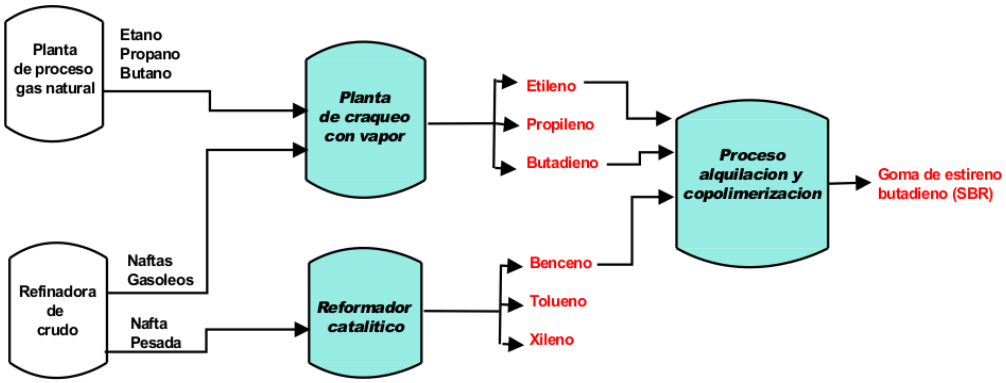


Figura 2: Ruta química de obtención del SBR

menos ramificación en la cadena, es de color más claro y en el proceso de manufactura se obtiene menor contenido de sustancias no deseadas en comparación con el caucho de estireno y butadieno polimerizado en emulsión (E-SBR). El S–SBR tiene una mejor resistencia a la abrasión, mejor flexibilidad y capacidad de recuperación después de la deformación, y una menor generación de calor que el E-SBR. El S-SBR se ha desarrollado como una alternativa al E-SBR para producir nuevas calidades de productos y reducir en gran medida el impacto ambiental de la tecnología de emulsión, debido fundamentalmente a emisiones de compuestos orgánicos volátiles en su proceso de producción [3]. Los requisitos establecidos en los últimos años para los neumáticos de automóviles en términos de buen agarre en suelos húmedos y baja resistencia al rodamiento, solo son satisfechos con el SBR polimerizado en solución, razón por la cual el S-SBR ha comenzado gradualmente a reemplazar al E-SBR en la fabricación de neumáticos. Adicionalmente la eficiencia de las capacidades de producción del E-SBR en todo el mundo desde comienzo de la década de 1990 hasta el presente ha continuado descendiendo ocasionado por las siguientes razones:

- Caída en la demanda de E-SBR en la industria del neumático en conexión con la irrupción en el mercado de los neumáticos radiales que requieren de otro tipo de goma.
- Competencia del S-SBR, por la producción de "eco-neumáticos" ("neumáticos ecológicos") cuya demanda se pronostica estará en un nivel de 10 % por año hasta 2020.
- Aumento de los requisitos ecológicos relativos a procesos de manufactura limpios ya que el E-SBR se produce en unidades antiguas construidas en los años 1950-1970, que requieren modernización [4].

3. Metodología

La investigación se basó en la búsqueda electrónica, clasificación y análisis de información utilizando las plataformas Google y Patentinspiration, mediante ecuaciones de búsqueda construidas con palabras claves referentes al tema y operadores booleanos, según la plataforma utilizada.

3.1. Evolución Tecnológica

Se utilizó la plataforma Patentinspiration. La búsqueda se dividió en diversos periodos: primero un periodo de alta actividad de generación de patentes desde comienzos de la segunda guerra mundial entre 1940 y 1990 en todas las tecnologías de producción y aplicaciones del SBR, utilizando la ecuación de búsqueda **styrene butadiene rubber**. Posteriormente, se estudió un periodo entre 1940 y 2018 y otro de los últimos 10 años (2008 al 2018), enfocado solo en la tecnología de SBR en solución, mediante la ecuación **solution styrene butadiene rubber**. Las búsquedas se acotaron sólo a patentes otorgadas y utilizando el filtro que permite recuperar un documento por familia de patentes.

3.2. Mercado mundial de SBR

Se utilizó la plataforma de búsqueda Google, mediante las ecuaciones de búsqueda **SBR market trends** y **SBR south America**, en el año 2018.

3.3. Producción mundial de SBR

Se utilizaron diferentes ecuaciones de búsqueda para el mismo periodo de tiempo, mediante las ecuaciones de búsqueda **SBR production trends** y **south american tire manufacturers**.

