
LOS MIEMBROS DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES MEXICANO: UN ACERCAMIENTO DESDE LA PRODUCCIÓN DE PATENTES 2003-2012

Gabriela Millán Quintero y Nevid Israel Meza Rodríguez

RESUMEN

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de México es un mecanismo que incentiva las actividades de investigación científica y tecnológica a nivel nacional. Uno de los elementos de evaluación de los miembros de este sistema es la producción de patentes, la cual da muestra de las capacidades inventivas de los investigadores. En este trabajo se identificó la producción de las patentes de los miembros del SNI. Se tomó la información de las patentes otorgadas a residentes nacionales del Instituto Mexicano

de la Propiedad Industrial en el periodo 2003-2012 y se identificaron a los inventores miembros del SNI. En la mayor parte de los casos, la participación de los inventores en las patentes identificadas correspondió a investigadores del Distrito Federal, y de manera prioritaria en rubros de tecnología media-alta relacionados con áreas de Química, Materiales y Farmacéutica. Sin embargo, como se esperaba, los miembros participan con un porcentaje muy pequeño en la generación de patentes.

Introducción

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue creado en 1984 como mecanismo de estímulo económico para investigadores ante los escenarios de crisis en México (Luna-Morales, 2012). Este sistema tiene como objetivo promover y fortalecer la calidad de la investigación científica y tecnológica, así como la innovación que se produce en el país (Artículo 3, Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores, DOF, 2012). Concebido desde su inicio con tres niveles para investigadores activos y uno para nuevos investigadores, el SNI es una agrupación de investigadores y tecnólogos que congrega todas las disciplinas practicadas en México. Pertenecer al SNI es una distinción que reconoce la labor de los investigadores dedicados a producir conocimiento científico y tecnológico de alto nivel (CONACyT, 2014;

Contreras *et al.* 2015). Este sistema pretende compensar la productividad de los miembros con un incentivo económico (Gonzalez-Brambila y Veloso, 2007). Según el Artículo 41 del Reglamento del SNI (DOF, 2012), dentro de los criterios de evaluación de sus miembros se incluyen productos de investigación ya sea para el ingreso, reingreso o prórroga. Estos productos pueden ser: a) Investigaciones Científicas y Tecnológicas (artículos, libros, capítulos de libros, patentes, desarrollos tecnológicos, innovaciones y transferencias tecnológicas) y b) Formación de Científicos y Tecnólogos (dirección de tesis profesionales y de posgrado terminadas, impartición de cursos en licenciatura y posgrado o formación de investigadores y de grupos de investigación).

Uno de los productos que considera el SNI dentro del punto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas es

el referido a patentes. La patente se define como un derecho exclusivo concedido por el Estado a una invención de producto o de proceso. En el caso mexicano, el encargado de conceder este derecho es el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI); (OMPI, 2008, 2014a; IMPI, 2012). Es importante proteger las invenciones para que el creador de las mismas pueda obtener los beneficios morales y/o económicos durante un lapso de 20 años a partir de la fecha de solicitud de la patente (OMPI, 2008). Para que una invención sea susceptible de ser patentada debe cumplir con condiciones de patentabilidad (OMPI, 2008) que se establecen, para el caso de México, en los artículos del 15 al 19 de la Ley de Propiedad Industrial (DOF, 1991).

Los indicadores de patentes proporcionan información sobre la actividad de la invención, los procesos de desarrollo tecnológico y sus

resultados. Esta información es difícil de localizar en otras fuentes, por ello las patentes son consideradas por la OCDE (2009) como una alternativa para entender a las actividades de ciencia y tecnología. La información que se puede obtener de las patentes tiene algunos inconvenientes para medir la actividad inventiva, ya que no todas las invenciones se patentan, las compañías pueden preferir otro mecanismo de protección o incluso no proteger sus invenciones; otro inconveniente es que algunas patentes no llegan a ser comercializadas (OCDE, 2009).

En el presente trabajo se estudia a la patente como un producto de las actividades de los miembros del SNI y se determinan sus características asociadas a la relación investigador-inventor. Existen estudios que se han enfocado en los indicadores asociados a su producción e impacto en revistas de corriente principal

PALBRAS CLAVE / Capacidad Inventiva / Investigadores / México / Patentes / Sistema Nacional de Investigadores /

Recibido: 06/07/2015. Modificado: 19/10/2015. Aceptado: 26/10/2015.

Gabriela Millán Quintero
Estudiante de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, Centro de Inves-

tigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), México. Dirección: Av. Instituto Politécnico Nacional 2508,

Col. San Pedro Zacatenco, Delegación Gustavo A. Madero. México, D.F. Apartado Postal 14-740, 07000 México, D.F. e-mail: gamillan@cinvestav.mx

Nevid Israel Meza Rodríguez
Estudiante de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, CINVESTAV-IPN, México.

