

# Tendencias Tecnológicas en los Biopolímeros y Plásticos Biodegradables: Un Caso de Estudio de Vigilancia Tecnológica

Technology Trends in Biopolymers and Biodegradable Plastics: A Case Study of Technological Surveillance

Hugo Ávila Vargas<sup>1</sup>, Maribel P. Espilco Barrera<sup>2</sup>, Alfredo Medina Calderón<sup>3</sup>, Máximo R. Reyes Conde<sup>4</sup>, Jorge L. Rojas Barnett<sup>5</sup>, Jesús O. Villanueva Napurí<sup>6</sup>

*Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú*

**Resumen**— El objetivo del presente estudio es hallar información sobre las tendencias tecnológicas en los biopolímeros y plásticos biodegradables y compararla, en lo posible, con la situación presentada en el año 2009. Para el análisis se utilizan herramientas de software de Vigilancia Tecnológica como el SCOPUS y como palabras clave Biopolymers y Biodegradable. Los términos empleados han sido definidos de acuerdo a lo establecido por el Comité Europeo de Normalización (CEN).

**Abstract**— The objective of the present study is to find information on technology trends in biopolymers and biodegradable plastics and compare it, as it is possible, with the situation presented in the year 2009 [1]. Software tools of technology watch as the SCOPUS and Biopolymers and Biodegradable keywords are used for analysis. The terms used have been defined according to the established by the European Committee for Standardisation (CEN).

**Palabras clave**— SCOPUS, biopolimeros, bioplásticos, vigilancia tecnologica.

**Keys words** – SCOUS, biopolymers, bioplastics, technological surveillance.

## I. INTRODUCCIÓN

La vigilancia tecnológica es una herramienta que permite clasificar y organizar información de diferentes temas, favoreciendo la aproximación al conocimiento de las tecnologías emergentes en un área

determinada de la investigación y la industria, y las tendencias existentes. El proceso de vigilancia actualiza la visión del entorno y por ende la detección de las oportunidades y amenazas, insumos que favorecen la toma de decisiones oportunas (con la anticipación debida) para generar ventajas competitivas, al reducir los riesgos, incentivar la innovación y coadyuvar a la adecuación de la organización a los vertiginosos cambios del mercado.

Hasta la penetración generalizada de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (fines del el SigloXX) no era una tarea muy complicada el realizar la vigilancia, porque las innovaciones y documentos académicos y científicos producidos anualmente eran en mucho menos y poco difundidos en comparación a la situación actual, en la que la “Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva” son muy necesarios en el “**planeamiento y proceso de innovación**”.

El objetivo de este estudio fue de presentar información, acerca de las tendencias de investigaciones y aplicaciones de los biopolímeros, existentes en diversas bases de datos de documento científicos, revistas, capítulos de libro, encuestas, notas editoriales, ponencias de conferencias, cartas, libros, informes, artículo de negocios e informes. Se ha empleado el software de vigilancia “Scopus”, y como palabras claves: “biopolymers” y “biodegradable”.

Los resultados son comparados, de manera referencial, en todo aquello que sea posible, a los hallazgos en dos investigaciones con objetivos similares, uno del 2009 [1] y el otro del año 2014 [2], que emplearon el software “Matheo patent”, orientado a la búsqueda de patentes.

## II. ANTECEDENTES

El antecedente de referencia de este es el realizado por I.J. Quiñones [1], sobre el mismo el tema: biopolímeros y plásticos biodegradables, que presenta

<sup>1</sup> Hugo Ávila Vargas, E-mail: [havilavargas@unmsm.edu.pe](mailto:havilavargas@unmsm.edu.pe)

<sup>2</sup> Maribel P. Espilco B., E-mail: [maribel.espilco@unmsm.edu.pe](mailto:maribel.espilco@unmsm.edu.pe)

<sup>3</sup> Alfredo Medina Calderón, E-mail: [amedinac@unmsm.edu.pe](mailto:amedinac@unmsm.edu.pe)

<sup>4</sup> Máximo R. Reyes Conde, E-mail: [ricardo.reyes@unmsm.edu.pe](mailto:ricardo.reyes@unmsm.edu.pe)

<sup>5</sup> Jorge L. Rojas Barnett, E-mail: [jose.rojas4@unmsm.edu.pe](mailto:jose.rojas4@unmsm.edu.pe)

<sup>6</sup> Jesús O. Villanueva Napurí, E-mail: [jvillanuevan@unmsm.edu.pe](mailto:jvillanuevan@unmsm.edu.pe)

Recibido: Noviembre 2014 / Aceptado: Diciembre 2014

la producción de patentes entre los años 2004 y 2009 por alianzas empresariales y empresas líderes. Asimismo puntualiza la participación importante y cada vez más creciente de Brasil.