4. Resultados y discusión

4.1. Evolución Tecnológica

Países y empresas líderes en investigación en SBR

La primera búsqueda de patentes entre los años 1940 a 1990, permitió visualizar las 25 compañías más relevantes que investigaron y desarrollaron tecnología de producción y aplicaciones del SBR en ese periodo.



Figura 3: Principales empresas con patentes otorgadas en SBR entre 1940 y 1990

Destacan con más de 100 patentes otorgadas en el tema relativo a producción y aplicaciones del SBR las siguientes compañías: Firestone Tire & Rubber, Goodyear Tire & Rubber, US Rubber Co y Monsanto Co, y le siguen Bayer Ag, Dunlop Rubber Co, Dow Chemical Co, Exxon research engineering Co, Goodrich Co, ICI Plc, Phillpis petroleum Co, Shell International Research, entre otras,mostradas en la Figura 3 . En ese periodo de tiempo (1940 a 1990), empresas de Estados Unidos y Europa lideraron la investigación y desarrollo para la producción de caucho sintético ligado a la industria de producción de neumáticos.

La búsqueda de patentes entre 2008 y 2018, permitió ubicar 472 solicitudes y concesiones de patentes con lo cual se identificaron empresas y países que lideran la tendencia tecnológica actual. La distribución de estas 472 patentes agrupadas por empresa y país, se expone en la Tabla 1, con lo que se logran identificar como países líderes en investigación y desarrollo de tecnologías para la producción de SBR en solución a los asiáticos Japón, China y Corea, que han tomado el protagonismo tecnológico e industrial del SBR, desplazando a Estados Unidos y Europa.

Como compañías lideres para ese mismo periodo, se identificaron a: Sumitomo Rubber ind, Yokohama rubber co ltd, Bridgestone Corp, Denki Kagaku Kogyo Kk y Toyo Tire & Rubber Co por Japón; Hankook Tire Co Ltd, Kumho Tire Co Inc por Corea del sur; Goodyear Tire & Rubber por Estados Unidos y China Petrochemical Corp, Univ Beijing Chemical y Shandong Huamao New Materials Co Ltd por China.

Temas de patentamiento por empresa

La japonesa Sumitomo, se especializa en patentar sobre la síntesis y obtención de composiciones de gomas para la manufactura de cauchos; las otras empresas japonesas Brigestone, Denki Kagaku, Toyo, y Yokohama Rubber se orientan a composiciones y síntesis de la goma de cauchos y otras aplicaciones finales del SBR. Aunque no en número de patentes, algunas compañías japonesas como Zeon sobresalen por licenciar su tecnología de producción del SBR. En China el Instituto de Química Industrial de Beijing, China Petrochemical Corporation, la Univ Beijing Chemical y Shandong Huamao New materials CO LTD investigan sobre los métodos de síntesis del SBR y su composición. La alemana Continental en composiciones de la goma con aplicaciones al caucho. Goodyear de Estados unidos, se dedica a investigar sobre la manufactura de neumáticos. Por otro lado, Hankook y Kumho de Corea hacia composiciones de gomas para la manufactura de los neumáticos, LG Chemicals

Tabla 1: Empresas lideres en tecnología de producción y aplicaciones del S-SBR del 2008 al 2018.

Empresa	Numero de patentes	Pais
Sumitomo Rubber ind	63	Japón
Yokohama rubber co ltd	40	
Bridgestone Corp	36	
Denki Kagaku Kogyo Kk	15	
Toyo Tire &Rubber Co	12	
Hankook Tire Co Ltd	32	Corea del Sur
Kumho Tire Co Inc	11	
Goodyear Tire &Rubber	10	Estados Unidos
China Petrochemical Corp	14	China
Univ Beijing Chemical	11	
Shandong Huamao New Materials Co Ltd	8	
Continental Reifen Deutschland	7	Alemania
Instituciones estatales de ciencia y tecnología de Rusia	14	Rusia

hacia aplicaciones del SBR diferentes al neumático. Desde Rusia instituciones del estado se dedican a investigar en mejoras al proceso productivo del SBR.

