

Bioetanol: tendencias mundiales de investigación

Carla de la Cerna Hernández^{1*}

¹Oficina de Comercialización de Tecnología, Dirección de Innovación y Transferencia de Conocimiento, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. * carla.hernandez@correo.buap.mx

Introducción

La explotación del petróleo a partir del siglo XIX, y su utilización para la producción de energía y materias primas, han permitido un gran avance industrial en los últimos años, y un beneficio a sectores industriales como el químico, textil, construcción, combustible, transporte, envasado, etcétera (Del Prado García, 2008). Sin embargo, existen amenazas que afectan a estos sectores, y en particular al sector petroquímico, tales como la inestabilidad del precio del barril del petróleo, una gran demanda por parte de economías emergentes, el bajo suministro y/o niveles críticos de las reservas mundiales, y el interés político y ambiental acerca de las emisiones de efecto invernadero que se producen a partir de estos residuos fósiles (Del Prado García, 2008) (Agarwal, 2007). Con respecto al sector petroquímico y de combustibles, las grandes economías mundiales se encuentran en la búsqueda de una solución alternativa que cumpla con los siguientes requisitos: que sea amigable con el medio ambiente, que se obtenga a partir de una fuente de producción ilimitada y accesible en la naturaleza, que no implique modificaciones costosas a la infraestructura utilizada por la gasolina y diesel, entre otros. Los biocombustibles pueden producirse a partir de diversas fuentes, como lo son los productos forestales, agrícolas, pesqueros, desechos municipales, así como subproductos y desechos de la industria alimentaria. Para la producción de bioetanol puede ser utilizado cualquier materia prima que tenga dentro de su composición un alto contenido de azúcar o compuestos que puedan hidrolizarse como el almidón y la celulosa en azúcares libres.

Debido a la importancia del bioetanol como fuente energética, existe un gran número de adelantos tecnológicos, así como retos de investigación para una producción y utilización óptima. En este sentido, los estudios de vigilancia tecnológica, los cuales incluyen estudios bibliométricos y análisis de patentes, son de vital importancia para abordar los retos de investigación. Este tipo de estudios se basan en una metodología de investigación empleada en la ciencia de la información y bibliográfica, e incluye una serie de procedimientos cuantitativos y visuales para generalizar los patrones y dinámicas de las publicaciones (Pitchar, 1969). La orientación de un tema específico de investigación puede ser reflejado por los resultados científicos publicados. Una de las mayores fuentes de información bibliométrica es la base de datos de Web of Science (Instituto de Información Científica-ISI), la cual cuenta con alrededor de 12,000 revistas indexadas en diferentes áreas de investigación, incluyendo ciencias naturales, ciencias sociales, artes y humanidades. Esta plataforma de información permite el análisis de la producción de publicaciones por países, centros de investigación, campos de investigación, investigadores y años de publicación, entre otros, lo que permite conocer en un periodo específico el comportamiento de investigación de un tema en particular. El uso de la base de datos Thomson Innovation nos permite realizar un estudio del comportamiento de publicación de patentes en un determinado tiempo, las principales compañías o instituciones que patentan, así como los países con mayor número de publicaciones. Estas herramientas brindarán una guía a los centros de

investigación e industrias interesadas en las tendencias de investigación y desarrollo de tecnologías acerca del Bioetanol a nivel mundial.

Metodología

La información bibliométrica de las publicaciones relativas a bioetanol fue tomada de la base de datos de la Web of Science (Thomson Reuters). La búsqueda se basó en la palabra “bioetanol” con los siguientes refinamientos: tipos de documentos: artículos y revisiones; años de publicación: 2006 a 2015. Los resultados se agruparon en las siguientes categorías: países, años, áreas de investigación, autores, títulos de las revistas, universidades o instituciones, entidades financiadoras, idiomas de publicación, entre otros. La búsqueda de publicación de patentes se realizó con la base de datos Thomson Innovations, utilizando como palabra de búsqueda “bioetanol” en un tiempo determinado del 2006-2015.

Resultados y Discusión

El número de artículos y revisiones publicados entre 2006 y 2015, conteniendo la palabra bioetanol, fue de 5011. Cómo se puede observar en la figura 1, la producción de artículos tuvo una tendencia a la alza con respecto del año inmediato anterior, con excepción del año 2014. En 2015 se publicaron 928 documentos.