### III. MARCO CONCEPTUAL

#### A. Vigilancia tecnológica

En este estudio empleamos el término de vigilancia tecnológica de acuerdo a lo establecido en la norma Española UNE 16600:2006 (normas de gestión de I+D+i) que resume las definiciones que se han propuesto [3]: Es un proceso Organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios (UNE 16600:2006) [4].

El interés de la Vigilancia Tecnológica (VT) es convertir información en conocimiento, para la organización, que será utilizado en los ajustes de estrategias, planes y proyectos. Este conocimiento se traduce en informes que describen las tendencias y cambios significativos para la organización, que se denominan: Informes de Vigilancia Tecnológica [5]. Gradualmente el término “vigilancia” está siendo sustituido por el de “inteligencia” [3].

#### B. Software de Vigilancia.

Existen diferentes opciones de búsqueda de diferentes características, gratuitas o no, con diversas prestaciones para localizar información, los resultados dependen de (i) la habilidad del usuarios para formular la consulta, priorizar necesidades, analizar la información y las “brechas existentes”, identificar y validar la fiabilidad de las fuentes y (ii) las herramientas utilizadas (iii) la asistencia de un experto en el tema, si fuera necesario [6].

En el estudio se ha utilizado el software de vigilancia SCOPUS y se hace referencia al software Matheo Patent.

#### C. Biopolímeros y biodegradabilidad.

Los plásticos son polímeros orgánicos que se presentan cotidianamente en múltiples aplicaciones y materiales de uso individual, doméstico o tal vez en tecnología compleja. Los biopolímeros o bioplásticos, son plásticos de origen renovable.

Los biopolímeros son polímeros producidos por la naturaleza (el almidón y la celulosa) y son asimilables por varias especies (biodegradables) porque no tienen efecto tóxico (biocompatibles), y a partir de ellos se pueden producir los bioplásticos. Los derivados del almidón son los biopolímeros más ampliamente estudiados; generalmente proceden del grano de maíz

y de las papas. La producción de almidones se incrementa por desarrollo de biopolímeros [7].

Los polímeros dependiendo de su origen natural pueden ser (i) Polímeros que provienen de biomasa - polisacáridos y proteínas- como: el almidón, celulosa, caseína y gluten, (ii) Polímeros a partir de síntesis química de monómeros, como: Bio-poliéster y el ácido poliláctico (PLA) y (iii) Polímeros obtenidos a partir de microorganismos como: PHA y PHB [7].

Los plásticos de origen natural pueden ser o no biodegradables, porque la biodegradabilidad depende de la estructura química. Es decir los plásticos basados en la biomasa no siempre son biodegradables y los plásticos biodegradables no siempre provienen de la biomasa [1].

Son biopolímeros biodegradables el almidón, la celulosa y proteínas como la gelatina y no es biodegradable el polietileno fabricado a partir de la caña de azúcar. Los plásticos sintéticos pueden ser biodegradables como el alcohol polivinílico y las poliésteramidas.

Los residuos de los plásticos sintéticos provenientes del petróleo son difíciles de eliminar porque son resistentes a la corrosión, al agua y a la descomposición bacteriana, constituyendo un gran problema ambiental mundial [8]. Razón que motivó este estudio.

#### D. Biopolímeros.

El mercado mundial de biopolímeros el 2008 era de 250.000 ton/año aproximadamente, con un crecimiento anual de 22 %, [1]. Los envases consumen más del 60% de la producción mundial de bioplásticos, cuyo mercado se ve impulsado por: el aumento del combustible fósil, la globalización de la industria química y de polímeros, las regulaciones ambientales y la huella de carbono, y las tecnologías biorenovables (monómeros, polímeros y otros la fibra natural) [8].

