CENTRO NACIONAL
DE TECNOLOGÍA QUÍMICA

CIENCIA EN REVOLUCIÓN
ISSN: 2610-8216

CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Revista digital



VOLUMEN 5, NÚMERO 14, ENERO-ABRIL, 2019

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Volumen 5, Número 14, abril, 2019.

ISSN–e: 2610–8216
Depósito legal: MI2019000004

Revista arbitrada en proceso de indexación.

Ciencia en Revolución

Órgano de divulgación científica tecnológica y social.
Su propósito es la difusión, promoción y
apoyo a las investigaciones,
así como de las actividades académicas,

Editora Jefe

Dra. Magaly Henríquez González
Presidencia
Centro Nacional de Tecnología Química, Venezuela
e–mail: mhernandez.cntq@gmail.com

Editor Ejecutivo

Sección Ciencia y Tecnología
Dr. Samuel Villanueva Velásquez
Gerencia de Proyectos de Investigación,
Desarrollo e Innovación
Centro Nacional de Tecnología Química
e–mail: svillanueva.cntq@gmail.com

Editora Ejecutiva

Sección Ciencia y Comunidad
Lcda. Dayana Arreaza
Gerencia de Articulación y
Alianza Interinstitucional
Centro Nacional de Tecnología Química
e–mail: darreaza.cntq@gmail.com

Jefe de Redacción

Lic. Alejandro Campero
e–mail: acampero.cntq@gmail.com

Redacción en Ciencia y Comunidad

Lic. Luileiny González
e–mail: lgonzalez.cntq@gmail.com

Gerencia de Articulación y Alianza Interinstitucional
Centro Nacional de Tecnología Química

Junta Editorial

Dr Marcos Rosa–Brussin,
Universidad Central de Venezuela,
Venezuela.

Dr. Ángel Almarza,
Universidad de Carabobo,
Venezuela.

Prof. Germán Siegert Carrasquel,
Universidad Central de Venezuela,
Venezuela.

MSc. Cesar Alejandro Basanta,
Instituto de Tecnología Venezolana
para el Petroleo,
Venezuela.

Dr. José Gregorio Biomorgi,
Universidad Central de Venezuela,
Venezuela.

Edición Técnica

Dra. Lisbeth Manganiello
e–mail: lisbethmanganiello@gmail.com

Dr. Cristóbal Vega
e–mail: vega.cristobal@gmail.com

Revisores de productos de investigación desarrollo e innovación
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación,
Centro Nacional de Tecnología Química, Caracas, Venezuela
Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

Web master: J. Ramos Coordinación de Sistemas y Soporte Técnico e–mail: jramos.cntq@gmail

Diseño de portada Lic. Alejandro Campero Diagramación y diseño Plantilla LaTeX Dr. Cristobal Vega

ISSN–e: 2610 – 8216

Revista
CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Ciencia en Revolución

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA QUÍMICA

CNTQ

Caracas – Venezuela

Ciencia en Revolución, Vol. 5, Nº 14, abril, 2019.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA QUÍMICA

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Energía y ambiente

Ing. Jiraleiska Hernández
Coordinadora
e–mail: jhernandezc.cntq@gmail.com

Manufactura y valorización de la materia prima nacional

Lcda. Natasha Tellería Mata
Coordinadora
e–mail: ntelleria.cntq@gmail.com

Sistemas de gestión de la calidad

Lcda. Norbis Parra
Coordinadora
e–mail: nparra.cntq@gmail.com

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Ciencia en Revolución, Vol. 5, Nº 14, abril, 2019.

Contenido General, (*General content*)

Pág	
V	Editorial *Magaly Henríquez*

Sección Ciencia y Comunidad

VII	**CNTQ Forma Parte del Consejo Presidencial de Ciencia, Tecnología e Innovación** *Prensa CNTQ/MH/LG*
IX	**CNTQ realiza investigaciones sobre las Perspectivas de Producción, Reciclaje y Re–uso de neumáticos en Venezuela** *Prensa CNTQ/MH/LG*
XI	**CNTQ ofrece alternativas tecnológicas para la obtención de Resina de Pino Caribe y su aplicación a la industria petrolera Venezolana** *Prensa CNTQ/MH/LG*
XIII	**CNTQ realiza actividades de Formación dirigidas a las Comunidades Organizadas en pro de su soberanía y empoderamiento social y económico** *Prensa CNTQ/MH/LG*
XV	**CNTQ identifica nuevas tecnologías para re-usar Tierras de Blanqueo gastadas** *Prensa CNTQ/MH/LG*

Sección Ciencia y Tecnología

1	*Dissemination Article: From Nanotechnology to Quantum Dots, Photoluminescence Dependent on Particle Size* **Artículo de divulgación: De la nanotecnología a los puntos cuánticos, fotoluminiscencia dependiente del tamaño de partícula** *Luis Vásquez-Coraspe, Samuel Villanueva, Magaly Henríquez*
7	*Dissemination Article: Appellation of Origin: Link to Quality* **Artículo de divulgación: Denominación de Origen. Vinculación a la Calidad** *Norbis Parra, Samuel Villanueva, Magaly Henríquez*
10	*Dissemination Article: New frontiers in the use and exploitation of Venezuelan pine ¿A new solution for the industry?* **Artículo de divulgación: Nuevas fronteras en el uso y explotación del pino venezolano. ¿Una nueva solución para la industria?** *Natasha Tellería Mata, Samuel Villanueva, Magaly Henríquez*
17	*Trend study: Global Trends in Styrene Butadiene Rubber (SBR) Production* **Estudio de tendencia: Tendencias mundiales en la producción de la goma de estireno butadieno (SBR)** *Trinidad Volcán, Samuel Villanueva, Magaly Henríquez*
24	*Technical Note: Technologies for the Synthesis of Graphene from Pregraphic Materials* **Nota técnica: Tecnologías para la síntesis de grafeno a partir de materiales pregrafíticos** *Luis Vásquez–Coraspe, Jiraleiska Hernández, Samuel Villanueva, Magaly Henríquez*

Apéndices

A1	**Authors instructions**
A3	**Instrucciones a los autores**
A5	**Carta de compromiso**

Ciencia en Revolución, Vol. 5, Nº 14, abril, 2019.

Ciencia en Revolución, Vol. 5, Nº 14, abril, 2019.

Editorial

Es para nosotros en el Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ), un gran honor presentar el ejemplar número catorce (14), volumen cinco (5), correspondiente al periodo de enero – abril de 2019, de nuestra Revista Institucional "Ciencia en Revolución". En esta nueva etapa de re–edición, todos los investigadores, gerentes de las diferentes dependencias, equipos de trabajo y demás autoridades que formamos parte de la fundación, nos hemos avocado a este proceso, con la finalidad de ampliar la visibilidad de toda nuestra productividad en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación, a nivel nacional e internacional y en conformidad con lo establecido en el Plan de la Patria en sus Políticas y Programas para el desarrollo y consolidación de este importante sector. Para el logro de este objetivo, hemos adaptado el formato de "Ciencia en Revolución" a los estándares que exigen los principales índices a nivel mundial. Además, es importante resaltar que la revista es un instrumento para la difusión de los productos de otros centros, universidades e instituciones dentro y fuera del país, dedicados al quehacer de la ciencia en el ámbito tanto científico–tecnológico como social.

Damos inicio a la edición de esta publicación con la Sección de Ciencia y Comunidad, donde se reseña la creación del Consejo Presidencial de Ciencia, Tecnología e Innovación con el propósito de consolidar un nuevo modelo productivo en el marco del programa de Recuperación, Crecimiento y Prosperidad Económica que aplica el Gobierno Bolivariano. Seguido por los aportes de diferentes proyectos asociados a las líneas de investigación del CNTQ y su proyección a la comunidad como lo son Reciclaje y Re–uso de Neumáticos en Venezuela, Nuevas Alternativas Tecnológicas para la Obtención de Resina de Pino Caribe y su Aplicación a la Industria Petrolera Venezolana, Actividades de Formación Dirigidas a las Comunidades Organizadas en Pro de su Soberanía, Empoderamiento Social y Económico, Identificación de Nuevas Tecnologías para Re–usar Tierras de Blanqueo Gastadas.

A continuación, la Sección de Ciencia y Tecnología abre con tres artículos de divulgación, iniciando con Vásquez–Coraspe y colaboradores, ellos nos recrean con su investigación sobre los Puntos Cuánticos, los cuales son nanocristales de materiales semiconductores y entre sus aplicaciones destacan la elaboración de celdas solares más eficientes para la detección de células cancerígenas. Seguido de Parra, Villanueva y Henríquez, donde exponen la utilidad de contar con denominaciones de origen, para un rubro tan importante para el país en materia de

exportación, como es el cacao venezolano, famoso en el mundo entero. Por último, Tellería–Mata y co–autores, examinan las nuevas fronteras en el uso y explotación del pino venezolano, donde enfatizan el aprovechamiento integral y sustentable de este recurso natural.

Continuamos esta sección con un estudio de tendencia, herramienta muy útil en el campo de inversión empresarial, pues muestran el comportamiento de una determinada tecnología y las patentes que origina, en un periodo de tiempo establecido. Volcán y co-investigadores en su trabajo "Tendencias mundiales en la producción de la goma estireno butadieno (SBR)" realizan un análisis de la situación actual y su proyección nacional para la obtención de SBR, materia prima fundamental para la elaboración de neumáticos. Concluimos con la nota técnica de Vásquez–Coraspe y co-trabajadores donde nos describen la síntesis de Grafeno a partir de materiales pregrafíticos residuales de origen industrial, las fuentes de su trabajo se fundamentan en la revisión de publicaciones y patentes para el periodo 2007–2017.

Finalmente, nos despedimos extendiendo la invitación a publicar en nuestra Revista "Ciencia en Revolución" a todos aquellos investigadores nacionales e internacionales interesados en confiarnos sus productos científicos en el campo tecnológico y social.

Dra. Magaly Henríquez González
Editora – Jefe



CNTQ forma parte del Consejo Presidencial de Ciencia, Tecnología e Innovación

Prensa CNTQ/MH/LG

El presidente Maduro recientemente juramentó al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, instancia que está aportando al Gobierno Nacional valiosa información científica y tecnológica para enfrentar la guerra híbrida emprendida contra el pueblo venezolano.

El Consejo Presidencial de Ciencia, Tecnología e Innovación se constituyó con el propósito de consolidar un nuevo modelo productivo en el marco del programa de Recuperación, Crecimiento y Prosperidad Económica que aplica el Gobierno Bolivariano.

El Presidente de la República Nicolás Maduro, se reunió con especialistas en desarrollo, investigación e innovación (I+D+i), para incentivar el avance científico que motorice los diversos sectores estratégicos de la nación y designó a la Vicepresidenta Ejecutiva, Delcy Rodríguez,

como la coordinadora de este Consejo, que busca el camino de la independencia científico-tecnológica del Estado venezolano.

La Vicepresidenta Ejecutiva, expresó que el Consejo que preside, está orientado en el ámbito productivo y de mantenimiento en siete áreas específicas: petróleo y petroquímica, servicios públicos, electricidad, transporte, medicamentos, alimentos y telecomunicaciones, para garantizar los procesos productivos y la sustitución de importaciones en el país.



La mesa de petroquímica y petróleo será dirigida por la Dra. Magaly Henríquez (Presidenta del CNTQ); servicios públicos por el MSc. Francisco Durán (Presidente de FII); electricidad por la Dra. Gloria Carballo (Presidenta del Cendit); sector transporte por el Dr. José Chity (Presidente del CENVIP); alimentación por la MSc. Gabriela Jiménez (Presidenta Codecyt); en telecomunicaciones el TSU. Camilo Torres (Presidente de Abae) y en medicamentos el Dr. Gregorio Sánchez (Presidente de Quimbiotec).



El Consejo tiene como objetivo diseñar, desarrollar e implementar las líneas estratégicas, que en materia de ciencia, tecnología e innovación, contribuyan a vincular la producción investigadora e innovadora con las áreas prioritarias del país.



Así mismo, el mandatario Nacional Nicolás Maduro designó el 01 de abril de 2019 al Dr. Freddy Claret Brito Maestre como Ministro de Ciencia y Tecnología, sector que se encontraba unido al Ministerio para Educación Universitaria, con el propósito de independizar esta vital área para el desarrollo de la Nación.

CNTQ realiza investigaciones sobre las Perspectivas de Producción, Reciclaje y Re-uso de neumáticos en Venezuela

Prensa CNTQ/MH/LG



El Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ), apoyando la iniciativa del Ejecutivo Nacional de implementar el Plan de 100 Días de Alto Impacto orientado a resolver la problemática del transporte, a través de la gestión del Consejo Científico del estado Miranda, desarrolla un proyecto con la finalidad de identificar las bases científico–tecnológicas para la producción de neumáticos en el país, involucrando toda la cadena de valor, desde la producción de la materia prima hasta el proceso de manufactura y formulación del producto final, las alternativas de reciclaje y re–uso, así como también las tecnologías involucradas en el proceso.

Debido a diversos factores económicos y políticos, la capacidad de satisfacer la demanda nacional se ha visto fuertemente impactada. La producción de cauchos en Venezuela ha estado históricamente en manos de la empresa privada, a través de las transnacionales Brigestone–Firestone, Goodyear y Pirelli, utilizando materia prima importada y nacional.



En ese sentido, es necesario la implementación de acciones orientadas a garantizar la posibilidad de manufactura nacional de cauchos. Para ello el CNTQ desarrolla un proyecto concerniente a la tecnología general de producción de neumáticos, las materias primas utilizadas y su obtención, así como, de las posibilidades de reciclaje y reuso de estos productos, en pro de un consumo más responsable que permita disminuir los costos de producción y comercialización.

Situación que ha colocado en riesgo la garantía de transporte del pueblo venezolano, así como, de los diversos bienes de producción y consumo, constituyendo una amenaza importante para la sana dinámica del país y la seguridad nacional.



CNTQ ofrece alternativas tecnológicas para la obtención de Resina de Pino Caribe y su aplicación a la industria petrolera Venezolana.

Prensa CNTQ/MH/LG



Las plantaciones de pino venezolanas ofrecen una alternativa para la extracción de un importante volumen de resina con aplicación a la industria petrolera y química nacional, que agregan valor al uso de este recurso natural que hoy tiene aplicación solo para el sector maderero.

Con la finalidad de impulsar el desarrollo de un nuevo sector industrial, disminuir la importación de productos químicos para la industria nacional de hidrocarburos y fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ) en conjunto con investigadores de PDVSA Intevep, de la empresa Maderas del Orinoco y del Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de los Andes (LNPF–ULA), apoyados en los recursos otorgados por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación FONACIT, desarrolló un proyecto para la extracción y evaluación de la resina de pino Caribe en aplicaciones para la industria petrolera nacional.