Producción mundial de SBR

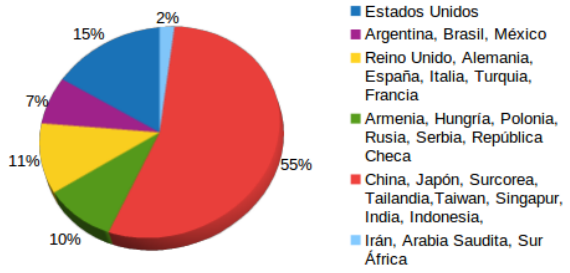


Figura 4: Capacidad mundial de producción de SBR año 2014[4]

El caucho de estireno butadieno se fabrica mediante la polimerización del estireno y butadieno, siendo los principales proveedores de estas materias primas empresas petroquímicas totalmente integradas con presencia en toda la cadena de valor, desde la refinación de petróleo hasta la fabricación de caucho y plástico, como las empresas chinas Sinopec, Sibur y China National Petroleum Corporation 5. Según datos del Instituto Internacional de Productores de caucho sintético y empresas de fabricación (IISRP), publicados por Rezova et. al. [4] las capacidades mundiales para la producción de SBR en el año 2014 ascendían a 7.250 miles de t/año y la distribución de capacidad total instalada por país se aprecia en la Figura 4.

De los dos tipos de SBR, el SBR polimerizado en solución (S-SBR) es el que ha aumentado considerablemente su capacidad mundial de producción en el periodo 2012 al 2017, y los mayores incrementos se ubican en el sureste asiático (Singapur y Tailandia), Europa Central, China, y Corea del sur [6].

Mercado mundial de SBR

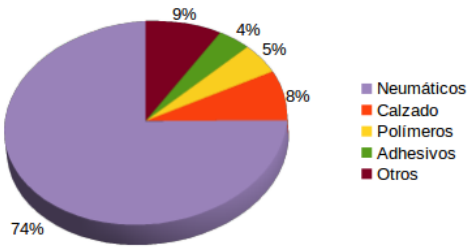


Figura 5: Consumo porcentual de SBR por aplicación final [4]

El mercado final para el SBR está dominado

por la industria del neumático la cual representa una proporción que oscila entre el 70 y el 80 % de la demanda mundial de este elastómero. Aparte de esto, el SBR también se utiliza en aplicaciones automotrices, correas transportadoras, mangueras industriales, diversos artículos de caucho moldeado y extrudado, calzado y otros bienes de consumo como la industria del cable. En la Figura 5 se aprecia la distribución porcentual del consumo de SBR por sector industrial para el año 2014.

Demanda por tipo (E-SBR y S-SBR)

En el 2017, el consumo global de S-SBR fue 40 % más alto que en 2012. Del 2012 al 2017 el consumo mundial de S-SBR aumentó en más del 7 % por año. El mayor consumidor de SBR polimerizado en solución sigue siendo China, en torno al 23 % del total mundial en 2017, superando a Europa occidental, los Estados Unidos y Japón. Teniendo en cuenta la gran cantidad de SBR que se está consumiendo en la fabricación de neumáticos y productos derivados, el consumo de SBR depende mucho de la industria del automóvil y los sectores de neumáticos en general. Se espera que el creciente uso de neumáticos de baja resistencia al rodamiento para reducir el consumo de combustible y disminuir las emisiones de CO_2 aumente el consumo de SBR. Dado que estas mejoras de rendimiento no se pueden lograr con SBR polimerizado en emulsión, continuará el cambio hacia el uso creciente de SBR polimerizado en solución, reflejado en un crecimiento promedio de casi 4 % por año durante los próximos cinco años, en comparación con solo 2 % por año para el E-SBR. Se estima que el consumo total global del SBR crecerá a un ritmo entre un 2 y 3 % anual entre el 2107 y 2022 [6].

Demanda por región

Existe un alto nivel de integración en el mercado del SBR y las empresas más relevantes a nivel mundial son aquellos complejos petroquímicos que tienen presencia en toda la cadena de valor, desde el procesamiento de petróleo crudo hasta la fabricación de caucho y plásticos. Asia Pacífico es el mercado regional más grande para el SBR y se estima que tendrá un crecimiento significativo debido a las perspectivas positivas de la demanda automotriz en los mercados nacionales de China y la India. China es uno de los más grandes fabricantes de neumáticos del mundo y los bajos costos laborales y operativos en la región impulsaron a muchos fabricantes importantes de neumáticos a cambiar sus instalaciones de producción a Asia Pacífico.