Recubrir frutas, encapsular aderezos o fabricar láminas podrían ser los nuevos usos como empaque comestible del biopolímero BiLac [9] [10].

## IV METODOLOGÍA

El estudio de la producción tecnológica de interés se ha concentrado en dos temas: biopolímeros y materiales biodegradables.

El acceso a las Bases de datos de publicaciones se ha realizado mediante el software de vigilancia SCOPUS, se realizó en dos etapas independientes utilizando las Palabra clave: “Biopolymers” y “Biodegradable”, que están íntimamente relacionadas.

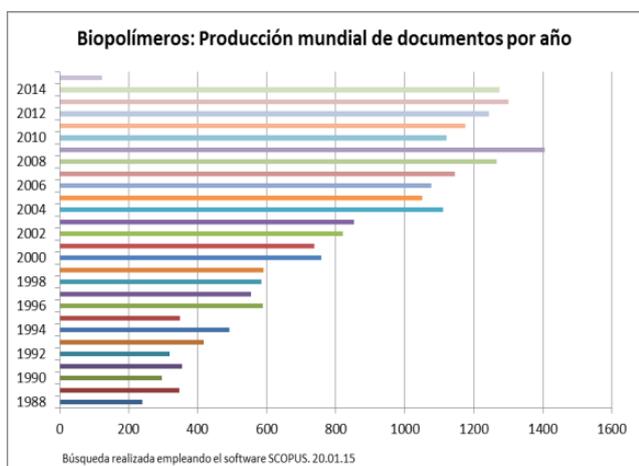
Los resultados parciales hallados han sido comparados, donde correspondía, con los estudios

anteriores que trataron sobre la producción de patentes en las mismas áreas.

V RESULTADOS

**Palabra clave: “Biopolymers**

La producción anual de patentes tuvo una tendencia creciente entre 1999 y el 2008, “año de mayor innovación” [1], en que se modifica este comportamiento, notándose un declive en la producción de patentes a partir el año 2008 [2]. Sin embargo la producción de documentos relacionados con los biopolímeros ha continuado su crecimiento, reflejo de la gran importancia de los mismos y la actividad científica, como se evidencia en la Fig 1.



**Fig.1** Producción anual de documentos referidos a biopolímeros.

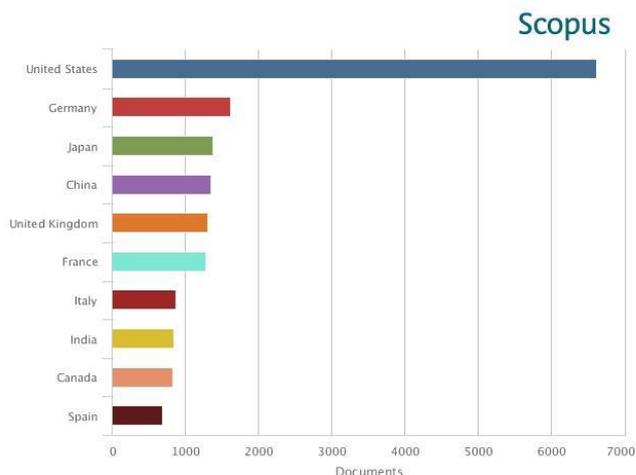
Históricamente Estados Unidos, Alemania y Japón han sido y son los países líderes en la producción de patentes [1] [2], hecho que tiene relación con las publicaciones halladas, como se aprecia en la Fig. 2, siendo la contribución del primero (6,622 documentos) equivalente al 95% de la producción acumulada-de 1988 a la fecha- por los cinco países siguientes (6,940).

Las instituciones norteamericanas son las que más investigan (registran patentes) [1], [2].en temas relacionados con métodos, biopolímeros, procesos y usos [2] y consecuentemente más publican, Fig. 3, llegando a tener 3 centros académicos entre los 10 primeros que lidera la Academia de Ciencias de Rusia.