Con el proyecto se logró la recolección de 545 Kg de resina de pino, en 1,5 hectáreas, durante un periodo de 21 días por medio de una metodología de resinación. Luego por destilación se obtuvo trementina y colofonia, las cuales una vez caracterizadas y evaluadas,

muestran excelentes resultados en el desarrollo de formulaciones de surfactantes con aplicaciones a operaciones de extracción y transporte de crudos.

En términos de la afectación de los pinos por la extracción de la resina, se demostró que no tuvo incidencia sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera para su posterior uso. Por otro lado, se identificaron las tecnologías más adecuada para el tratamiento y destilación de la resina cruda, así fueron sentadas las bases técnicas para la obtención de los derivados de la resina de pino a escala industrial.

Venezuela cuenta con grandes extensiones cultivadas de Pino Caribe; por lo tanto, la alianza del CNTQ con la industria forestal proyecta el impulso de este motor productivo mediante la diversificación de sus productos forestales no maderables, de alto valor agregado y extenso mercado nacional e internacional.









CNTQ realiza actividades de Formación dirigidas a las Comunidades Organizadas en pro de su soberanía y empoderamiento social y económico

Prensa CNTQ/MH/LG

El Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ) lleva a cabo actividades que fomentan el "Fortalecimiento de las Capacidades Técnicas y Productivas del Sector Alimentario, mediante la implementación de Sistemas de Gestión de la Calidad e Inocuidad en Empresas Socialistas, Redes Socialistas de Innovación Productiva (RSIP), la pequeña y mediana empresa (PyMES) y Productores Artesanales".

Proyecto que contempla el desarrollo de actividades de formación de talento humano, investigaciones, innovaciones, asesorías y asistencias técnicas continuas que contribuyen al incremento de la eficiencia del sector y producción de alimentos en el país.

Este proyecto permite incentivar el desarrollo y el uso de las tecnologías por parte del Poder Popular así como de las Comunidades Organizadas, profundizando la Socialización del Conocimiento, promoviendo el empoderamiento de la población venezolana y demostrando que en nuestro país podemos realizar productos con sello de calidad.



En el año 2017 se formó y asesoró a 336 personas y en el año 2018 a 818 personas en los estados Miranda, Aragua, Zulia y Nueva Esparta a través de visitas técnicas y asesorías directas a los emprendedores, innovadores, productores y tecnológos.

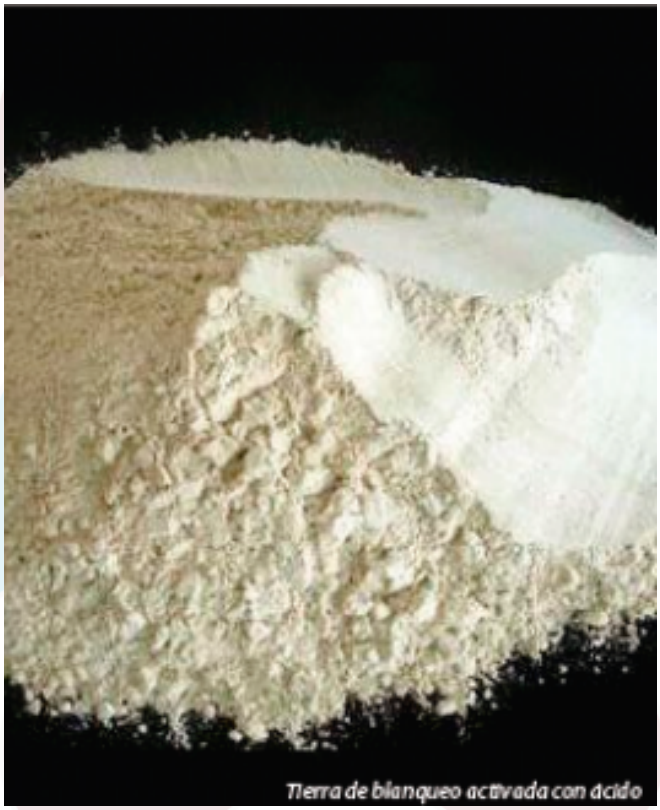
Se realizaron asesorías en la Formulación de Productos Alternativos derivados del cacao (motor agro-alimentario), Formación y Capacitación en Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC), (motor industrial) y Formación y Capacitación en Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) (motor industrial), a fin de impulsar la independencia económica de las Comunidades que de manera organizada generan un producto alimenticio; ampliando su proyección del mercado y a su vez incrementando sus ingresos, lo cual genera una mejora notable en la Calidad de Vida de la población incidiendo directamente en la optimización de la salud mental, emocional y social de los venezolanos.



CNTQ identifica nuevas tecnologías para re–usar Tierras de Blanqueo gastadas

Prensa CNTQ/MH/LG

El Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ) emprende una investigación que comprende la identificación de tecnologías, procesos y métodos que conlleven a un tratamiento adecuado del residuo y a las alternativas de recuperar, re-usar y reciclar las tierras de blanqueo gastadas.


Tierra de blanqueo activada con ácido

Las principales actividades económicas generadoras de grandes volúmenes de residuos están relacionada con los procesos industriales. Por ejemplo, la producción de aceite vegetal para los años 2008/2009, según proyecciones del mes de octubre de la USDA, registró 133,71 millones de toneladas de aceite vegetal y con ella miles de toneladas de grasas y aceites desperdiciadas en las tierras de blanqueo.

La mayor parte de los aceites y grasas vegetales tienen que ser blanqueados parcialmente para reducir su color (debido a carotenos y clorofilas) y para remover esa serie de componentes y/o sustancias no deseables que podrían afectar el proceso o comprometer la calidad del aceite para el consumo. Una de las etapas del procesamiento de aceite vegetal es la refinación, que comprende los procesos de desgomado, neutralización, blanqueo y desodorización. El blanqueo ó decoloración de aceites comestibles, se realiza con arcillas naturales o activadas.

El CNTQ realizó un levantamiento de información, tratamiento estadístico, identificación de tendencias tecnológicas y análisis de documentos de patentes y publicaciones científicas a nivel mundial. De acuerdo con la investigación llevada a cabo, ha encontrando 83 artículos



científicos y 79 documentos de patentes que identifican alternativas tecnológicas para la recuperación del aceite adherido en las arcillas, regeneración de las cualidades de las tierras para posterior uso en la industria de refinación y opciones de valorización del residuo para producción de biodiesel y biogás, complemento alimenticio para animales, fertilizantes, mejoramiento de suelos, tratamientos de agua, agregados para la construcción, elaboración de jabones, entre otros. Se identificó una formulación de bloques multinutricionales a partir de las tierras de blanqueo gastadas, que servirán de alimentos para el ganado.

En Venezuela, existen varias empresas que clarifican aceites empleando las tierras de blanqueo y a su vez se tiene conocimiento de empresas que requieren satisfacer las demandas de alimento para ganado. El Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ) reconoce las necesidades de la industria y promueve su desarrollo tecnológico mediante el fomento y generación de conocimientos, bienes y servicios como prácticas que promuevan soluciones tecnológicas al sistema productivo nacional.

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Vásquez–C. et al., Vol. 5, Nº 14, 1–6, abril, 2019.

Dissemination Article: From Nanotechnology to Quantum Dots, Photoluminescence Dependent on Particle Size

Luis Vásquez–Coraspe, Samuel Villanueva,* Magaly Henríquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innnovación,
Centro Nacional de Tecnología Química, Caracas, Venezuela.

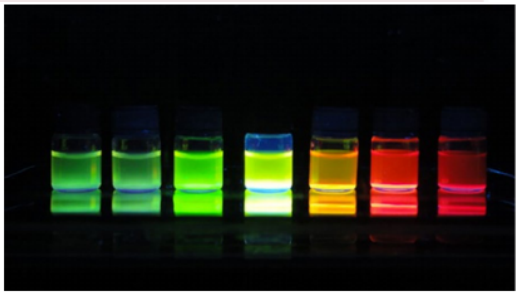
Summary

Nanotechnology consists in the synthesis and manipulation of structures in nanoscopic scale ($1-100$ nm), allowing in this way the elaboration of materials with unique properties. Such is the case of *Quantum Dots*, which are nanocrystals of semiconductor materials that makes it possible the absorption and emission of electromagnetic radiation with wavelengths controllable by the manipulation of the size of these nanoparticles. In this way, with the same material, different types of electromagnetic responses can be obtained, which have important applications that range from the development of more efficient solar cells to the detection of cancer cells.
Keywords: Nanotechnology; New Materials; Optoelectronics; Quantum Dots.

Artículo de divulgación: De la nanotecnología a los puntos cuánticos, fotoluminiscencia dependiente del tamaño de partícula

Resumen

La nanotecnología consiste en la síntesis y manipulación de estructuras en la escala nanoscópica ($1-100$ nm), permitiendo de este modo la elaboración de materiales con propiedades únicas. Tal es el caso de los *Puntos Cuánticos*, que son nanocristales de materiales semiconductores que posibilitan la absorción y la emisión de radiación electromagnética con longitudes de onda controlables mediante la manipulación del tamaño de estas nanopartículas. De este modo, con un mismo material, se pueden obtener diversos tipos de respuestas electromagnéticas lo cual encuentra importantes aplicaciones que abarcan desde la elaboración de celdas solares más eficientes a la detección de células cancerígenas.
Palabras claves: Nanotecnología; Nuevos Materiales; Optoelectrónica; Puntos Cuánticos.



Fotoluminiscencia de Puntos Cuánticos [1]

La nanotecnología representa un novedoso paradigma científico que brinda la posibilidad de diseñar

*Autor para correspondencia: S. Villanueva e–mail: publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

materiales con propiedades únicas que encuentran aplicaciones en las más diversas áreas de la ingeniería y la tecnología. Se considera nanotecnología a la capacidad de diseñar, manipular y fabricar materiales y dispositivos a escalas que van de 1 a 100 nanómetros siendo un nanómetro la mil millonésima parte de un metro 1 nm = 10^{-9} m.

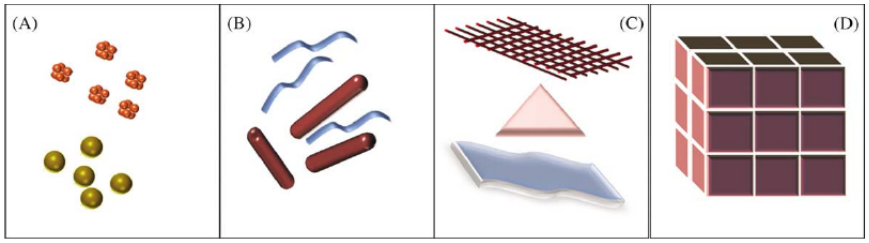


Figura 1: Representación esquemática de nanoestructuras según su dimensionalidad: A) Nanopartículas, fullerenos y clusters 0D. B) Nanotubos, nano–fibras y nano–barras 1D. C) Nano-películas 2D. D) Policristales y nanomateriales 3D [2].

Una manera de clasificar los nanomateriales es de acuerdo a la cantidad de dimensiones que poseen confinadas en la escala nanométrica (Figura 1).

Los nanomateriales 3D son aquellos cuya estructura interna es nanoestructurada, aunque el material no tenga ninguna de sus dimensiones confinadas en la escala nanoscópica, como por ejemplo los policristales. Por otra parte, los materiales con una sola dimensión restringida entre 1 y 100 nanómetros son clasificados como materiales 2D como el grafeno y siliceno por ejemplo. Luego, materiales con dos de sus dimensiones en la nanoescala son clasificados como 1D, como por ejemplo los nanowires (nanocables) y los nanotubos. Finalmente los materiales con sus 3 dimensiones restringidas a longitudes entre 1 y 100 nanómetros son consideradas estructuras 0D, naturalmente esto no implican que no posean ninguna dimensión, siguen siendo estructuras tridimensionales sólo que sus tres dimensiones se encuentran circunscritas a la nanoescala, como ejemplo de estas estructuras tenemos las nanopartículas, los fullerenos y los puntos cuánticos [3].

1. Los Materiales y la nano-escala

Los materiales en la nanoescala exhiben propiedades muy diferentes a las presentadas por sus contrapartes macroscópicas, a esas dimensiones por ejemplo se incrementa drásticamente la relación superficie/volumen, por lo tanto, al haber expuesta una mayor superficie, aumenta la probabilidad de contacto de centros reactivos lo cual favorece enormemente la reactividad de ciertos materiales, esta característica de los nanomateriales encuentra importantes aplicaciones en el área de catálisis.

Adicionalmente a esta escala nos encontramos en un umbral donde los fenómenos cuánticos deben ser tomados en consideración. Tal es el caso de los nanocristales de materiales semiconductores o puntos cuánticos, los cuales son nanoestructuras 0D con propiedades de fotoluminiscencia que se pueden manipular directamente controlando las dimensiones del material. Estas propiedades se desprenden directamente de fenómenos cuánticos [4].

2. De los Semiconductores a los Puntos Cuánticos

Los semiconductores por su arreglo periódico de átomos presentan una estructura de bandas, donde se tiene una banda de conducción, una banda de valencia y una banda prohibida en la cual no hay probabilidades de encontrar ningún electrón. Si un electrón de la banda de conducción absorbe la cantidad apropiada de energía, es promovido a la banda de conducción, dejando tras de sí un 'vacío" de carga negativa en la banda de valencia llamado "hueco" que actúa como si fuese una carga positiva. Al par constituido por el electrón que ha pasado a la banda de conducción y al hueco que queda en la banda de valencia se le denomina "excitón".

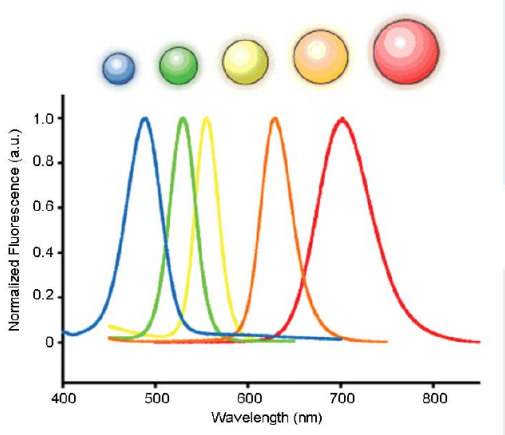


Figura 2: Dependencia de los efectos ópticos respecto al tamaño de los puntos cuánticos. [5].

Cuando se restringen todas las dimensiones de un cristal semiconductor a la nanoescala se limita de igual modo los estados posibles en los que se pueden encontrar los electrones del material, dando origen al fenómeno del confinamiento cuántico. Estos electrones pueden ser descritos por el modelo mecánico cuántico de "una partícula en una caja", generando a niveles discretos de energía en lugar de las bandas observadas en el material macroscópico, presentándose en el nanocristal una situación análoga a la que se tiene en los átomos individuales pero conservando la banda prohibida de los semiconductores. Estos niveles discretos de energía se hacen evidentes al resolver la ecuación de Schrödinger para el potencial cuadrado del modelo de una partícula en una caja. En la solución a dicha ecuación se obtienen niveles discretos de energía, donde se observa una dependencia inversamente proporcional entre la energía y la longitud física del material. De ese resultado, la absorción y la emisión de radiación ocurre a frecuencias que varían con la dimensión del punto cuántico, presentando un corrimiento al azul conforme este posee menores dimensiones y un corrimiento al rojo para nanocristales de mayor tamaño [6], tal como se observa en la Figura 2.