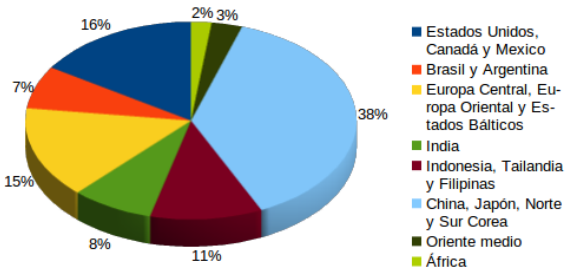


Figura 6: Consumo porcentual de SBR por region para el 2017[6]

Se espera que la región tenga un crecimiento en el mercado del automóvil debido al aumento de la clase media y al desarrollo económico de India y China. De estos dos países, China representa una gran proporción del crecimiento de la demanda e India en una proporción menor. En general, se perfila un período de gran potencial para todos los fabricantes de cauchos que se extenderá por lo menos hasta el 2020 [5]. Para el año 2017, IHS Markit reportó que el mayor consumo del SBR se situó en la región del noreste asiático constituido por China, Japón, Mongolia y Corea (del norte y del sur), con el 38 % del consumo mundial. Le siguió Norte América constituida por Estados Unidos, Canadá y México con 16 %, Sur Asia excluyendo India con 11 %; Europa oriental, Europa central y estados bálticos con un subtotal de 15 %, el subcontinente indio 8 %, Sur América 7 %, Oriente medio 3 % y África menos del 1 %. Esta distribución porcentual del consumo por región se aprecia en la Figura 6 .

El mercado SBR sudamericano está representado por Brasil y Argentina, siendo Brasil el mayor productor y consumidor impulsado por la creciente

demanda del sector del automóvil en la región. Este mercado se ha segmentado en butadieno y estireno y las principales aplicaciones incluyen adhesivos, productos químicos para la construcción, calzado y neumático, entre otros [7].

5. Conclusiones

De acuerdo a analistas y principales fabricantes de neumáticos y automóviles se prevé el crecimiento continuo del sector por lo menos hasta el año 2020 y en consecuencia de su materia prima fundamental el SBR, para la cual se estima que el consumo total global crecerá a un ritmo entre 2 a 3 % anual entre el 2107 y 2022.

Los países asiáticos China, Japón y Corea, han tomado el protagonismo tecnológico e industrial en la producción de SBR, desplazando a Estados Unidos y Europa. Las empresas japonesas Sumitomo Rubber, Yokohama Rubber y Bridgestone conjuntamente a las coreanas Hankook Tire y Kumho Tire y Goodyear Tire & Rubber por Estados Unidos lideran la investigación y desarrollo en tecnología de producción y aplicaciones del SBR.

Por su mejor resistencia a la abrasión, flexibilidad y capacidad de recuperación después de la deformación además de otras características deseadas como buen agarre en mojado y baja resistencia al rodamiento, el SBR polimerizado en solución (S-SBR) se impone como tecnología de producción en lugar del SBR polimerizado en emulsión (E-SBR) para la industria de fabricación de cauchos. El (S-SBR) ha aumentado considerablemente su capacidad mundial de producción en el periodo 2012 al 2017, y los mayores incrementos se ubican en el sureste asiático (Singapur y Tailandia), Europa Central, China, y Corea del sur.

China es uno de los más grandes fabricantes de neumáticos del mundo y en consecuencia uno de los mayores productores y consumidores de SBR. Este país posee una industria petroquímica integrada que abarca toda la cadena de producción desde la refinación de petróleo hasta la manufactura del derivado petroquímico SBR, lo que le da liderazgo en la producción de esta materia prima para la región de Asia. Venezuela por tener una industria refinadora de petróleo y gas desarrollada, posee ventajas competitivas en América del Sur para desarrollar su industria petroquímica y producir toda la cadena de insumos químicos requeridos hasta el SBR.

Referencias

[1] United states synthetic rubber program 1939-1945. Akron, Ohio, August 1998. American Chemical Society Division of the History of Chemistry and The Office of Communications.

[2] Charles Ophardt. *Virtual Chembook*, volume Rubber Polymers. Elmhurst College, Illinois, United States, 2003.

[3] Solution styrene butadiene rubber market outlook to 2024: Key application categories (tires, footwear, adhesives & sealants, polymer modification), regional segmentation, competitive dynamics, pricing analysis (opp, ipp, rap) and segment forecast. Technical Report ID:1715, Ameri Research Inc, Tampa, USA, March 2017.

[4] V.M. Il'in and A.K. Rezova. Styrene butadiene rubber: production worldwide. *International Polymer Science and Technology*, 42(8):35–44, 2014.

[5] Styrene butadiene rubber market analysis and segment forecasts to 2025. Technical report, GRAND VIEW RESEARCH INC, San Francisco, United States, May 2017.

[6] Styrene-butadiene elastomers (sbr). Technical report, IHS Markit, Englewood CO, USA, 2018. Chemical Economics Handbook.

[7] South america, africa, middle east styrene butadiene rubber (SBR) market. Technical Report st 1131, Micromarketmonitor, Magarpatta City, India, 2018. South American SBR market.