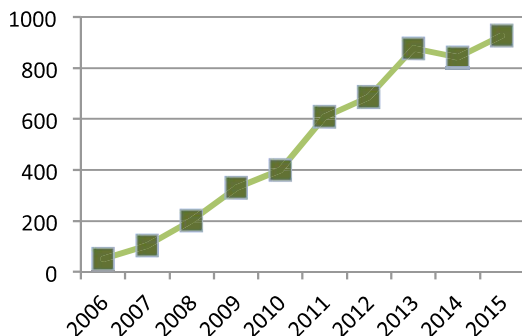


Figura 1. Tendencia de publicación en los últimos 10 años sobre el tema de Bioetanol

Al analizar las 10 principales áreas o categorías, de acuerdo a la Web of Science, donde se

realiza la investigación sobre bioetanol (figura 2) se puede observar que la categoría líder es la Microbiología aplicada a la biotecnología (43.00%), seguida de Combustibles energéticos (39.30%), Ingeniería (24.22%), Agricultura (23.27%), Química (13.76%), Ciencias ambientales de Ecología (8.73%), Bioquímica de la biología molecular, (6.62%), Tecnología de ciencias de los alimentos (6.04%), Ciencias de los materiales (4.41%) y Microbiología (3.95%).

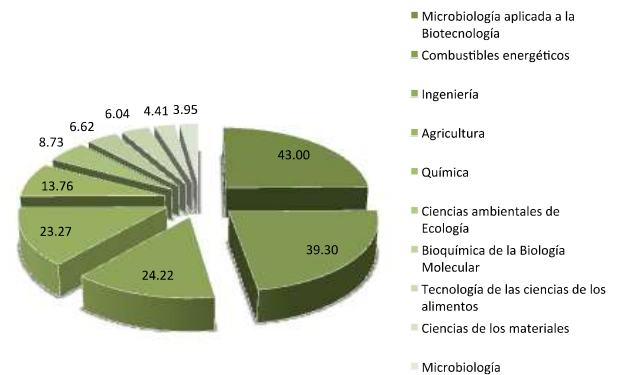


Figura 2. Las diez principales categorías de investigación de los 5011 documentos publicados de 2006 a 2015, sobre el tema de Bioetanol.

También, se puede observar que la investigación en este campo proviene de 80 países. En este sentido, los países con mayor número de publicaciones fueron Estados Unidos y China (14.32% y 13.32%, respectivamente). Los lugares 3° y 4° fueron Japón y Brasil (7.65% y 7.38%), seguidos en 5° lugar por India (6.14%). Por su parte, México se ubicó en el lugar 19 (1.79%) (Figura 3). Con relación al idioma utilizado en las publicaciones, el Inglés fue el líder, seguido del Checo (1.05%), Alemán (0.43%), Español (0.35%), y Japonés (0.31%). Esto muestra un gran dominio de Estados Unidos y su idioma en las publicaciones registradas en los últimos años, e indica que países como China, Japón, Brasil sí bien tienen publicaciones en su idioma, el inglés es su idioma elegido para publicar. El idioma español, a pesar de tener 18 publicaciones, se encuentra en el 4º lugar con respecto al idioma de publicación.

Un total de 1113 instituciones participaron en la investigación sobre el bioetanol, en la Tabla 2 se muestran los 10 primeros lugares. De estas instituciones, 3 pertenecen a Estados

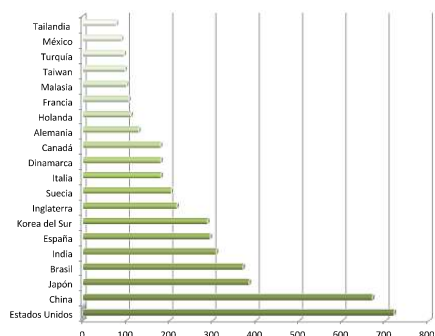


Figura 3. Los 20 países con mayor número de publicaciones de 2006 a 2015, sobre el tema de Bioetanol.

Unidos, 2 a Brasil y 1 para China, Japón, India, Suecia y Dinamarca. La Academia de Ciencias China lidera la lista con 123 registros de publicaciones. Aunque ninguna institución de Estados Unidos se encuentra entre los primeros 4 lugares de la lista, la presencia de instituciones de este país es mayor con respecto a los demás. México no tiene presencia de instituciones en los primeros 10 lugares; sin embargo, hay un gran número de instituciones que realizan investigación sobre bioetanol, como el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (13 publicaciones cada una), Universidad de Guanajuato (10 publicaciones), el Instituto Politécnico Nacional (9 publicaciones), la Universidad Autónoma de Coahuila (8 publicaciones) y la Universidad Nacional Autónoma de México y el CINVESTAV (7 publicaciones cada una).