3. Aplicaciones de los Puntos Cuánticos

La capacidad de poder obtener diferentes propiedades fotoluminiscentes con un mismo material, solo manipulando las dimensiones que este posea abre la posibilidad para una gran cantidad de aplicaciones. Usualmente se requiere de compuestos químicos diferentes para obtener diversas coloraciones, sin embargo con los puntos cuánticos se puede obtener todas esas coloraciones manipulando durante la síntesis las dimensiones de un solo material.

Los puntos cuánticos se pueden emplear para la elaboración de celdas fotovoltaicas mucho más eficientes, que pueden operar con fotones de distintas longitudes de onda (celdas solares tandem) mediante el empleo de puntos cuánticos de diversas dimensiones. Adicionalmente, las celdas solares basadas en puntos cuánticos son menos susceptibles que las tradicionales a las pérdidas por calor ocasionadas por los modos vibracionales fonónicos, esto es debido al carácter discreto de los niveles de energía presentado por los nanocristales. Finalmente, las celdas fotovoltaicas de puntos cuánticos permiten la emisión

múltiple de excitones posibilitando el aprovechamiento de fotones que en celdas solares tradicionales no serían aprovechables por poseer energías superiores a la diferencia entre la banda de valencia y la de conducción. Otra ventaja es que mediante la utilización de puntos cuánticos se pueden desarrollar celdas termoeléctricas que aprovechen la emisión de los electrones térmicos, pudiendo funcionar solo con calor, sin requerir la radiación directa de la luz solar, permitiendo de este modo la producción de electricidad en días nublados e incluso durante las noches [7, 8].

Los puntos cuánticos actualmente son utilizados en la fabricación de monitores y de televisores de alta resolución debido a la calidad de color que se puede obtener combinando puntos cuánticos que emitan a las longitudes de onda del rojo, verde y azul [9, 10]. Del mismo modo se plantea su utilización para elaborar luminarias de alto rendimiento que permitan generar luz blanca de calidad e intensidad con un considerable ahorro energético [11].

Los puntos cuánticos también encuentran aplicaciones médicas y se pueden emplear para la detección de células cancerígenas. Para ello, estos nanocristales son funcionalizados con los grupos químicos apropiados que son combinados con las células afectadas, luego se aprovecha el carácter fotoluminiscente de estas nanopartículas para que actúen a manera de marcador biológico (Figura 3).

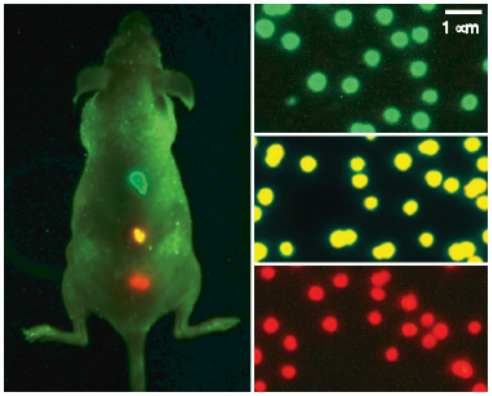


Figura 3: (Izquierda) Formación de imágenes en vivo de células cancerígenas con puntos cuánticos. (Derecha) Puntos cuánticos emitiendo en las longitudes de onda verdes amarillo y rojo. [12].

Adicionalmente estos materiales han sido empleados para elaborar supercristales, los cuales se pueden valer del efecto túnel entre puntos cuánticos adyacentes y del entrelazamiento cuántico de los electrones para fabricar memorias cuánticas y compuertas lógicas basadas en autómatas celulares, acercando la posibilidad de elaborar computadoras cuánticas que operen a altas temperaturas [13, 14, 15].

Estas nanopartículas se elaboran principalmente con materiales semiconductores de los grupos II y IV, siendo los puntos cuanticos de CdTe o SeTe los de mayor uso, sin embargo, considerando la toxicidad de estos compuestos se han comenzado a desarrollar puntos cuánticos de silicio, grafeno y carbono [16, 17, 18].

Al permitir estos nanocristales la elaboración de celdas solares de alta eficiencia, así como de monitores, lámparas y dispositivos optoelectrónicos que consumen menos energía, los puntos cuánticos se configuran como un prometedor material para el ahorro energético.

Referencias

[1] Hetao Chen, Yu Wang, Ton Wang, Dongxing Shi, Zengrong Sun, Chunhui Xia, and Baiqi Wang. Application prospective of nanoprobes with mri and fi dual-modality imaging on breast cancer stem cells in tumor. *Journal of Nanobiotechnology*, 14(52):1–10, 2016.

[2] Panikkanvalappil R. Sajanlal, Theruvakkattil S. Sreeprasad, Akshaya K. Samal, and Thalappil Pradeep. Anisotropic nanomaterials: structure, growth, assembly, and functions. *Nano Reviews*, 2:1–62, 2011.

[3] Jitendra N.Tiwari, Rajanish N.Tiwari, and Kwang S.Kim. Zero-dimensional, one-dimensional, two-dimensional and three-dimensional nanostructured materials for advanced electrochemical energy devices. *Progress in Materials Science*, 57(4):724–803, 2012.

[4] B. Zorman, M. V. Ramakrishna, and R. A. Friesner. Quantum confinement effects in cdse quantum dots. *The Journal of Physical Chemistry*, 99(19):7649–7653, 1995.

[5] Walkey C, Sykes E. A., and Chan W. C. Application of semiconductor and metal nanostructures in biology and medicine. *The American Society of Hematology*, pages 701–707, 2009.

[6] A. I. Onyia, H.I. Ikeri, and A. N. Nwobodo. Theoretical study of the quantum confinement effects on quantum dots using particle in a box model. *Journal of Ovonic Research*, 14(1):49–54, 2018.

[7] Georg Pucker, Enrico Serra, and Yoann Jestin. *Quantum Dots, A Variety of New Applications*, chapter Silicon Quantum Dots for Photovoltaics: A Review, pages 59–92. IntechOpen, Rijeka, Croacia, 2012.

[8] Kavita Surana, Gavin J. Conibeer, Fabrice Gourbilleau, Mauro Lombardo, Michel Bellet, Philippe Thony, Salvatore Lombardo, Daniel Bellet, P Rodríguez Mur, Rose-Marie CAPELLA, and Jean-René Lequepeys. Towards silicon quantum dot solar cells: Comparing morphological properties and conduction phenomena in si quantum dot single layers and multilayers. 2011.

[9] Yossef E. Panfil, Meirav Oded, and Uri Banin. Colloidal quantum nanostructures?: Emerging materials for display applications. *Angewandte Chemie*, 57(16):4274–4295, 2018.

[10] Zhenyue Luo, Daming Xu, and Shin-Tson Wu. Emerging quantum-dots-enhanced lcds. *Journal of Display Technology*, 10(7):526–539, 2014.

[11] Sung Ho Song, Min-Ho Jang, Jin Chung, Sung Hawn Jin, Bo Hyun Kim, Seung-Hyun Hur, Seunghyup Yoo, Yong-Hoon Cho, and Seokwoo Jeon. Highly efficient light-emitting diode of graphene quantum dots fabricated from graphite intercalation compounds. *Advanced Optical Materials*, 2(11):1016–1023, 2014.

[12] Xiaohu Gao, Yuanyuan Cui, Richard M Levenson, Leland W K Chung, and Shuming Nie. In vivo cancer targeting and imaging with semiconductor quantum dots. *Nature Biotechnology*, 22(8):969–976, 2004.

[13] Moein Kianpour, Reza Sabbaghi-Nadooshan, and Keivan Navi. A novel design of 8-bit adder / subtractor by quantum-dot cellular automata. *Journal of Computer and System Sciences*, 80(7):1404–1414, 2014.

[14] Bibhash Sen, Mrinal Goswami, Subhra Mazumdar, and Biplab K Sikdar. Towards modular design of reliable quantum-dot cellular automata logic circuit using multiplexers. *Computers & Electrical Engineering*, 45:42–54, 2015.

[15] Razieh Farazkish and Fatemeh Khodaparast. Design and characterization of a new fault-tolerant full-adder for quantum-dot cellular automata. *Microprocessors and Microsystems*, 39(6):426–433, 2015.

[16] L. Shcherbyna and T. Torchynska. Si quantum dot structures and their applications. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 51:65–70, 2013.

[17] Hanjun Sun, Li Wu, Weili Wei1, and Xiaogang Qu. Recent advances in graphene quantum dots for sensing. *Materialstoday*, 16(11):433–442, 2013.

[18] Sofia Paulo, Emilio Palomares, and Eugenia Martinez-Ferrero. Graphene and carbon quantum dot-based materials in photovoltaic devices: From synthesis to applications. *Nanomaterials*, 6(9):157–177, 2016.



Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Parra et al., Vol. 5, Nº 14, 7–9, abril, 2019.

Dissemination Article
Appellation of Origin. Link to Quality

Norbis Parra, Samuel Villanueva*, Magaly Henriquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación,
Centro Nacional de Tecnología Química

Artículo de Divulgación
Denominación de Origen. Vinculación a la Calidad

Summary

Venezuelan Cacao is listed as one of the best in the world. Within its geographical distribution nationwide there are three varieties of cocoa: Criollo, Trinitario and Forastero. With organoleptic properties and attributes typical of the region where they are grown, given this diversity it is necessary to have Appellation of Origin for each sub-variety of these three great classifications. The benefits of having a Denomination of Origin for cocoa producers is synonymous with a product of excellent quality that translates into greater demand from consumers and, in turn, greater economic benefits.
Keywords: Origin Apellation, Quality, Cocoa.

Resumen



El Cacao venezolano es catalogado como uno de los mejores mundialmente. Dentro de su distribución geográfica a nivel nacional existen tres variedades de cacao: Criollo, Trinitario y Forastero. Con propiedades organolépticas y atributos propios de la región de donde son cultivados, dada esta diversidad se hace necesario contar con Denominaciones de Origen para cada subvariedad de estas tres grandes clasificaciones. Los beneficios de contar con una Denominación de Origen para los productores de cacao es sinónimo de un producto de excelente calidad que se traduce en una mayor demanda por parte de los consumidores y a su vez en mayores beneficios económicos.
Palabras claves: Denominación de Origen, Calidad, Cacao.

Hoy en día los consumidores de productos alimenticios son altamente exigentes debido a que desean conocer el origen de procedencia y la manufactura de los mismos. Esta exigencia se encuentra generalmente vinculada a criterios de calidad asociados al origen de dichos productos, los cuales le otorgan propiedades organolépticas, de diseño, de forma y de color, particulares y muy distintivos del resto de los productos que

*Autor para correspondencia: Samuel Villanueva, correo:publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

no cuentan con estándares de calidad establecidos. Lo anterior es conocido como Denominación de Origen y hace referencia a un lugar basándose más en el resultado de factores tanto naturales como humanos que en el lugar propiamente dicho.

Factores que brindan a un determinado rubro características que no se pueden conseguir en otra zona geográfica [1]. De acuerdo a lo dispuesto por el Arreglo de Lisboa relativo a la protección de las Denominaciones de Origen y su registro y según la definición establecida por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), se entiende por Denominación de Origen al nombre de un país, de una región o de un lugar determinado, que sea utilizado para designar a un producto originario de ellos, cuyas cualidades y atributos se deben exclusiva y esencialmente al medio geográfico, incluidos los factores naturales (geografía, clima, materia prima, etc.) y los factores humanos (mano de obra, arte, ingenio, tradición, etc.) [2].

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ONUAA o más conocida como FAO (Food and Agriculture Organization) ha ampliado recientemente el alcance de sus actividades con arreglo al marco de la calidad específica a fin de integrar los atributos vinculados al origen geográfico. Cuando el productor sigue los estándares de calidad en su proceso de producción, les da mayor seguridad y confianza a los consumidores. El gran reto es poder llegar a los mercados internacionales y estar en la capacidad de poder competir con ellos, lo cual es plausible si se definen los criterios estandarizados asociados a cada tipo de producto.

El Cacao, el principal ingrediente en la fabricación del chocolate, proviene del árbol *Theobroma Cacao L*, que se cultiva en una gran cantidad de pequeñas granjas familiares en todo el mundo [3]. Cada zona geográfica presenta características edafológicas propias del lugar que derivan en una variedad de cacao distinto, autóctona de ese territorio. Otorgándole a este tipo de producto de carácter alimenticio propiedades de sabor y aromas exclusivos de cada región, lo cual proporciona una identidad geográfica.

En Venezuela, existen tres variedades de cacao: Criollo, Trinitario y Forastero. El Cacao Criollo presenta dos subvariedades Río Caribe Superior y Río Caribe Natural cuya ubicación geográfica es principalmente en la región nororiental, en la región norte costera los tipos Carenero Superior y Caracas Natural, y en la región suroccidental se tienen, Sur del Lago Clasificado y Sur del Lago Natural.

Sin embargo, la Denominación de Origen de un conjunto de subvariedades de cacao muy conocidas, tales como Chuao, Carenero, San Felipe, Barcelona, Guasare, y Criollo de Mérida, se ha perdido, debido a que la clasificación introducida por el Fondo Nacional del Cacao (Foncacao) ignoró a la denominación de estas subvariedades. Aunque, algunos de los cuales se siguen comercializando en el exterior; sobre todo los que buscan la calidad como la del Cacao de Chuao en el estado Aragua. En particular, el cacao de Chuao lo vienen a comprar desde países europeos directamente, los grandes chocolateros como es el caso de Bernachon de Lyon (Francia), quienes pagan excelentes precios [4].

La calidad del Cacao Criollo está evidenciada por numerosos estudios y opiniones de especialistas desde tiempos remotos. Bernachon, famoso chocolatero francés dice de los cacaos de Chuao “la emoción que se siente al degustar un chocolate de cacao de Chuao es tan grande como la que se siente cuando se bebe una copa de vino de Chateau Petrus o más bien un Chateau Yquen”, el mejor vino del mundo, como afirman Raffoul en 1996. Dubois, ya en 1892, calificaba a los cacaos de Venezuela (Caracas, Chuao, Choroní, Ocumare, San Felipe, Maracaibo y Carúpano) como los mejores del mundo, al igual que Konstantin en 1894, Capus en 1930 y Leal en 1993, todos estos expertos tenían en altísima estimación el “Cacao Caraque” considerándolo, sin discusión, el mejor del mundo (ver el trabajo de González Jimenez [4]).