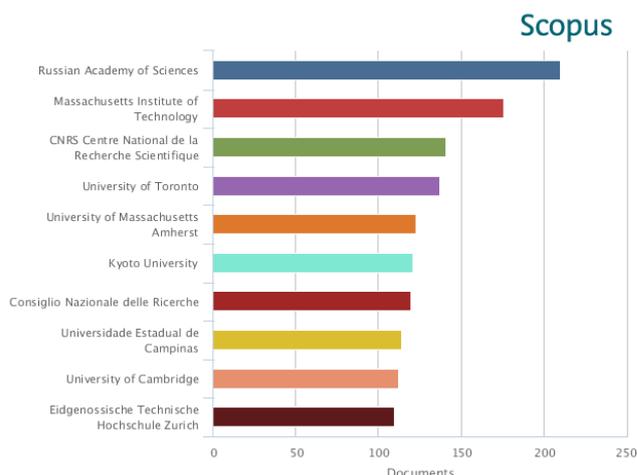
En la búsqueda y difusión de innovaciones y nueva aplicaciones de biopolímeros, de 118 autores registrados –desde 1988-, los 10 más fecundos, listados en la Fig. 4, han producido 356 publicaciones relacionadas con biopolímeros, que el 14 % del total: 2,544.

Las áreas en las que más se publica sobre temas relacionados con los biopolímeros son múltiples, Tabla I, siendo bioquímica, ciencias de materiales, química e

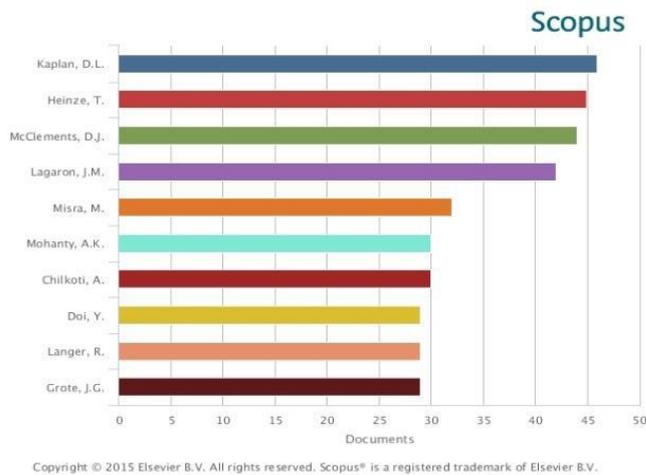
ingeniería química las más mencionadas, tal como se muestra en la Fig. 5.



**Fig.2** Producción de documentos referidos a biopolímeros por países.



**Fig. 3** Producción de documentos referidos a biopolímeros por países.



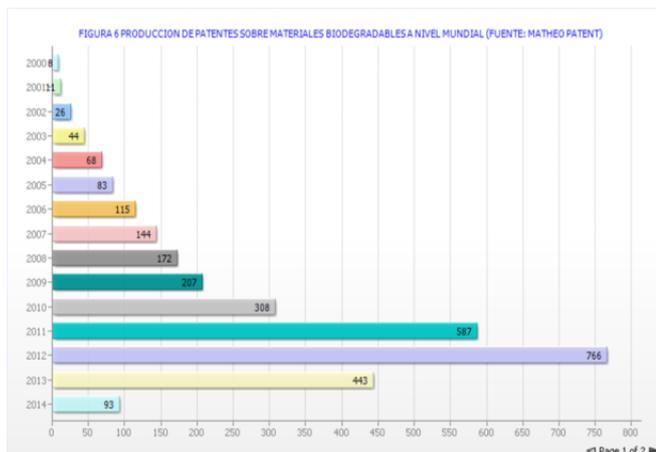
**Fig.4** Biopolímeros: publicaciones por autores (1988- 2015).  
TABLA I

ÁREAS QUE MAS PUBLICAN SOBRE POLÍMEROS

Orden	Areas
1	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology
2	Materials Science
3	Chemistry
4	Chemical Engineering
5	Engineering
6	Physics and Astronomy
7	Agricultural and Biological Sciences
8	Medicine
9	Environmental Science
10	Immunology and Microbiology
11	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics
12	Multidisciplinary
13	Earth and Planetary Sciences
14	Energy
15	Mathematics
16	Computer Science
17	Business, Management and Accounting
18	Neuroscience
19	Health Professions
20	Dentistry
21	Social Sciences
22	Decision Sciences
23	Nursing
24	Arts and Humanities
25	Veterinary
26	Economics, Econometrics and Finance
27	Psychology

**Palabra clave: “Biodegradable”.**

En la producción de patentes sobre materiales biodegradables, entre los años 2008 y 2014, se produjo en los años 2011, y 2012 [2], Fig. 6.