Adicionalmente, se pudo observar que existen 1421 registros de instituciones que financian las investigaciones publicadas relativas al Bioetanol. Este número es mayor al número de instituciones dedicadas a la investigación sobre este tema. La institución líder en el financiamiento fue la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China (Tabla 2) con un total de 201 publicaciones

financiadas. En este sentido, China, Estados Unidos, Brasil, Japón y la Unión Europea fueron los países con mayor número de instituciones que brindan apoyo económico para la investigación sobre el Bioetanol; este apoyo concuerda con sus políticas energéticas que les obliga a realizar investigaciones de primer nivel sobre las alternativas de combustibles, por ejemplo Bioetanol. En México, el CONACYT (a través de apoyos individuales, Fondos Mixtos y el Fondo Sectorial con SAGARPA), fue la principal institución financiadora (48 publicaciones), seguido del Tecnológico de Monterrey (6 publicaciones), la Universidad de Guanajuato (4 publicaciones) y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (3 publicaciones).

Tabla 1. Principales instituciones y país de origen, en publicar documentos con respecto al Bioetanol en los últimos 10 años.

INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN	PT	PT%	País
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	123	2.447	China
TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	100	1.989	Dinamarca
UNIVERSIDADE DE SAO PAULO	94	1.87	Brasil
LUND UNIVERSITY	88	1.751	Suecia
UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE USDA	87	1.731	Estados Unidos
UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY DOE	86	1.711	Estados Unidos
COUNCIL OF SCIENTIFIC INDUSTRIAL RESEARCH CSIR INDIA	76	1.512	India
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE TECHNOLOGY AIST	70	1.392	Japón
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	69	1.373	Brasil
UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA	65	1.293	Estados Unidos

PT= publicaciones totales; PT%=porcentaje de sus publicaciones

Tabla 2. Principales instituciones que financian documentos con respecto al Bioetanol en los últimos 10 años.

INSTITUCIONES	NTD
NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA	201
CNPQ	86
FAPESP	51
CONACYT	48
CAPEX	43
SWEDISH ENERGY AGENCY	41
MINISTRY OF EDUCATION SCIENCE AND TECHNOLOGY	39
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO CNPQ	38
FUNDAMENTAL RESEARCH FUNDS FOR THE CENTRAL UNIVERSITIES	35
EUROPEAN COMMISSION	33

NTD=Número total de documentos

Con respecto a las revistas donde se han publicado la investigación sobre bioetanol, se obtuvo un total de 240 revistas. La figura 4 muestra las 10 revistas líderes en publicación sobre bioetanol. Se puede observar que estos

10 títulos de revistas poseen un FI entre 1.42 y 6.04. La revista con mayor número de publicaciones fue *Bioresource Technology* (12.87%), seguido de *Biomass Bioenergy* (3.36%), y *Biotechnology for Biofuels* (3.28%).

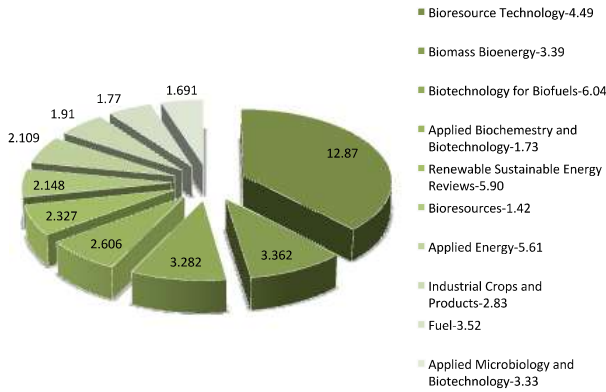


Figura 4. Los diez primeros títulos de revistas con su valor de FI, donde se han realizado publicaciones en la última década sobre el tema de Bioetanol.

El número de patentes publicadas entre 2006 y 2015 conteniendo la palabra bioetanol fue de 52,364. En la figura 5 se muestra la tendencia en ese periodo, donde cada año aumentó el número de patentes publicadas con respecto al año anterior.