Actualmente, en nuestro país se está elaborando todo el protocolo para dar cumplimiento a la

Denominación de Origen del Cacao de Barlovento, Estado Miranda, Venezuela. El Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ) participa activamente en esta actividad junto a instituciones relacionadas al área de la Ciencia y la Tecnología dirigidas a promover el desarrollo y la expansión del Cacao Venezolano, tales como: INIA-Miranda (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas), IDEA (Instituto de Estudios Avanzados), UCV (Universidad Central de Venezuela), USB (Universidad Simón Bolívar), Corpomiranda, INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral), Gobernación de Miranda y SAPI (Servicio Autónomo de Propiedad Intelectual). Además, se ha definido el proceso de logística para el abordaje de las parcelas de cacao, orientando los esfuerzos en tres (03) grandes ejes que son:

1. Calidad de la Semilla (Genética).
2. Manejo Post–cosecha.
3. Denominación de origen del Cacao del Estado Miranda, ver Figura 1.



Figura 1: Granos de Cacao Fermentados y Tostados: Proceso Postcosecha

Desde el CNTQ el alcance ha sido enmarcado al Manejo Post–Cosecha del Cacao, trabajo que aporta información de interés a los productores, cacaocultores y chocolateros a través de talleres y cursos de formación, asesorías y visitas diagnósticos en las zonas de Merecure y La Maroma, en Barlovento Estado Miranda para realizar la documentación de los procesos post–cosecha que realizan cada uno de los productores y fomentar así las Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para el Consumo Humano (BPF), enmarcadas en el sector Cacao. De igual manera, en las asesorías en post–cosecha se identifican los principales problemas de calidad asociados al Cacao tales como: fermentación poco uniforme, humedad y presencia de moho, en los siguientes puntos de control: inocuidad, calibración del porcentaje de secado de grano, transporte, almacenamiento, bajo porcentaje de fermentación, moho externo o interno [5].

Referencias

[1] Emilie Vandecandelaere, Filippo Arfini, Giovanni Belletti, and Andrea Marescotti. Uniendo personas, territorios y productos: Guía para fomentar la calidad vinculada al origen y las indicaciones geográficas sostenibles. Technical report, FAO, Roma. Italia, 2010.

[2] OMPI, Arreglo de Lisboa relativo a la Protección de las Denominaciones de Origen y su Registro Internacional, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, Estocolmo, 1979.

[3] J. De La Cruz Medina, M. A; Vargas Ortiz, and O. A. Del Angel Coronel. Cacao operaciones poscosecha. inpho -compendio de poscosecha. Technical report, FAO, Veracruz. Mexico, 2010.

[4] Eduardo González Jiménez. Papeles de Fundacite Aragua: El Cacao en Venezuela. Technical report, Fundacite, Aragua, Venezuela, 1999.

[5] Ministerio de Economía, Mejoramiento del agro proceso de transformación primaria del grano de cacao, Gobierno de Guatemala, 2015.

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Tellería–M. et al., Vol. 5, Nº 14, 10–15, abril, 2019.

Dissemination Article
New frontiers in the use and exploitation of Venezuelan pine. ¿A new solution for the industry?

Natasha Telleria–Mata, Samuel Villanueva,* Magaly Henriquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación,
Centro Nacional de Tecnología Química

Artículo de Divulgación
Nuevas fronteras en el uso y explotación del pino venezolano. ¿Una nueva solución para la industria?

Summary



Pine forests are an inexhaustible source of chemical specialties of great interest to industry, if they are produced responsibly. Among them is pine resin, an oleoresin substance composed of a variety of pre-polymeric terpenes, which give it interesting characteristics in the formulation of commonly used goods such as inks, adhesives, paints, coatings, beverages, etc. The integral and sustainable use of this natural resource represents a golden opportunity for the Venezuelan forestry industry, towards the diversification of its products, increasing its markets and the supply of high quality raw materials for the manufacturing industry of the country.
Keywrds: pine resin; rosin; turpentine; colophony; forest use; non wooden.

Resumen

Los bosques de pino son una fuente inagotable de especialidades químicas de gran interés para la industria, si son producidos de forma responsable. Entre ellos se encuentra la resina de pino, sustancia oleoresinosa compuesta por una variedad de terpenos pre-poliméricos, que le confieren características interesantes en la formulación de bienes de uso común como tintas, adhesivos, pinturas, recubrimientos, bebidas, etc. El aprovechamiento integral y sustentable de este recurso natural, representa una oportunidad de oro para la industria forestal venezolana, hacia la diversificación de sus productos, incrementando sus mercados y la oferta de materias medias de alta calidad para la industria manufacturera del pais.
Palabras claves resina de pino; colofonia; trementina; aprovechamiento forestal; no maderable.

Los bosques desempeñan un papel fundamental para el medio ambiente, la población y la economía global. El sector forestal emplea a 13,7 millones de trabajadores, con una producción comercial de

*Autor para correspondencia: Samuel Villanueva, correo:publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

alrededor del 1 % del PIB mundial. Se estima que 500 millones de personas dependen de los bosques para su sustento, mientras que cientos de miles de empresas dependen de los mismos para obtener fibras y materias primas [1]. A pesar de que la mayor contribución a la economía forestal recae en la producción de madera de construcción, papel y alimentos, existen una gran variedad de compuestos y materiales que los árboles nos ofrecen, producto de sus funciones metabólicas. Es así, como los bosques manejados de una manera correcta y productiva se convierten en una fuente inagotable de compuestos químicos, que conforman la materia prima de una gran cantidad productos de uso común.



Figura 1: Exudado del pino luego del corte de sus ramas [2]

El tejido que conforma la madera (tejido leñoso) es capaz de sintetizar una amplia gama de productos naturales, algunos de ellos de gran complejidad, a veces en cantidades considerables y de alta pureza. Entre los materiales más interesantes, se encuentran una gran cantidad de compuestos que el árbol ha desarrollado para protegerse de animales, insectos, hongos, bacterias y otros micro-organismos que puedan poner en peligro su integridad. Estos compuestos protectores son encontrados en altas concentraciones especialmente en el duramen o parte interna del tronco (el corazón de la madera) y en la corteza, por lo que muchas veces son exudados en respuesta a heridas a las que la planta sea sometida por cualquier factor externo (acciones del viento y la naturaleza, animales con garras, acción humana) [3]. Entre ellas podemos encontrar las gomas, bálsamos, látex, manna, la savia de maple y las oleorresinas, como la que se observa en la Figura 1.

Los exudados de los árboles estaban entre los primeros productos de intercambio durante los tiempos anteriores al descubrimiento del petróleo. Sus múltiples usos como agentes de conservación, de limpieza, propiedades medicinales, sellante y antibacteriales, fueron siempre de gran interés comercial. A medida que la ciencia y la tecnología han avanzado, se han ido descubriendo nuevas maneras de utilizar estos materiales y se han perfeccionado las ya existentes, convirtiéndolos en elementos de uso común en las formulaciones de una amplia gama de productos de toda clase, desde pinturas, tintas y adhesivos, pasando por materiales de uso textil, hasta cosméticos, perfumes, medicinas, bebidas y alimentos.

1. Bosque Productor

El uso de productos químicos y derivados naturales, ha visto un resurgimiento entre la comunidad científica e industrial, entendiendo las ventajas que ofrecen sobre los productos análogos derivados de los procesos petroquímicos y la industria química sintética. El agotamiento de los yacimientos, acompañado de la disminución en la calidad del crudo, que cada vez es más pesado y requiere de tratamientos más severos y costosos para su procesamiento, ha motivado a que volvamos la vista a los recursos disponibles en la era pre-petrolera, recursos que nos ofrece el planeta, que son renovables y con todas las propiedades para cumplir con los requerimientos que exige la manufactura de bienes de consumo. Sin embargo, es importante que esta tendencia no se convierta en la condena anticipada del ambiente por el manejo irresponsable del recurso natural. Para ello, la investigación científica juega un papel fundamental, ya que sólo el estudio del recurso y su interacción con el entorno nos permitirán desarrollar las metodologías de producción correctas para mantener un modelo

de producción sustentable, respetando el ciclo de vida del bosque productor (ver Figura 2). Si no tomamos esto en cuenta, estamos sentenciando el aprovechamiento del recurso natural al fracaso, revirtiendo su carácter renovable como consecuencia de una explotación desenfrenada y sin planificación.

En tal sentido, la industria forestal ha dado importantes avances. Cada vez son más las empresas que comprenden la importancia de la inversión en implementación de procesos productivos responsables con el ambiente, no sólo en términos de conservación y preservación del entorno, sino como un mecanismo que les permite disponer del recurso en condiciones óptimas, de forma continua y por tiempo ilimitado, impactando de forma positiva en las ganancias y desarrollo de la actividad comercial.

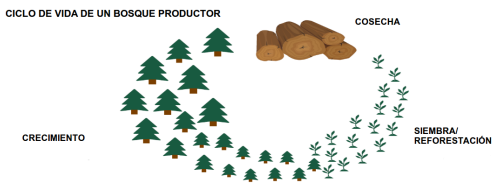


Figura 2: Representación del Ciclo de Vida de un Bosque Productor [4]

Una de los géneros más interesantes para la producción de especialidades químicas es el pino (*Pinus*), gracias a que se trata de un árbol muy prolífico que es capaz de reproducirse en todos los continentes, con excepción de la Antártida. Su habilidad para explorar exitosamente hábitats inhóspitos, incluso regiones semiáridas y sub-alpinas/sub-árticas, así como los bajos requerimientos técnicos para plantar, hacen del *Pinus* una de las especies maderables más convenientes para cultivar y recuperar tierras abandonadas o degradadas por actividades agricultoras anteriores, así como de áreas no-agricultoras o marginales [5].

Su aprovechamiento involucra la producción de madera de construcción de excelente calidad y pulpa de papel como productos principales, pero además es fuente de una gama de especialidades químicas a través de la extracción de los compuestos sintetizados durante sus procesos metabólicos.

2. Recuperación de los productos químicos del pino

Los productos químicos de pino se recuperan a través de tres métodos diferentes, que podemos observar en la Figura 3.



Figura 3: Productos químicos del pino y sus procesos de recuperación [6]

Durante el proceso de fabricación de papel, los productos químicos naturales del pino se recuperan como sub-productos del proceso de pulpado Kraft en forma de Tall Oil crudo (CTO, por sus siglas en inglés) y Sulfato de Trementina Crudo (CST, por sus siglas en inglés). Estos son procesados en bio-refinerías de alta tecnología, donde son destilados en sus componentes puros. El CTO se separa en colofonia de Tall Oil (TOR), ácidos grasos (TOFA) y Tall Oil destilado. Por su parte, el CST es separado en $\alpha-$ y $\beta-$pineno. Cada uno de estos productos son considerados bloques de construcción molecular, para la síntesis de muchos otros productos de mayor valor [7].

Por otro lado, los pinos pueden ser resinados en el bosque para recuperar la "oleorresina" que se separa en dos fracciones principales: una fracción sólida denominada colofonia, compuesta de una variedad isomérica de diterpenos de carácter ácido; y una fracción volátil conocida como trementina, compuesta por una mezcla de terpenos y sesquiterpenos. El proceso de resinación involucra la realización de una

incisión o herida en la corteza del árbol, induciendo a la exudación de la oleorresina como se aprecia en la Figura 4. Los pinos se aprovechan para su vida útil y luego se cortan para recuperar madera o virutas para la producción de papel. La porción no utilizada del árbol se usa como combustible, y el bosque luego se replanta para futuras cosechas [7].

La práctica del cultivo y uso de los bosques de pino, dada en el párrafo anterior, es muy antigua, la producción de colofonia y trementina, era una de las actividades comerciales e intercambio internacional más importante de los Estados Unidos a finales del siglo XIX y principios del siglo XX; sin embargo, sus derivados se vieron desplazados por los bajos precios de sus análogos derivados del petróleo, por lo que la producción fue prácticamente erradicada durante el auge de la industria petrolera y petroquímica [8]. A pesar de ello, y por las razones mencionadas en párrafos anteriores, este último segmento de la industria está hoy en un proceso de re-descubrimiento y evolución. En las últimas décadas, la polinización selectiva y la ingeniería genética han permitido el desarrollo de pinos híbridos, que cuando son sembrados, crecen más rápido y producen de 2 a 4 veces más oleoresina por árbol que en un bosque natural. Los nuevos métodos de extracción mejoran los rendimientos y la siembra de plantaciones aumenta la productividad de 4 a 5 veces. Además, la silvicultura mejorada protege los árboles [9]. Junto con estos cambios, han surgido mejoras en los salarios de los trabajadores, capacitación de seguridad y equipamiento. En un segmento mucho más pequeño de la industria, los tocones de pino envejecidos se pulverizan y se extraen con solvente para producir colofonia de madera y ciertos terpenos [7]. De esta manera, la industria de la química del pino aprovecha todo lo que el árbol tiene para ofrecer, sin afectación de la producción de madera y de papel.



Figura 4: Productos químicos del pino y sus procesos de recuperación

Específicamente, la oleorresina obtenida de los pinos vivos, a través del proceso de resinación anteriormente mencionado, constituye un producto forestal importante por la diversidad química de sus componentes y sus múltiples posibilidades de uso. Los terpenos contenidos en la resina del pino encuentran múltiples aplicaciones en industrias como la farmacéutica, manufactura de perfumes, aditivos en la industria alimenticia, productos de limpieza para el hogar, pinturas, tintas, barnices, caucho, insecticidas, adhesivos, materiales sellantes e impermeables, emulsionantes para polimerización y aplicaciones cosméticas y farmacéuticas, surfactantes y precursores poliméricos. Estos responden a su fragancia agradable, actividad antimicrobiana, facilidad para la formación de polímeros y películas superficiales, etc. En Tabla 1 se muestran los distintos terpenos encontrados en la oleorresina y su aplicación industrial específica.

La manufactura de especialidades químicas provenientes de recursos naturales como el pino, es específicamente importante en la industria farmacéutica y de alimentos. Un candidato apropiado para la manufactura de aditivos para alimentos debe cumplir ciertos requerimientos para considerarse un producto natural, los cuales son los compuestos más valiosos en este mercado . Por ejemplo, es obligatorio que sean originados a partir de una materia prima natural por medios de extracción física, procesos microbiológicos o enzimáticos, lo que involucra precursores aislados a partir del ambiente. Además, el producto final debe ser idéntico a un compuesto que se conozca que se produce en la naturaleza. La composición terpénica particular de la trementina le confiere un valor agregado especial en la industria de

Tabla 1: Productos químicos presentes en la oleorresina de pino [10]

Fracción	Compuesto	Uso industrial
Trementina	$\alpha-$pineno	Fragancias, repelentes, plastificantes, solventes, perfumería, insecticidas.
	$\beta-$pineno	Farmacéutica, fragancias, repelentes, plastificantes, solventes, perfumería, insecticidas.
	$\Delta-3-$careno	Repelentes, manufactura de mentol, pesticidas.
	Canfeno	Fragancias, farmacéutica, repelentes, plastificantes, explosivos.
	Borneol	Cosméticos, limpiadores domésticos.
	p-cimeno	Farmacéutica, repelentes, desinfectantes, solventes y saborizantes.
	Limoneno	Fragancias, solventes, agentes de limpieza, saborizantes, perfumes, atrayentes de insectos.
	$\alpha-$terpineol	Fragancias, cosméticos, limpiadores domésticos, detergentes, repelentes y perfumería.
	Longifoleno	Industria Química
Colofonia	Ácido abiético	Pinturas, barnices, lacas, farmacéutica, adhesivos, recubrimientos.
	Ácido dehidroabiético	Farmacéutica
	Ácido isopimárico	Industria del papel, farmacéutica, surfactantes, emulsionantes de polímeros, recubrimientos.
	Ácido levopimárico	Industria del papel, emulsionantes de polímeros, recubrimientos.

fragancias y saborizantes, porque sus componentes son considerados naturales y seguros para el consumo humano, por lo tanto pueden ser usados directamente como aditivos en la industria de alimentos, la cual consume un aproximado de 30.000 toneladas de pinenos al año [6].