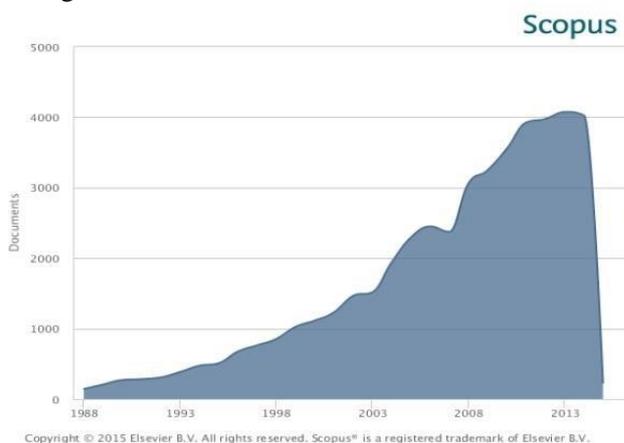


**Fig. 6** Producción de patentes referidos a Biodegradable por años (2001- 2014).

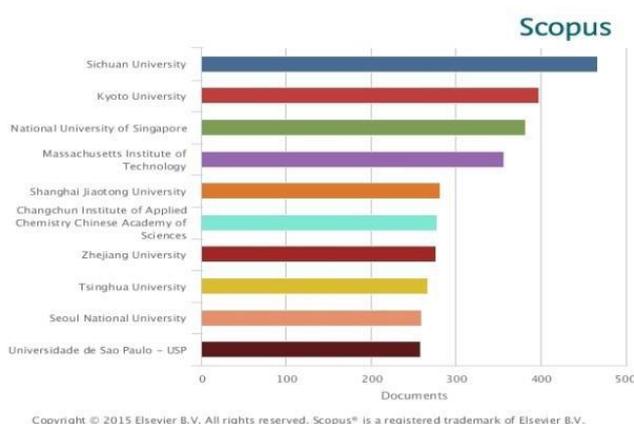
Las publicaciones anuales registradas en las bases de datos accedidas se han incrementado sostenidamente y en concordancia con la producción de patentes, Fig. 7.

Las instituciones y empresas líderes en investigación y producción de patentes en el área genérica de “biodegradables” se ubican en: Corea, Italia, Estados Unidos, Alemania y Japón [1] [2] en ese orden: En publicaciones tres universidades asiáticas

son las más proficuas (de China, Japón y Singapur), ver Fig. 8.

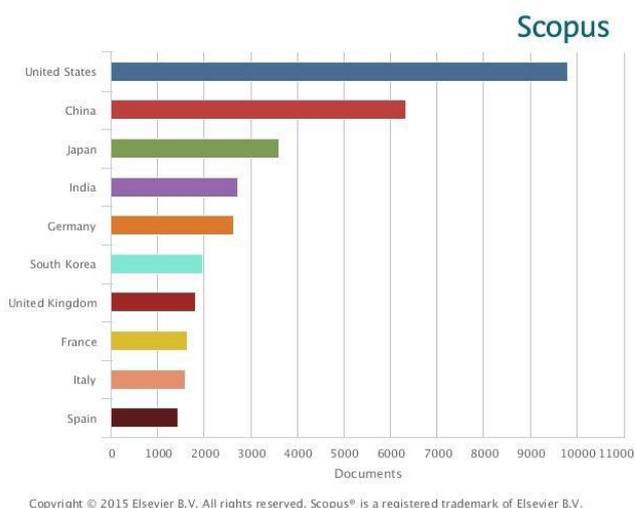


**Fig. 7** Biodegradable: Publicaciones por años (2001- 2014).



**Fig. 8** Biodegradable: Publicaciones por centros académicos e instituciones (1988- 2015).

La producción anual de patentes en biodegradables es mayor en Estados Unidos, China y Corea [1] [2], en publicaciones, de las bases de datos accedidas, están también a la cabeza Estados Unidos y China, seguidos de Japón y a India; Fig. 9.