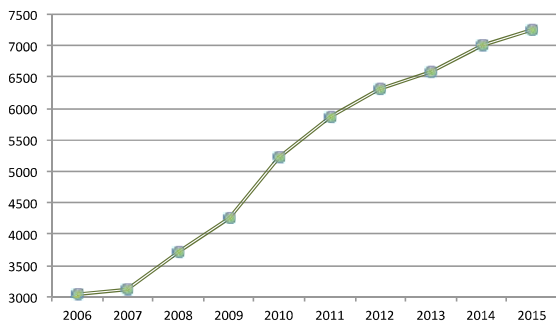


Figura 5. Tendencia de producción de patentes en los últimos 10 años sobre el tema de Bioetanol.

Con respecto a los países con mayor número de patentes publicadas, China ocupó el primer lugar con 9671 patentes, seguida de Estados Unidos (8565), Japón (6022), Unión Europea (Oficina Europea de Patentes) (5766) y Corea del Sur (2509). México se ubicó en el lugar trece con 652 patentes.

Con relación a las empresas o instituciones con mayor número de patentes, la Tabla 3

muestra las 10 empresas líderes que participan en la producción de patentes sobre el Bioetanol. En este sentido, las empresas de Estados Unidos lideran la lista (Dupont, Xyleco Inc., Martek Biosciences Corp., Genomatic Inc. y Novozymes North America Inc.). Cabe notar que sólo una institución educativa (Universidad de Jiangnan, China) se encuentra entre las 10 instituciones líderes en patentar.

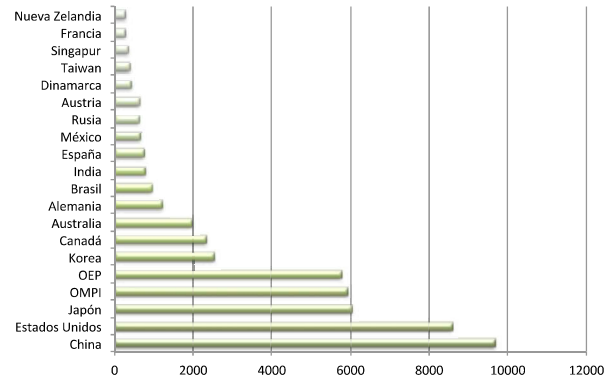


Figura 6. Los 20 países con mayor número de patentes de 2006 a 2015, sobre el tema de Bioetanol.

Tabla 3. Empresas líderes en la producción de patentes sobre Bioetanol en los últimos 10 años.

EMPRESAS O INSTITUCIONES QUE PATENTAN	PP	País
Dupont	1481	Estados Unidos
USM IP Assets	1038	Holanda
Novozymes A/S	870	Dinamarca
Xyleco Inc.	743	Estados Unidos
Martek Biosciences Corp.	560	Estados Unidos
BASF SE	467	Alemania
Univ. Jiangnan	414	China
Genomatic Inc.	413	Estados Unidos
Lanzatech New Zealand LTD	403	Nueva Zelanda
Novozymes North America Inc.	400	Estados Unidos

PP=Patentes publicadas

Conclusiones

Este artículo presenta una visión sobre las tendencias mundiales de investigación y producción de patentes en el campo de Bioetanol mediante la métrica de publicaciones científicas y patentes. Este estudio establece que la producción científica y tecnológica en el ámbito de Bioetanol ha ido incrementando. En general, Estados Unidos y China fueron los países que lideran la producción de publicaciones, al igual que contienen a las

entidades que financian este tipo de investigación.

México se encuentra entre los 20 países líderes con mayor productividad, tanto en producción científica (artículos y revisiones) como tecnológica (patentes), Sin embargo, las potencias mundiales llevan una ventaja cuantitativa muy significativa, y por ende es necesario el establecimiento de políticas de investigación más agresivas que conlleven a la no-dependencia tecnológica en este importante sector industrial.

Referencias

1. M. Del Prado García, 2008. Biorrefinerías: Situación actual y perspectivas del futuro. España: Genoma España.
2. A. K. Agarwal, 2007. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. nº 33, pp. 233-271.
3. A. Pitchar, 1969. Statical bibliography or bibliometrics. nº 25, pp. 348-349.
4. X.Yaoyang, W.J. Boeing. 2013. Mapping biofuel field: A bibliometric evaluation of research output. Renewable and sustainable Energy Reviews. No. 28, pp. 82-91.
5. <http://www.knowledgeatwharton.com.es/article/el-etanol-y-la-controversia-alimento-o-combustible/>