Figura 5: Productos químicos del pino y sus procesos de recuperación

Por otro lado, también se ha observado la conveniencia de utilizar derivados de colofonia como materiales formadores de película en dosificación de drogas farmacéuticas. Además, se han encontrado actividades importantes en los ácidos pimárico y abiético, que los involucran en la manufactura de medicamentos para tratar enfermedades andrógeno-dependientes, así como medicamentos anti-tumorales y anti-micóticas eficientes [10].

3. Perspectivas de la industria maderera en Venezuela

Dicha visión de aprovechamiento integral del bosque de pino es muy interesante para nuestro país. Venezuela cuenta con grandes extensiones cultivadas de Pino Caribe (*Pinus caribaea var. hondurensis*), dentro de las plantaciones de Maderas del Orinoco (Figura 5), ubicada en la zona de Uverito entre los estados Anzoátegui y Monagas, las cuales satisfacen el 80 % de la demanda de madera a nivel nacional. Sin embargo, y como acabamos de analizar, también constituye una fuente potencial de productos químicos que podrían recuperarse del pino de forma sustentable y comercializarse para

abastecer a la industria manufacturera del país, de materias primas que actualmente son importadas y que son importantes para distintos procesos productivos.

Filosofía productiva nos permite diversificar las fuentes de materia prima hacia alternativas naturales, lo que podría constituirse como una vía para comenzar a superar el histórico rentismo petrolero. A pesar de ser la nación con la mayor reserva de hidrocarburos en el mundo, este recurso es finito, no renovable, y no hay manera de revertir esa condición. Mientras más temprano comencemos a implementar el uso de recursos renovables naturales, estaremos más preparados para enfrentar el agotamiento de los yacimientos, que con el crecimiento acelerado de la población y la industria mundiales, llegará más temprano de lo que podemos proyectar.

La implementación del uso de recursos renovables sólo es posible a través de la investigación científica, que permite establecer las mejores condiciones para el ciclo de siembra, crecimiento, aprovechamiento del árbol a través de la resinación y posterior utilización del mismo para la producción de madera y papel, para finalmente recuperar el suelo y comenzar de nuevo el ciclo productivo. El establecimiento de la relación del árbol con su entorno, la definición de la metodología adecuada para la resinación y posterior procesamiento en los productos químicos finales, de mayor valor agregado, es determinante para el establecimiento de una Industria Forestal Integral en nuestro país.

Así queda abierta una puerta a nuevos retos científicos y tecnológicos para los académicos, investigadores y empresarios de nuestro país, donde es imperativo realizar enfoques multidisciplinarios para el mejor aprovechamiento de estas oportunidades. La apertura de nuevas líneas de investigación en el área química, orientadas a la utilización de la amplia gama de terpenos encontrados en la oleorresina del pino, para la síntesis de compuestos y materiales involucrados en la manufactura de bienes nacionales, permitirá ampliar el abanico de nuestro parque industrial hacia la utilización de recursos naturales renovables, de forma sustentable y en armonía con el ambiente, algo completamente diferente a lo que estamos acostumbrados a manejar en un país petrolero. *¿Estaremos dispuestos a aceptar el reto?*

Referencias

[1] A. Steer and P Baker. Guide to the sustainable procurement of forest product, 2016.

[2] J. Kitsteiner. Tapping de Pine Tree... Plant resins and their uses, 2014.

[3] J Rowe. *Natural Products of Woody Plants: Chemicals extraneous to lignocellulosic cell wall Vol. II*. Springer-Verlag, Berlin, 1989.

[4] A. Phillips. Pine Chemicals: Sustainability and Innovation. In *ACS Summer Program.*, Golden, 2013.

[5] K.C. Da Silva, J.C. De Lima, and A.G. Fett-Neto. Pine oleoresin: Tapping green chemicals, biofuels, food protection and carbon sequestration from multipurpose trees. *Food and Energy Security*, 1(2):81–93, 2012.

[6] S. Bathia. Global Impact of the Modern Pine Chemicals Industry. Technical report, Pine Chemical Association International, 2016.

[7] Economics & Statistics Department. The Economic Benefits of the Pine Chemical Industry. Technical report, American Chemical Society, 2011.

[8] S. Maiti. Rosin: A Renewable Resource for Polymers and Polymer Chemicals. In *Progress in Polymer Science*, pages 297–338. 1989.

[9] S. Sorrenti. Non-wood forest products in international statistical systems. *Non-wood Forest Product Series N.º 22*, 2017.

[10] K.C. Da Silva, J.C. De Lima, and A.G. Fett-Neto. Oleoresins from Pine: Production and Industrial Uses. In *Natural Products: Phytochemistry, Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes*, pages 4037–4060. Springer-Verlag, Heidelberg, 2013.

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.

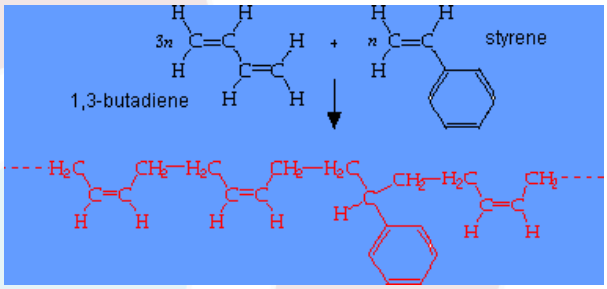


Figura 1: Síntesis del SBR [2]

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,

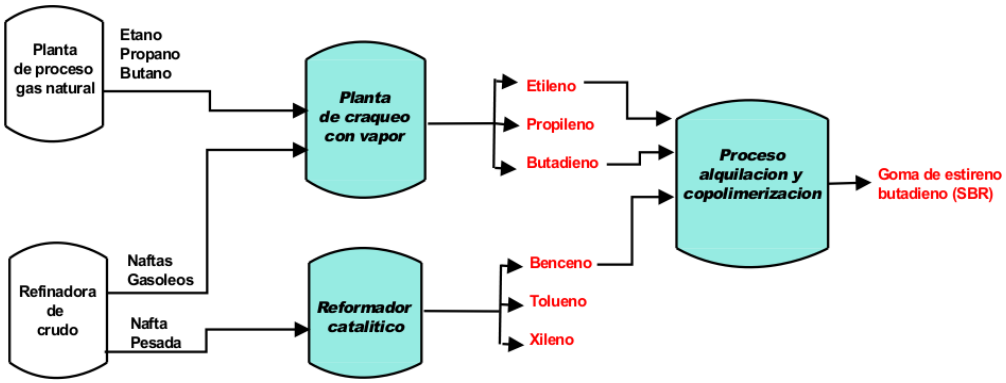


Figura 2: Ruta química de obtención del SBR

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

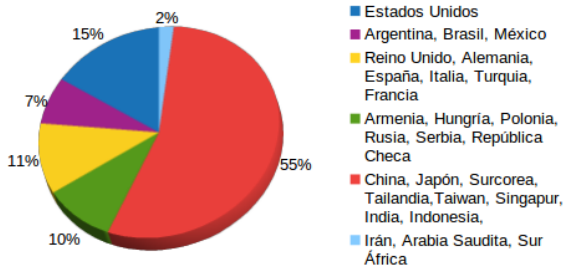


Figura 4: Capacidad mundial de producción de SBR año 2014[4]

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

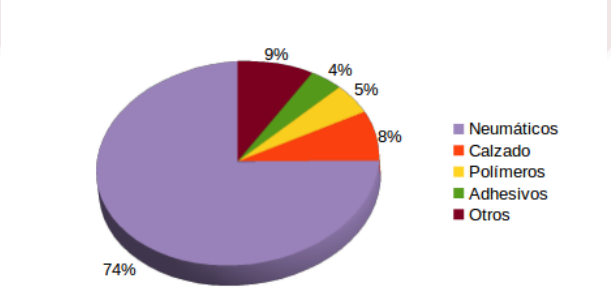


Figura 5: Consumo porcentual de SBR por aplicación final [4]

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.

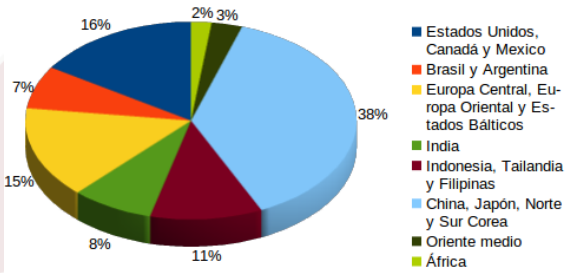


Figura 6: Consumo porcentual de SBR por region para el 2017[6]

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.

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Vásquez–C. et al., Vol. 5, Nº 14, 24–33, abril, 2019.

Technical Note: Technologies for the Synthesis of Graphene from Pregraphic Materials

Luis Vásquez-Coraspe, Jiraleiska Hernández, Samuel Villanueva,* Magaly Henríquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innnovación,
Centro Nacional de Tecnología Química, Caracas, Venezuela.

Abstract

Graphene is a nanomaterial consisting of a sheet of carbon one atom thick, whose mechanical and electronic properties position it as an active area of research being at the forefront of scientific–technological development. On the other hand, since coke is a carbonaceous solid that represents an important environmental liability, in the process of oil refining, the possibility of obtaining graphene, a material of high added value, from this sub product is considered. The purpose of this technical note is to provide a general overview of global trends in graphene synthesis using coke, asphaltene and coal precursors, industrial waste. Information identified from the search, storage, processing and analysis of data from scientific publications and patents for the period 2007 - 2017. Making use of the PatentIspiration®and Web of Science®platforms respectively.
Keywords: Graphene; coke; nanotechnology; new materials; quantum dots.

Nota técnica: Tecnologías para la síntesis de grafeno a partir de materiales pregrafíticos

Resumen

El grafeno es un nanomaterial que consiste en una lámina de carbono de un átomo de espesor, cuyas propiedades mecánicas y eléctrónicas lo posicionan como una área activa de investigación encontrándose a la vanguardia del desarrollo científico–tecnológico. Por otra parte, siendo el coque un sólido carbonoso que representa un importante pasivo ambiental, en el proceso de refinación del petróleo, se plantea la posibilidad de obtener grafeno, un material de alto valor agregado, a partir de este sub producto. La presente nota técnica tiene por objetivo brindar un panorama general de las tendencias a nivel mundial de la síntesis de grafeno empleando como precursores coque, asfaltenos y carbón, residuos de origen industrial. Información identificada a partir de la búsqueda, almacenamiento, tratamiento y análisis de datos de publicaciones científicas y patentes para el periodo 2007 – 2017. Haciendo uso de las plataformas PatentIspiration®y Web of Science®respectivamente.
Palabras clave: Grafeno; coque; nanotecnología; nuevos materiales; puntos cuánticos.

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

1. Introducción

El grafeno es un arreglo cristalino prácticamente bidimencional de átomos de carbono con hibridación sp^2, organizado en estructuras hexagonales tipo panal de abejas que por sus particulares propiedades mecánicas y eléctricas, posee prometedoras aplicaciones en el campo de optoelectrónica, generación

de energía y catálisis entre otras.

Este novedoso material fue aislado y sus propiedades eléctricas medidas por primera vez en 2004 por los investigadores Konstantin Novoselov y Andre Geim [1] siendo merecedores del premio Nobel de física en 2010. A partir de su descubrimiento se han desarrollado un gran número de investigaciones tanto en el campo teórico como en el aplicado, explorándose desde diversos métodos de síntesis hasta aplicaciones prácticas del grafeno, siendo virtualmente explosivo el interés que ha presentado la comunidad científica en torno a este material.

Se podría afirmar que el grafeno se configura como uno de los materiales que se encuentran a la vanguardia del desarrollo tecnológico global y ya está formando parte de numerosas innovaciones. De acuerdo a la plataforma Patent Inspitration (en búsqueda realizada en título y abstract el 25 de Abril de 2018 mostrando una patente por familia) se encuentra que para la fecha se tienen 34.991 patentes que involucran a este nuevo material.

Si se toma en consideración toda la actividad científica generada en torno al grafeno y se emplea como premisa consolidar la independencia tecnológica así como disminuir la brecha existente respecto a los países líderes en innovación, se torna de carácter estratégico el desarrollo de investigaciones para evaluar las posibles aplicaciones del grafeno en la industria nacional y el estudio de posibles métodos de síntesis partiendo de materia prima nacional.

Por otra parte, el coque es un residuo industrial constituido principalmente por carbono, generado en grandes cantidades por las plantas refinadoras de crudo venezolano y del que se posee un abundante volumen. Este material puede ser empleado como punto de partida para la síntesis de grafeno. Lo cual es el objeto de la elaboración de este documento técnico que permita brindar un panorama general y las principales tendencias mundiales para la obtención de grafeno a partir de coque, asfaltenos y carbón, como primer paso para futuras investigaciones en el país.

2. Aspectos Teóricos

2.1. Coque

El coque es un subproducto sólido carbonoso que junto con los asfaltenos representan las fracciones más pesadas del proceso de mejoramiento, destilación y craqueo del crudo, el llamado “fondo de barril”.

Si bien el coque tiene aplicaciones en la elaboración de electrodos y especialmente como combustible sólido en las plantas de generación de energía, así como para el calentamiento de los hornos de la industria del cemento [2, 3], es considerado un residuo peligroso por su contenido de azufre y metales pesados, que al ser utilizado como combustible generan emisiones cargadas de particulas suspendidas de CO_2, CH_4, N_2O, SO_2 y NO_x que viajan por el aire contaminando a las poblaciones cercanas [4].

En Venezuela el coque es producido en el Complejo Refinador de Paraguaná en Cardón y Amuay así como en las plantas mejoradoras del Complejo Industrial José Antonio Anzoátegui (CIJAA) que se encuentra ubicado en el estado Anzoátegui entre la ciudad de Barcelona y Píritu. Se estima, que sólo el complejo de “Jose” por condiciones de diseño genera 15.000 toneladas por día de este material y para la actualidad se posee un volumen acumulado que oscila, dependiendo de la fuente, entre las 10 y las 40 millones de toneladas métricas, llegando a implicar el riesgo de un posible paro en las operaciones de la planta.