**Fig. 9** Biodegradables: principales países en publicaciones (1988-2015).

Los títulos de las patentes contiene con mayor profusión las palabras: método, preparación, mismo, biodegradable [1] [2].

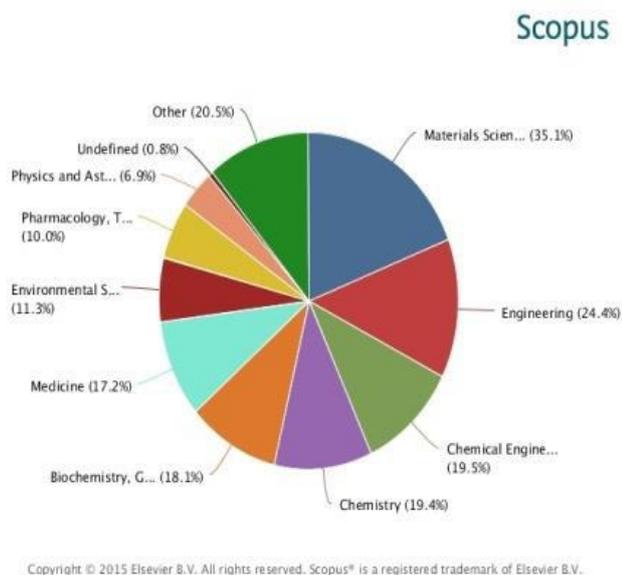


Fig. 10 Biodegradables: principales países en publicaciones (2008-2014).

Las bases de datos consultadas incluyen diferentes disciplinas o áreas de investigación relacionadas con la palabra clave biodegradable”, tal como se presenta en la Fig. 11 y Tabla II como ciencias de materiales, ingeniería, ingeniería química, química y bioquímica que coincide con los resultados hallados en la búsqueda con la palabra clave “biopolímeros”.

En la Fig. 11 se listan los autores que más han publicado en el periodo 1988 – 2015.

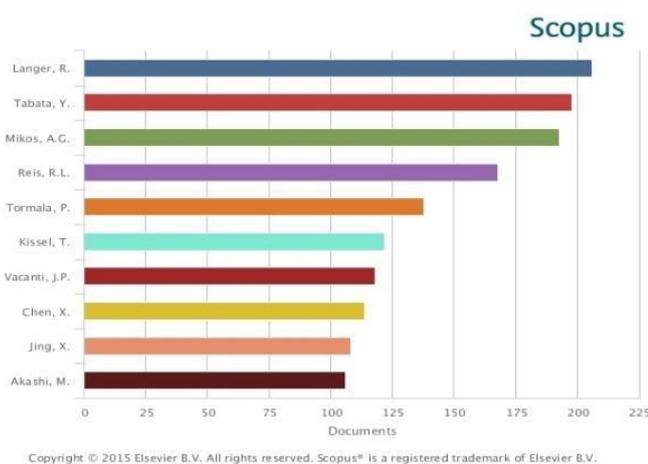


Fig. 11 Biodegradable: temas de publicaciones (1988-2015).

### VI ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Las áreas en las que más se publican temas relacionados con los biopolímeros son múltiples, siendo la bioquímica, las ciencias de materiales, la química y la ingeniería química las más mencionadas.

Tabla II  
ÁREAS QUE MAS PUBLICAN SOBRE BIOPOLÍMEROS

Orden	Areas de Investigación
1	Materials Science
2	Engineering
3	Chemical Engineering
4	Chemistry
5	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology
6	Medicine
7	Environmental Science
8	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics
9	Physics and Astronomy
10	Agricultural and Biological Sciences
11	Immunology and Microbiology
12	Energy
13	Dentistry
14	Earth and Planetary Sciences
15	Business, Management and Accounting
16	Computer Science
17	Undefined
18	Health Professions
19	Neuroscience
20	Multidisciplinary
21	Veterinary
22	Mathematics
23	Social Sciences
24	Nursing
25	Arts and Humanities
26	Economics, Econometrics and Finance
27	Decision Sciences
28	Psychology

Las publicaciones anuales registradas en las bases de datos accedidas se han incrementado sostenidamente en concordancia con la producción de patentes.