Se ha planteado la instalación de una planta de calcinación de coque tanto para la exportación de coque calcinado como para su utilización en el consumo industrial interno de las cementeras, Sidor, Alcasa, etc. Sin embargo, su utilización como combustible tiene un fuerte impacto en la calidad del aire y en la salud ocupacional.

En la búsqueda de opciones más rentables y ecosustentables se plantea evaluar y destinar parte de ese coque para la producción de grafeno, un material de alto valor agregado que entre sus múltiples aplicaciones está la generación de energías más limpias.

2.2. Grafeno

El grafeno es una de las estructuras grafíticas del carbono, junto con el grafito, los fullerenos y los nanotubos, se encuentra entre los alotropos con hibridación sp^2. Inicialmente se consideró al grafeno como un recurso teórico para explicar la estructura del grafito, hasta que se aisló por primera vez en el año 2004.

Este material posee una estructura de bandas característica con una dispersión lineal cerca del nivel de fermi (conos de Dirac), quedando mejor descritos los portadores de carga del grafeno como fermiones de Dirac sin masa, lo cual implica las particulares propiedades de transporte del grafeno y su alta conductividad eléctrica [5].

El grafeno presenta efecto hall cuántico [6] y efecto hall cuántico fraccionario [7], es flexible, elástico y es el material más resistente conocido con una tensión de rotura de $\sigma = 130 \pm 10$ GPa y un módulo de Young de $E = 1,0 \pm 0,1$ TPa [8] presenta una alta conductividad térmica, que a temperatura ambiente se encuentra entre los $4,84 \pm 0,44$ W/mK y los $5,30 \pm 0,48$ W/mK [9], posee una elevada área superficial calculada en el orden de 2630 m^2/g [10] y un punto de fusión equivalente a la temperatura superficial del sol, encontrandose entre los 4.000 y 6.000 K [11].

Por sus propiedades el grafeno es un material que tiene aplicaciones en el área de catálisis [12, 13], energía [14, 15, 16, 17], elaboración de lubricantes [18, 19] e ingeniería civil [20, 21] entre otras.

3. Metodología

La plataforma empleada para la busqueda, selección y análisis de los documentos de patentes fue PatentInspiration®, y Web of Science® (WoS) para la investigación bibliometrica de publicaciones científicas, acotado al periodo 2007-2017 y empleando la siguiente estrategia de búsqueda:

- Selección de términos generales referentes al grafeno y a los posibles precursores pregrafíticos como el coque, carbón y asfaltenos.
- Ensayo de estos términos en las diversas plataformas bibliométricas y patentométricas existentes para la posterior selección de las plataformas a ser empleadas en el estudio.
- Plataformas seleccionadas: Web of Science y Patent Inspiration.
- Desarrollo y utilización de la siguiente ecuación de búsqueda:

  graphene AND (coke OR petcoke OR asphaltene OR coal OR syncrude OR "oil sand" OR "oil refining" OR "petroleum residue" OR pregraphitic OR "pre-graphitic")

- Recopilación y análisis de la información.

El muestreo en las plataformas seleccionadas se elaboró el 26/04/2018 para las patentes y el 27/04/2018 para las publicaciones científicas.

4. Resultados y discusión

La estrategia de busqueda recuperó 26 publicaciones referentes a la síntesis de grafeno a partir de coque, asfaltenos y carbón como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados Bibliométricos. Muestreo elaborado el 27/04/2018

Filtros	Resultados
Título, período: 2007 - 2017	26

Empleando el metabuscador Patent Inspiration para la búsqueda y análisis de patentes se obtuvo los resultados presentados en la Tabla 2:

Tabla 2: Resultados Patentométricos. Muestreo elaborado el 26/04/2018

Filtros	Resultados
Sin filtro	248
Título	58
Título y una familia	27
Título, una por familia, período: 2007 - 2017	21

Del levantamiento de datos de grafeno a nivel mundial para el periodo 2007-2017, se obtuvieron 21 registros de solicitudes y concesiones de patentes relacionadas a la sintesis de grafeno, se descartaron 2 documentos por no estar vinculadas con el proceso.

4.1. Tecnologías para la obtención de grafeno a partir de coque

A continuación se analizarán los métodos de síntesis y tecnologías desarrollados tanto en publicaciones científicas como en patentes para la obtención de grafeno partiendo de materiales pregrafíticos.

Publicaciones Científicas

La Tabla 3 presenta las cinco (05) publicaciones más citadas para la obtención de grafeno empleando como precursores coque, asfaltenos y carbón [22, 23, 24, 25, 26].

Tabla 3: Publicaciones más Citadas

Año	Artículo	Citaciones
2013	Ye *et al.*, [22]	240
2014	Dong *et al.*, [23]	63
2014	He *et al.*, [24]	61
2014	Feng *et al.*, [25]	51
2015	Ye *et al.*, [26]	39

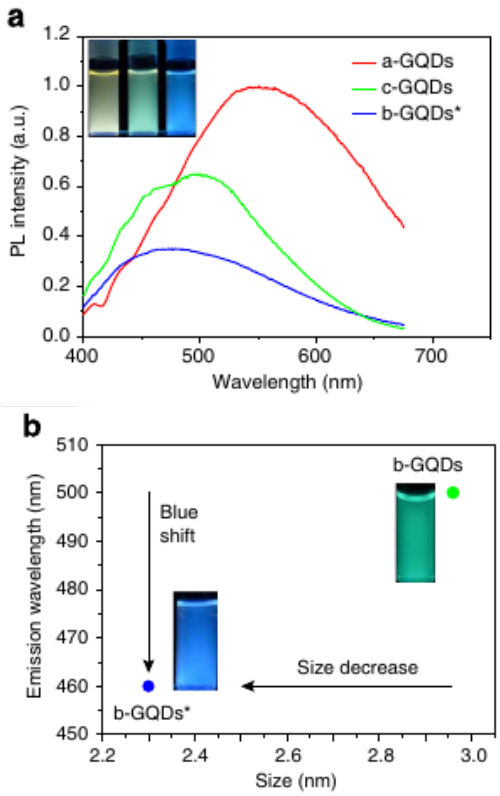


Figura 1: a) Fotoluminiscencia de los puntos cuánticos de grafeno excitados a 345 nm de antracita: a-GQD, carbón bituminoso: c-GQD y Coque: c-GQD. b) Longitud de onda emitida versus tamaño de partícula [22].

De las cinco publicaciones señaladas tres abordan el tema de la obtención de puntos cuánticos y dos exploran la síntesis de grafeno para el desarrollo de supercapacitores.

Siendo la publicación más citada la de R. Ye *et al.*, [22] del año 2013 con un total de 240 citaciones. Dicha publicación consiste en la síntesis directa de puntos cuánticos de grafeno a partir de tres fuentes pregrafíticas: antracita, carbón bituminoso y coque.

Para la obtención de los puntos cuánticos de grafeno las muestras de antracita, carbón bituminoso y coque fueron sonificadas en soluciones concentradas de ácido sulfúrico y ácido nítrico seguido por un tratamiento térmico de 100 a 120 °C por 24 h.

Los puntos cuánticos obtenidos empleando como precursor la antracita poseían tamaños de 29 ± 11 nm, los de carbón bituminoso 2,96 ± 0,96 nm y los de coque 5,8 ± 1,7 nm y se obtuvieron con rendimientos del 10–20 % en peso.

En la Figura 1 a) se presenta la fotoluminiscencia de puntos cuánticos de grafeno sintetizados a partir de antracita, carbón bituminoso y coque, al ser excitados con radiación electromagnética de 345 nm de longitud de onda. Se observa que los de menor tamaño, los de carbón bituminoso, presentan el pico de su emisión a menor longitud de onda mientras que los puntos cuánticos de mayor tamaño, los de antracita, presentan su pico a mayores longitudes de onda. De igual manera se puede observar en la Figura 1 b) la dependencia de la fotoluminiscencia para los puntos cuánticos de carbón bituminoso con respecto de las dimensiones que los mismos posean, los cuales conforme tienen menor tamaño exhiben un corrimiento al azul, hacia emisiones luminiscentes a menores longitudes de onda y mayores energías.

Los puntos cuánticos encuentran aplicación en la fabricación de celdas fotovoltaicas mucho más eficientes, en dispositivos optoelectrónicos e incluso en el desarrollo de computadores cuánticos. Los puntos cuánticos de grafeno generalmente se obtienen empleando como precursores láminas de

grafeno y nanotubos de carbono, por lo cual es un importante resultado la obtención de los mismos partiendo directamente de materiales pregrafíticos mediante el empleo de un solo paso químico.

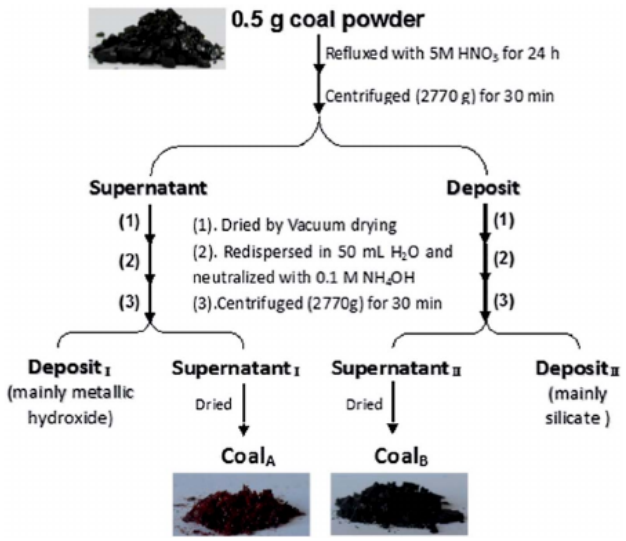


Figura 2: Tratamiento a las muestras de carbón en la investigación de Dong *et al.*, [23]

En el trabajo realizado por Dong *et al.*, [23] se empleó seis muestras de carbón de diferente contenido de carbono para la síntesis de puntos cuánticos de grafeno. Para la preparación se pulverizaron las muestras hasta que pasaran por un tamiz 200-mesh (con partículas de diámetros menores a los 0,75 mm) seguido de un proceso de secado. Posteriormente se inicia el esquema presentado en la Figura 2, donde 0,5 gramos de carbón fueron tratados con un reflujo de 100 ml de HNO_3 5M a 130 °C por 24 horas. La suspensión resultante se enfrió a temperatura ambiente y se centrifugó por 30 min.

Luego del centrifugado se llevó a cabo el mismo procedimiento tanto al sobrenadante como al precipitado.

1. Se efectuó el secado al vacío (del precipitado y del sobrenadante).
2. El sólido obtenido se mezcló con 50 mL de agua destilada y se neutralizó con NH_4OH 0,1M.
3. La solución resultante se centrifugó durante 30 min descartándose el precipitado y secándose los sobrenadantes resultantes de este segundo centrifugado.

Estos se etiquetaron como CoalA y CoalB representando las fracciones solubles e insolubles en ácido nítrico respectivamente.

Se encontró que el rendimiento en la obtención de puntos cuánticos de grafeno decrece de 56,30 % a 14,66 % conforme se incrementa el contenido de carbono de las muestras de carbón de 66,36 % a 90,20 %.

Igualmente, la fracción soluble en ácido nítrico (CoalA) presenta un mayor contenido de puntos cuánticos de grafeno (de aproximadamente 10 nm) y por lo tanto una fotoluminiscencia más intensa que la presentada por la muestras de la fracción insoluble, la cual mostró un contenido rico en otras nanoestructuras de carbono, como óxido de grafeno, laminas de grafeno de 20 nm y nanocristales de grafito de 3 a 5 nm, los llamados puntos cuánticos de carbono.

Por su parte en la investigación de Sierra *et al.*, [27] empleó coque de diferentes orígenes para la síntesis de grafeno. En esta investigación se utilizó coque petroquímico premium, coque carboquímico comercial y coque obtenido de una fracción de alquitrán de hulla a escala de laboratorio. Para la obtención de grafeno primeramente se pulverizó las muestras de coque y se tamizaron a tamaños menores de 75 μm, posteriormente se añadió H_2SO_4 concentrado a una mezcla de $NaNO_3$ y coque (1:1), dejándose enfriar la mezcla a 0 °C en un baño de hielo. Luego se añadió $KMnO_4$ en pequeñas dosis, para seguir con un proceso de calentamiento a 35 °C y de agitación mecánica durante 3h. Se añadió 3 % de H_2O_2 y se agitó por otros 30 min. La mezcla fue centrifugada descartándose el sobrenadante. El sólido resultante fue lavado con agua destilada y centrifugado repetidas veces hasta obtener un pH neutro.

Posteriormente se suspendieron las muestras en agua destilada y se procedió a tratar las mismas con ultrasonido por períodos de 2, 4 y 8 horas. Finalmente se centrifugó la suspensión filtrándose el sobrenadante y descartando las partículas sólidas.

Las muestras obtenidas se etiquetaron como GO-Ck-P (oxido de grafeno de coque petroquímico premium), GO-Ck-C (oxido de grafeno de coque carboquímico comercial) y GO-Ck-A (oxido de grafeno de coque de alquitran). En la Figura 3 se evidencia que conforme se incrementa el tiempo de

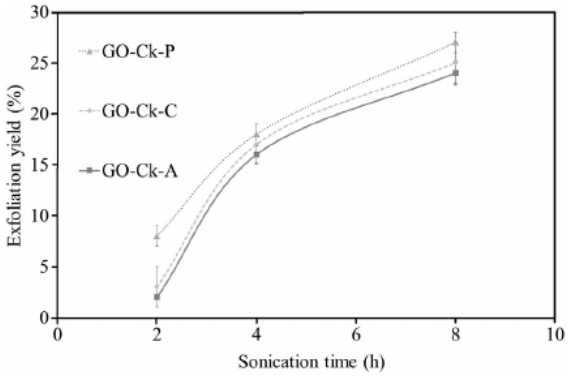


Figura 3: Rendimiento de la exfoliación de grafeno para distintos tiempos de sonificación de las muestras de coque. Sierra *et al.*, [27]

sonificación se obtiene un aumento en el rendimiento de la obtención de grafeno, de igual modo se observa que el mayor rendimiento se obtuvo para el coke petroquímico, seguido del carboquímico y por último el coque de alquitrán.

Se encontró que las láminas de grafeno más grandes corresponden a las muestras de GO-Ck-P con 699 - 900 nm, mientras las de GO-Ck-C y GO-Ck-A presentaban tamaños promedio de 300 – 400 nm. Tendencia que señala que las características del grafeno obtenido a partir de coque presenta una fuerte dependencia con el tipo de coque que se emplee como precursor, evidenciándose que conforme son mayores los dominios cristalinos del coque, se obtendrá tanto un mayor rendimiento del proceso de exfoliación como láminas de grafeno de mayor tamaño.

En la investigación de Sierra *et al*, también logró determinar que el grafeno obtenido a partir de coque era de características similares al que se ha reportado obtenido a partir de grafito en cuanto a defectos y al tipo y contenido de grupos funcionales con oxigeno.

Patentes

La Tabla 4 presenta cinco (05) solicitudes de patentes registradas en 2016 y 2017 para la obtención de grafeno a partir de materiales pregrafíticos como el coque, los asfaltenos y el carbón [28]–[46].

De las 19 patentes encontradas para el período 2007 – 2017 empleando, cinco pertenecen al área de síntesis directa de puntos cuánticos de grafeno y el resto están orientadas a la producción de grafeno de una o varias láminas.

Tabla 4: Últimas 5 patentes introducidas Fuente: Patent Inspiration

Patente	Fecha de Publicación
US2016304350A1 [39]	20/10/2016
CN106744861A [42]	31/05/2017
CN107161982A [41]	15/09/2017
US2017369320A1 [43]	28/12/2017
US2017370009A1 [44]	28/12/2017

En la patente US2017369320A1 [43] del 2017 se protege el procedimiento para la obtención de grafeno a partir de coque o carbón, mediante la utilización de ultrasonido como exfoliante luego de un proceso con un intercalante y un oxidante, para lo cual se emplea ácido sulfúrico concentrado y ácido nítrico. La patente US2017370009A1 [44] del mismo año y del mismo equipo de investigadores de Nanotek Instruments Inc, igualmente emplea como precursores coque o carbón y se basa en la utilización de electrolitos y la aplicación de corriente eléctrica como agentes para el intercalamiento, seguidos de la aplicación de ultrasonido para completar la exfoliación del grafeno.

Por su parte, los investigadores Gao Xiuli, Huang Jufeng y Xing Wei Introdujeron la patente registrada bajo el codigo CN107161982A [41], en la que plantean la utilización de surfactantes como el hexadeciltrimetilamonio como agente de intercalamiento y la utilización de ultrasonido para la exfolición del grafeno empleando como precursores coque de petróleo.

En la patente española EP2975001A1 [31] del 2016 se emplea para la exfoliación de grafeno el solvente N-metilpirrolidinona, un tratamiento térmico de 800 – 1000 °C y ultrasonido. Se utiliza como precursores materiales pregrafíticos como el coque.

En líneas generales las patentes encontradas emplean metodologías similares, variando la naturaleza del solvente para la intercalación. En su mayoría emplean ultrasonido para la etapa de exfoliación

utilizando algunas un tratamiento térmico para facilitar la separación.

5. Conclusiones

La búsqueda y análisis de patentes y de literatura científica indica que es posible extraer grafeno de materiales pregrafíticos como carbón y coque.

Los estudios señalan que las características del grafeno obtenido presentan una fuerte dependencia con el tipo de coque o material pregrafítico empleado como precursor. Mayores dominios cristalinos favorecen la obtención de láminas de grafeno de mayor tamaño, mientras que materiales con menores cristalinidades son preferibles para la elaboración de puntos cuánticos de grafeno.

En líneas generales los métodos de síntesis consisten en la utilización de agentes oxidantes o de surfactantes para lograr la intercalación de grupos funcionales y separar las láminas de los dominios grafíticos para facilitar la exfoliación por métodos térmicos o por la aplicación de ultrasonido.

Las principales aplicaciones del grafeno sintetizado a partir de coque son la producción de electrodos, catalizadores, supercapacitores y puntos cuánticos.

Los métodos analizados para la síntesis de grafeno no parecen implicar grandes costos y pudieran ser fácilmente escalables, por lo tanto se recomienda hacer los estudios y análisis científicos empleando coque venezolano, para posteriormente realizar las evaluaciones de factibilidad técnica y económica que permitan considerar el posible aprovechamiento de ese potencial recurso.

Referencias

[1] Novoselov KS, Geim AK, Morozov SV, Jiang D, Zhang Y, Dubonos SV, Grigorieva IV, and Firsov AA. Electric field effect in atomically thin carbon films. *Science*, 22(306):666–669, 2004.

[2] P. Agarwal and D. K. Sharma. Studies on the desulfurization of petroleum coke by organorefining and other chemical and biochemical techniques under milder ambient pressure conditions. *Petroleum Science and Technology*, 57(4):724–803, 2012.

[3] Aldo Santos and Rogerio Silva. Análisis del consumo de coque de petróleo en algunos sectores industriales. *Información tecnológica*, 19(2):93–101, 2008.

[4] Yuli Shan, Dabo Guan, Jing Meng, Zhu Liu, Heike Schroeder, Jianghua Liu, and Zhifu Mi. Rapid growth of petroleum coke consumption and its related emissions in china. *Applied Energy*, 226:495–502, 2018.

[5] Mauricio Terrones, Andrés R. Botello-Méndez, Jessica Campos-Delgado, Florentino López-Urías, Yadira I.Vega-Cantú, Fernando J.Rodríguez-Macías, Ana Laura Elías, Emilio Muñoz-Sandoval, Abraham G.Cano-Márquez, Jean-Christophe Charlier, and Humberto Terrones. Graphene and graphite nanoribbons: Morphology, properties, synthesis, defects and applications. *Nano Today*, 5(4):351–372, 2010.

[6] Mark O.Goerbig. The quantum hall effect in graphene: a theoretical perspective. *Comptes Rendus Physique*, 12(4):369–378, 2011.

[7] Z. Papić, M. O. Goerbig, and N. Regnault. Theoretical expectations for a fractional quantum hall effect in graphene. *Solid State Communications*, 149:1056–1062, 2009.

[8] Changgu Lee, Xiaoding Wei, Jeffrey W. Kysar, and James Hone. Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. *Science*, 321(5887):385–388, 2008.

[9] Alexander A. Balandin, Suchismita Ghosh, Wenzhong Bao, Irene Calizo, Desalegne Teweldebrhan, Feng Miao, and Chun Ning Lau. Superior thermal conductivity of single-layer graphene. *Nano Letters*, 8(3):902–907, 2008.

[10] A.Peigney, Ch. Laurent, E.Flahaut, R.R.Bacsa, and A.Rousset. Specific surface area of carbon nanotubes and bundles of carbon nanotubes. *Carbon*, 39(4):507–514, 2001.

[11] Eric Ganz, Ariel B. Ganz, Li-Ming Yang, and Matthew Dornfeld. The initial stages of melting of graphene between 4000 k and 6000 k. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 19(5):3756–3762, 2017.

[12] Nurhidayatullaili Muhd Julkapli and Samira Bagheri. Graphene supported heterogeneous catalysts: An overview. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(2):948–979, 2015.

[13] Sunil P Lonkar and Ahmed A Abdala. Applications of graphene in catalysis. *Journal of Thermodynamics and Catalysis*, 5(2):132–138, 2014.

[14] Francesco Bonaccorso, Luigi Colombo, Guihua Yu, Meryl Stoller, Valentina Tozzini, Andrea C. Ferrari, Rodney S. Ruoff, and Vittorio Pellegrini. Graphene, related two-dimensional crystals, and hybrid systems for energy conversion and storage. *Science*, 347(6217):1–9, 2015.

[15] Vinay Gupta, Neeraj Chaudhary, Ritu Srivastava, Gauri Datt Sharma, Ramil Bhardwaj, and Suresh Chand. Luminscent graphene quantum dots for organic photovoltaic devices. *Journal of the American Chemical Society*, 133(26):9960–9963, 2011.

[16] Rahul Mukherjee, Abhay Varghese Thomas, Ajay Krishnamurthy, and Nikhil Koratkar. Photothermally reduced graphene as high-power anodes for lithium-ion batteries. *ACS Nano*, 6(9):7867–7878, 2012.

[17] Santhakumar Kannappan, Karthikeyan Kaliyappan, Rajesh Kumar Manian, Amaresh Samuthira Pandian, Hao Yang, Yun Sung Lee, Jae-Hyung Jang, and Wu Lu. Graphene based supercapacitors with improved specific capacitance and fast charging time at high current density. *ArXiv*, 2013.

[18] Bahaa M. Kamel, Alaa Mohamed, M. El Sherbiny, K. A. Abed, and M. Abd-Rabou. Tribological properties of graphene nanosheets as an additive in calcium grease. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 38(10):1495–1500, 2017.

[19] Dan Zheng, Zhen bing Cai, Ming xue Shen, Zheng yang Li, and Min hao Zhu. Investigation of the tribology behaviour of the graphene nanosheets as oil additives on textured alloy cast iron surface. *Applied Surface Science*, 387(30):66–75, 2016.

[20] Haibin Yang, Hongzhi Cui, Waiching Tang, Zongjin Li, Ningxu Han, and Feng Xing. A critical review on research progress of graphene-cement based composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 102:273–296, 2017.

[21] Mohamed Saafi, Leung Tang, Jason Fung, Mahbubur Rahman, and John Liggat. Enhanced properties of graphene-fly ash geopolymeric composite cement. *Cement and Concrete Research*, 67:292–299, 2015.

[22] Ruquan Ye, Changsheng Xiang, Jian Lin, Zhiwei Peng, Kewei Huang, Zheng Yan, Nathan P. Cook, Errol L.G. Samuel, Chih-Chau Hwang, Gedeng Ruan, Gabriel Ceriotti, Abdul-Rahman O. Raji, Angel A. Martí, and James M. Tour. Coal as an abundant source of graphene quantum dots. *Nature Communications*, 4:2–7, 2013.

[23] Yongqiang Dong, Jianpeng Lin, Yingmei Chen, Fengfu Fu, Yuwu Chi, and Guonan Chen. Graphene quantum dots, graphene oxide, carbon quantum dots and graphite nanocrystals in coals. *Nanoscale*, 6:7510–7415, 2014.

[24] Xiaojun He, Hebao Zhang, Hao Zhang, Xiaojing Li, Nan Xiao, and Jieshan Qiu. Direct synthesis of 3d hollow porous graphene balls from coal tar pitch for high performance supercapacitors. *Journal of Materials Chemistry A*, 2(46):19633–19640, 2014.

[25] Gao Feng, Qu Jiangying, Zhao Zongbin, Zhou Quan, Li Beibei, and Qiu Jieshan. A green strategy for the synthesis of graphene supported mn3o4 nanocomposites from graphitized coal and their supercapacitor application. *Carbon*, 80:640–650, 2014.

[26] Ruquan Ye, Zhiwei Peng, Andrew Metzger, Jian Lin, Jason A. Mann, Kewei Huang, Changsheng Xiang, Xiujun Fan, Errol L. G. Samuel, Lawrence B. Alemany, Angel A. Martí, and James M. Tour. Bandgap engineering of coal-derived graphene quantum dots. *ACS Applied Matererials Interfaces*, 7(12):7041–7048, 2015.

[27] Uriel Sierra Patricia, Álvarez Clara Blanco, Marcos Granda Ricardo, and Santamaría Rosa Menéndez. Cokes of different origin as precursors of graphene oxide. *Fuel*, 166:400–403, 2016.

[28] Z. Yating, Z. Anning, S. Yunpeng, L. Guoyang, Q. Jieshan, and D. Yongoiang. CN104627998A, Device and method for preparing graphene film from low-rank coal, 2015. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[29] Chen Chengmeng, Kong Qingqiang, Shi Jiulong, Li Shuzhen, and Su Fangyuan. CN105819430A, Preparation method of coal base graphene, 2016. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[30] C. Yuwu, D. Yongqiang, and L. Jianpeng. CN103922329A, Method for extracting graphene quantum dots from coal, 2014. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[31] R. Menéndez López, P. Álvarez Rodríguez, A. Sierra Gómez Uriel, C. Blanco Rodríguez, and M. Granda Ferreira. EP2975001A1, Method for producing pregraphitic material oxide, graphene oxide or graphene from pregraphitic materials and products produced by said method, 2016. Oficina de Patentes de Europa.

[32] Tanimola Olanrewaju. US2016039678A1, Methods for synthesis of graphene derivatives and functional materials from asphaltenes, 2016. Oficina de Patentes de Estados Unidos.

[33] Tour James M, Ye Ruquan, Xiang Changsheng, Lin Jian, and Peng Zhiwei. US2016060122A1, Methods of producing graphene quantum dots from coal and coke, 2016. Oficina de Patentes de Estados Unidos.

[34] Wang Shuai, Su Zhi, Xi Yupeng, and Tian Hualing. CN103288076A, Method for preparing multilayer graphene from coal-base raw material, 2013. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[35] Su Yanjie and Zhang Yafei. CN103803538A, Macro method of coal-based graphene quantum dot, 2014. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[36] Yang Zhong and Liu Jun. CN103771403A, Method of preparing multilayer graphene by using brown coal slags, 2014. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[37] Li Qilong, Qi Zhonghui, Zhang Guilan, Hao Xianglong, and Li Yuan. CN105885906A, Preparation method of oxidized graphene modified medium-temperature coal tar pitch, 2016. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[38] Yang Zhengpeng, Zhang Xuefeng, Zhang Chunjing, Zhang Chunlei, and Zhao Wei. CN105931847A, Preparation method of coal-based graphene fibre photo-electrode, and application thereof in photoelectric conversion with low-concentration gas, 2016. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[39] Eva Deemer and Chianelli Russel. US2016304350A1, Compositions and methods related to doped graphene derived from asphaltenes, 2016. Oficina de Patentes de Estados Unidos.

[40] Dou Qinbao, Tu Chuanjun, Chen Liangxiu, Tian Kai, and Yu kun. CN105948014A, Coke/sulfonated graphene carbon-graphite material for sealing piece and preparation method thereof, 2016. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[41] Gao Xiuli, Huang Jufeng, and Xing Wei. CN107161982A, Petroleum coke-based graphene as well as preparation method and application thereof, 2017. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[42] Zhang Yating, Ren ShaoZhao, Dang Yongqiang, Liu Gouyang, and Li Keke. CN106744861A, Preparation method of coal-base graphene quantum dot, 2017.

Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[43] Zhamu Aruna and Jang Bor Z. US2017369320A1, Direct ultrasonication production of graphene sheets from coke or coal, 2017. Oficina de Patentes de Estados Unidos.

[44] Zhamu Aruna and Jang Bor Z. US2017370009A1, Electrochemical production of graphene sheets from coke or coal, 2017. Oficina de Patentes de Estados Unidos.

[45] Su Yanjie, Zhang Liling, and Zhang Yafei. CN103803540A, Preparation method of coal-based graphene quantum dot, 2014. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

[46] Liu Jun and Yang Zhong. CN103818897A, Method for preparing multilayer graphene by using semi coke, 2014. Administración Nacional de Propiedad Intelectual de la República China.

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Volumen 5, número 14, abril, 2019.

Rules for submitting articles – Section Science and Technology

Editorial line

Ciencia en Revolución journal will consider for its diffusion original and unpublished works in the scientific – technological scope.

All manuscripts that are received for publication will be subject to arbitration by experts in the area, through the double blind system. The author must accept this arbitration.