### VII CONCLUSIONES

En el estudio se ha obtenido una visión general de la situación del desarrollo de los biopolímeros, notando que Estados Unidos, Alemania y Japón han sido y son los países líderes en la investigación (producción de patentes) y difusión de materiales y aplicaciones de biopolímeros (publicaciones halladas). Siendo 118 autores los más prolíferos en la búsqueda y difusión de innovaciones y nueva aplicaciones de biopolímeros.

El acceso a las bases de datos mediante software como Scopus y Matheo Patent en la vigilancia tecnológica permite conocer las tendencias de las tecnologías emergentes e identificar las oportunidades o amenazas existentes,

En el estudio realizado hallamos que hay un gran movimiento en torno a la investigación y difusión de los biopolímeros y los materiales y aplicaciones biodegradables, en sintonía con las tendencias ecológicas y del desarrollo sostenible.

En general hay correspondencia en los resultados de las tres investigaciones realizadas utilizando las mismas palabras clave: biopolímeros y biodegradable,

dos referidas a la producción de patentes, [1] [2] y el presente.

El principal resultado de la Vigilancia Tecnológica o Inteligencia Competitiva es el conocimiento adquirido, insumo para la toma de decisiones, minimizando riesgos, con anticipación a la situación detectada y aprovechando las oportunidades identificadas.

### REFERENCIAS

- [1] I.J. Quiñones, “Vigilancia tecnológica aplicada para identificar las tendencias tecnológicas en los biopolímeros y plásticos biodegradables”, *Informador Téc.*, Vol. 73, Dic. 2009, pp. 53-65
- [2] H. Avila et al., “Caso. Vigilancia tecnológica aplicada para identificar las tendencias tecnológicas en los biopolímeros y plásticos biodegradables”, UNMSM-FIEE, Diciembre 2014.
- [3] R. Gudiño, J. Aued, R. Rousset, M. Villanueva, N. Pérez, M. Formica, P. Tomiozzo y L. Planas, “Implementación de una Unidad de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia aplicada al Sector de Tecnología Médica (UTVTeI-TecMed) y la articulación entre el ámbito científico tecnológico, Universitario y Empresarial. Un estudio de caso territorial”. *Instituto Nacional de Tecnología Industria – INTI*, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva – MINCyT. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos- FI UNER, 2011.
- [4] Norma Española UNE 16602:2006. Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i. España. AENOR, 2006.
- [5] C. Rodríguez F. et al, “Sistema de Vigilancia Tecnológica y Agentes Inteligentes”, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid, 2009
- [6] L. Rey V., “Informe APEI sobre vigilancia tecnológica”, Informe APEI 4 20, *Asociación Profesional de Especialistas en Información*, Gijón, España. 2009.
- [7] Antena Tecnológica, “Caracterización de nueva película biodegradable comestible hecho de glucomanano salep”, Marzo 2014, Pág. 4.
- [8] G. Pacheco et al., “Bioplásticos”, *Biotecnología*, Vol. 18 No. 2, Año 2014, pp.27-36, [En línea], Disponible: [http://www.smbb.com.mx/revista/Revista\\_2014\\_2/bioplásticos.pdf](http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2014_2/bioplásticos.pdf)
- [9] Ainia, “4 tendencias clave que impulsan el mercado de los bioplásticos para el sector de envases”, 8 de octubre de 2014. [En línea] Disponible en: <http://tecnoalimentalia.ainia.es/web/guest/inicio>
- [10] M. Delgado et al., “Desarrollo de materiales compuestos, completamente biodegradables, a partir de almidón termoplástico y fibras semiquímicas de esparto”, *13 Congreso Internacional en Ciencia y Tecnología de Metalurgia y Materiales 2013*, España.
- [11] M. Delgado et al., “Desarrollo de materiales compuestos, completamente biodegradables, a partir de almidón termoplástico y fibras semiquímicas de esparto”, *13 Congreso Internacional en Ciencia y Tecnología de Metalurgia y Materiales*. España. 2013.