Type of Manuscripts

Ciencia en Revolución will accept the following works for publication

1. Articles of technological trend, prospective studies of medium and long term R+D+i of high utility in the industrial field with a maximum of eighteen (18) pages.
2. Unpublished research articles with a maximum of twenty (20) pages.
3. Technical notes with a maximum of five (5) pages.
4. Articles of scientific update that summarize the State of the Art of a specific area referring to what to do scientific - technological with a maximum of twelve (18) pages.
5. Article special invited with a maximum of twenty (20) pages.
6. Articles of scientific disclosure.
7. Letters to the editor.

Commitment

Submitting an article to Ciencia en Revolución, the work author is committed to formal so that the paper is original and unpublished, he shows his knowledge of Ciencia en Revolución standards and that his work will be refereed. The author must sign a commitment letter upon receipt.

Article Style

Articles may be sent either in Spanish or English. The original work should be written using LaTeX, or in WORD, or in Libre Office Writer. The Office works must employ a fount of family Time, to be stored in compact disk and to present three copies in physical. The works will be accepted through the e-mail of the journal.

The labored in LaTeX must include the files pdf, tex and a folder with the figure in eps (or png).

Figures

Figures must be preferable in pdf, eps or png format (also admit jpg format, if these are of high quality) must to be added in records separated and numbered. Figures caption or descriptions can not be into these, must be includes in the text of the work and in a file apart called Figure Caption.

Legends or descriptions of the figures can not be embedded in them, they must be included in the text of the work and in a separate file called Legend of Figures. Should be cited and sufficiently discussed in the text, the quote would be in the form: “in Figure 3” without abbreviating the word figure. These must be numbered in Arabic (1,2, . . .) consecutive throughout the work.

Tables

Tables can not be protruded by any type of color. Only the texts to be produced by means of “bold type”. Also must to be included in others files numerated and it is necessary to include a file with table caption.

All tables must be numbered in Arabic (1, 2, . . .), cited and sufficiently commented in the text from work. The quote would be in the form: “in Table 2”, for example (without abbreviating). All board or figure must have a wide maximum of 17,5cm.

Writing order

The order to follow for the writing of the work is the following:

1. Title Page,
2. Introduction,
3. Methodology or Research Development,
4. Analysis and Discussion of Results, and References
5. Conclusions,
6. References.

Title page should contain:

- Title of the work in Spanish and English, maximum 20 words.
- Full name(s) of author(s) with Full Institutional Address(es) (Address, Telephone, Email).
- Summary of the work in Spanish and in English (Abstract) with a maximum of 200 words for Unpublished, State of the Art articles and Technical Notes.
- At the end of the Summary in Spanish and Abstract in English three to five (3 to 5) Key Words should be added.

The headings of each section are written title type, capitals only in the first letter.

Text references must contain the name of the main author followed by the corresponding number of reference; for example: Jhonson [9], or simply [9] with no author name.

References will be written in order of citation, complete and should contain: author(s) (in caps and lower case), full title, journal, volume, number, pages and year of publication. For example:
G.O. Beale, F.J. Arteaga, and W.M. Black, Design and Evaluation of a Controller for the Process of Microwave Joining of Ceramics. *IEEE Transactions of Industrial Electronics*. 39(4), 301–312, 1992.

In the case of Books: Author(s) (in caps and lower case), *title*, publisher, place and year of publication should be included. For example:
J.M. Hill and J.N. Dewynne, Heat Conduction. *Blackell Set. Pub.*, London, 1987.

Work in an edited collection: Author(s) (in caps and lower case), title. In: editor, *title*, volume, publisher, place and year. For example:
S.L. Kalla and L. Galué, Generalized fractional, in *Calculus*. Global Publishing Company, USA, 145-178, 1997.

The following types of works can be cited:

1. Articles of scientific journals.
2. Articles of conference proceedings.
3. Articles in collections.
4. Books.
5. Chapters in a book.
6. Memories of congresses.
7. Doctoral theses.
8. Masther theses.
9. Special grade works.
10. Technical reports.
11. Technical manuals.
12. Patents.
13. Norms and laws.

It is not allowed to quote electronic addresses or web pages.

It is recommended to the authors to follow the International Nomenclature Norms (symbols, units and abbreviations).

1. Final Notes

Articles will be submitted for the reviewing process before they can be published. Offprints can be sent for article with a request from the Author(s). Any charge will be arranged by mutual agreement.

Ciencia en Revolución
Centro Nacional de Tecnología Química,
CNTQ
Calle Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda,
Edificio Complejo Tecnológico Simón Rodríguez,
Ofic. Centro Nacional de Tecnología Química,
La Carlota, Chacao, Caracas, Estado Miranda,
Venezuela.
Código Postal 1064.
Teléfonos:
(+58-212) 239.81.25,
882.65.61, 555.09.75;
Correo–e: revista.cntq@gmail.com

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Volumen 5, número 14, abril, 2019.

Normas para la presentación de artículos – Sección Ciencia y Tecnología

Línea editorial

La Revista Ciencia en Revolución considerará para su difusión trabajos originales e inéditos en el ámbito científico – tecnológico.

Todos los manuscritos que sean recibido para su publicación serán sometidos a arbitrajes de expertos en el área, mediante el sistema de doble ciego. El autor debe aceptar este arbitraje.

Tipos de trabajos

Ciencia en Revolución aceptara para su publicación los siguientes trabajos

1. Artículos de tendencia tecnológica, estudios de prospectiva de I+D+i a medio y largo plazo de alta utilidad en el campo industrial con un máximo de dieciocho (18) paginas.
2. Artículos de investigación inéditos con un máximo de veinte (20) páginas.
3. Notas técnicas con un máximo de cinco (5) páginas.
4. Artículos de actualización científica que resuman el Estado del Arte de un área específica referente al que hacer científico – tecnológico con un máximo de doce (18) páginas.
5. Artículo invitados especiales con un máximo de veinte (20) páginas.
6. Artículos de divulgación científica.
7. Cartas al editor.

Compromiso

Al enviar un artículo a la Revista Ciencia en Revolución, el autor del trabajo está comprometido en forma formal, que el trabajo es original e inédito, manifiesta su conocimiento de las normas de la revista y que su trabajo será arbitrado. Debe firmar una carta compromiso al momento de su recepción.

Estilo

La redacción de los trabajos puede realizarse en idioma castellano o inglés. El trabajo original debe ser redactado en formato LaTeX o en su defecto en Microsoft Word. Los trabajos en Word deben emplear una fuente de la familia Times. Los trabajos serán aceptados a través del correo de la Revista.

Los trabajos en LaTeX deben incluir los archivos pdf, tex y una carpeta comprimida con las figuras en eps (o png).

Figuras

Las figuras deben estar en formato vectorializado preferiblemente png o eps (también se admiten los formatos CompuServe gif o jpg, si estas son de alta calidad y trabajó en word) deben añadirse en archivos independientes y numeradas. Cada figura debe ser enviada en un archivo gráfico independiente.

Las leyendas o descripciones de la figuras no pueden estar embutidas en éstas, deben ser incluidas en el texto del trabajo y en un archivo aparte llamado Leyenda de Figuras. Deben ser citadas y suficientemente comentada en el texto, la cita sería en la forma: “en la Figura 3” sin abreviar la palabra figura. Estas deben ser numeradas en arábicos (1,2, . . .) consecutivos a lo largo de todo el trabajo.

Tablas

Las tablas no pueden ser resaltadas por ningún tipo de color. Solamente los textos a resaltar mediante “negritas”. También deben incluirse las tablas en archivos aparte numerados y es necesario incluir un archivo con las leyendas de las tablas. Toda tabla debe ser numerada en arábicos (1, 2, . . .), citadas y suficientemente comentada en el texto del trabajo. La cita sería en la forma: “en la Tabla 2”, por ejemplo (sin abreviar).

Orden de Redacción

El orden a seguir para la redacción del trabajo es el siguiente:

1. Portada
2. Introducción
3. Metodología o Desarrollo de la Investigación
4. Análisis y Discusión de Resultados
5. Conclusiones
6. Referencias Bibliográficas.

La portada debe contener: Título del trabajo en castellano y en inglés, con un máximo de 20 palabras. Nombre(s) del autor(es) y su dirección(es) institucionales completa(s), correo electrónico del autor para correspondencia (sólo será publicado el correo electrónico del autor para correspondencia).

Resumen del trabajo en castellano y en inglés (Abstract) con una extensión máxima de 200 palabras. Al final tanto del resumen como del abstract debe agregarse entre tres (3) a cinco (5) palabras clave.

Los encabezamientos de cada sección se escriben tipo título, mayúsculas sólo en la primera letra.

Citas. Las citas de referencias en el texto, contendrán el nombre del autor principal seguido de corchetes con

el número correspondiente a la referencia, por ejemplo: Beale [9], o simplemente el número de la referencia bibliográfica [9], sin citar al autor.

Referencias Para los artículos en LATEX se usará el estilo de bibliografía "unsrt". Las referencias bibliográficas se escribirán en orden de citación, deben ser completas y contener todos y cada uno de los datos para identificarla.

Se pueden citar:

1. Artículos de revistas científicas.
2. Artículos de memorias de congresos.
3. Artículos en colecciones.
4. Capítulos en un libro.
5. Memorias de congresos.
6. Libros Tesis doctorales.
7. Trabajo de grado de materia.
8. Trabajos especiales de grado.
9. Informes técnicos.
10. Manuales técnicos.
11. Patentes.
12. Normas y leyes.

No se permiten direcciones electrónicas ni páginas web.

En el caso de artículos de revista contendrán: Autor(es) (Inicial del Nombre, Apellidos). Título. Nombre de la revista, volumen, número, páginas y año de publicación. Por ejemplo: [9] G.O. Beale, F.J. Arteaga y W.M. Black, Design and Evaluation of a Controller for the Process of Microwave Joining of Ceramics. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 39(4), 301–312, 1998.
En caso de libros ha de incluirse: Autor(es), título, editorial, lugar de publicación y año de publicación. Por ejemplo: [9] J.M. Hill y J.N. Dewynne, Heat Conduction. *Blackell set. Pub.*, London, 1992
En caso de colección editada:
Autor(es). Título, En: editor, año, título, volumen, editorial, lugar, número de páginas y año de publicación. Por ejemplo: [11] S.L. Kalla y L. Galué (1993): Generalized fractional Calculus. *Global Publishing Company*, USA, 145–178.

Se recomienda a los autores tener en cuenta las normas internacionales de nomenclatura para la utilización de símbolos, unidades y abreviaturas.

Notas finales

Los artículos se enviarán para el proceso de revisión antes de publicarse. Se pueden enviar copias del artículo con una solicitud del autor (es). Cualquier cargo será arreglado por mutuo acuerdo.

Ciencia en Revolución
Centro Nacional de Tecnología Química,
CNTQ
Calle Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda,
Edificio Complejo Tecnológico Simón Rodríguez,
Ofic. Centro Nacional de Tecnología Química,
La Carlota, Chacao, Caracas, Estado Miranda,
Venezuela.
Código Postal 1064.
Teléfonos:
(+58-212) 239.81.25,
882.65.61, 555.09.75;
Correo–e: revista.cntq@gmail.com

Volumen 5, número 14, abril, 2019.

Carta de compromiso

Envíe con su trabajo la siguiente carta al Comité Editorial de Ciencia en Revolución.

Ciudadanos
Editor(a) en jefe y demás
Miembros del Comité Editorial
de la revista Ciencia en Revolución
Presente.

Por medio de la presente envío a Ud. (s) el manuscrito del trabajo titulado:

_____

_____

para que sea sometido a evaluación para la publicación. Manifiesto que este trabajo es original e inédito, no ha sido publicado, no es duplicado, ni redundante; no está siendo sometido simultáneamente a arbitraje para su publicación por ningún medio de difusión, que los datos son originales y verídicos, que el autor y los coautores ceden los derechos de publicación en la revista Ciencia en Revolución, que el trabajo, tanto en su texto como las tablas y figuras ha sido elaborado de acuerdo a las Instrucciones para los Autores, publicadas por Ciencia en Revolución y que las referencias son directamente relacionadas con el trabajo.

Se designa como autor de correspondencia al autor o coautor que lo indique, con quien el Comité Editorial mantendrá comunicación a través del correo electrónico revista.cntq@gmail.com, quien será responsable ante autores y coautores y dará respuesta rápida a los requerimientos del Comité Editorial. No se conocen conflictos de intereses y de haberlos los autores y coautores están obligados a indicarlo en el original junto a la fuente de financiamiento.

Firma: _____

El autor para correspondencia.

Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

Volumen 5, Número 14, abril, 2019.

Centro Nacional de Tecnología Química

Autoridades

Consejo Directivo

Dra. Magaly Henríquez González
Presidenta

Dr. Marcos Rosa-Brussin
Universidad Central de Venezuela

Dr. Edgar Ocando
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

Dr. José Gregorio Biomorgi
Universidad Central de Venezuela

Dra. Nadia Sánchez Rachaus
Petroquímica de Venezuela

MSc. Cesar Alejandro Basanta
Instituto de Tecnología Venezolana para el Petroleo

Lcda. Geraldina Palm de Pulido
Asociación Venezolana de la Industria Química y Petroquímica

Lcda. María Laura Chona
Dirección Ejecutiva

Dr. Samuel Villanueva Velásquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación

Lcda. Dayana Arreaza
Gerencia de Articulación y Alianza Interinstitucional

Lcda. Adriana Córdoba
Gerencia de Talento Humano

Lcda. Doris Rodríguez
Gerencia de Administración y Apoyo Técnico

Econ. Robert Guzmán
Gerencia de Planificación, Presupuesto, Seguimiento y Control

Abg. Dilia Romero
Consultoría Jurídica

CIENCIA EN REVOLUCIÓN

La revista *Ciencia en Revolución* es una publicación periódica digital de la fundación Centro Nacional de Tecnología Química, entidad adscrita al Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología. Es arbitrada y en proceso de indexación. Se publica cada cuatro meses. Se aceptan trabajos en Castellano e Inglés. Todos los trabajos son revisados por el Comité Editorial, Arbitrados por el Comité Técnico y especialistas en la materia.
Dirección Postal: Calle Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda, Edificio Complejo Tecnológico Simón Rodríguez, Piso PB, Ofic. Centro Nacional de Tecnología Química, Sector La Carlota, Chacao, Caracas, Miranda, 1064, Venezuela.
Correo – e: revista.cntq@gmail.com
Página Web: https://cntq.gob.ve/index.php/revista-digital-ciencia-en-revolucion.

"Debemos avanzar hacia una explosión masiva del conocimiento, de tecnología, de innovación, en función de las necesidades sociales y económicas del país y de la soberanía nacional"

Hugo Rafael Chávez Frías Aló Presidente Nrp. 247
Ciudad Guayana, 19 de febrero de 2006

Síguenos en nuestras redes

www.cntq.gob.ve

@CNTQ_Vzla

Centro Nacional de Tecnología Química

CNTQ