THE MEMBERS OF THE MEXICAN NATIONAL SYSTEM OF RESEARCHERS: AN APPROACH FROM PATENT PRODUCTION 2003-2012

Gabriela Millán Quintero and Nevid Israel Meza Rodríguez

SUMMARY

The National Research System (SNI) of Mexico is a mechanism that encourages the activities of scientific and technological research at the national level. One element of evaluation of the members of this system is the production of patents, showing the inventive skills of researchers. In this work the patent production by SNI members was identified. The information of patents granted to national residents was obtained from the

Mexican Institute of Industrial Property for the period 2003-2012 and inventors that were members of SNI were identified. In most cases, the participation of inventors corresponded to researchers from the Federal District, in medium-high technology areas related to Chemistry, Materials and Pharmaceuticals. However, as expected, the members participate with a very small percentage in the generation of patents.

OS MEMBROS DO SISTEMA NACIONAL DE PESQUISADORES MEXICANO: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA PRODUÇÃO DE PATENTES 2003-2012

Gabriela Millán Quintero e Nevid Israel Meza Rodríguez

RESUMO

O Sistema Nacional de Pesquisa (SNI) do México é um mecanismo que incentiva as atividades de pesquisa científica e tecnológica a nível nacional. Um elemento de avaliação dos membros deste sistema é a produção de patentes, que está demonstrando as capacidades de inventiva dos pesquisadores. Neste trabalho foi identificada a produção de patentes por membros do SNI. Informação de patentes concedidas aos residentes nacionais do Instituto Mexicano

da Propriedade Industrial para o período 2003-2012 e inventores integrantes do SNI foi tomada. A participação de inventores em patentes identificadas foi observada na maioria dos casos no Distrito Federal, principalmente em áreas de média-alta tecnologia relacionada com as áreas de Química, Materiais e Produtos Farmacêuticos. Porém, como esperado, os membros participam com uma muito pequena percentagem na geração de patentes.

(Gonzalez-Brambila y Veloso, 2007; Amado *et al.*, 2013; Luna-Morales, 2012; Marmolejo *et al.*, 2015), así como a sus patrones de movilidad científica (Pérez y Torres-Vega, 1998; Contreras-Gómez *et al.*, 2015). Sin embargo, hasta donde se tiene conocimiento, el presente trabajo constituye el primer estudio sobre la producción de patentes por los miembros del SNI mexicano.

En el caso de España, Maraut y Matínez (2014) realizaron un estudio en el que comparan los datos generales relacionados con investigadores localizados en la base de datos SCOPUS y patentes de investigadores adscritos a universidades, obtenidos de la Oficina Europea de Patentes (EPO, sigla de *European Patent Office*). Una parte importante del trabajo de Maraut y Matínez (2014) se centra en la metodología para la combinación de los datos obtenidos. Si bien el trabajo de combinar las bases de datos se realizó de forma directa en el presente estudio, la diferencia

primordial radica en que se consideró la base de datos del SNI para observar las patentes otorgadas dentro del Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial de México (SIGA). Por otra parte, Boyack y Klavans (2008) abordan el estudio de investigadores localizados en SCOPUS y patentes obtenidas de la Oficina de Patentes y Marcas de los EEUU (USPTO, sigla de *United States Patent and Trademark Office*). El análisis se hace igualmente por vínculos inventor-autor y se profundiza un poco más en las patentes que en el caso de Maraut y Matínez (2014). Asimismo, trabajos como los de Meyer *et al.* (2005) y Gómez *et al.* (2006) son estudios con un enfoque de análisis de inventor-autor semejante al que se utiliza en el presente trabajo.

Metodología

Para el desarrollo del trabajo se utilizó la base de datos de los miembros del Sistema

Nacional de Investigadores (SNI) vigentes al 01/01/2014 (CONACyT, 2014) y una base de datos de patentes otorgadas a residentes nacionales del 2003 al 2012, proporcionada por la Dirección General de Evaluación Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGEI-UNAM) completada con datos del IMPI (2014). Las patentes otorgadas permiten conocer la productividad tecnológica aprobada mediante los requerimientos de patentabilidad (utilidad, novedad, no evidencia y de material patentable) realizada por residentes mexicanos.

Se identificaron los dos apellidos de cada uno de los autores y se buscó concordancia de ambos dentro de las dos bases de datos; para aquellos que se relacionaron se verificó que el nombre propio registrado en cada una de las bases de datos correspondiera. Se logró estructurar una base de datos de 464 patentes de 887 participaciones de inventores adscritos al SNI, de un universo de 1937

patentes y 4291 participantes en las patentes otorgadas a residentes nacionales. A todos los inventores se les asignó la titularidad identificada dentro de la patente y se verificó para cada uno de los casos que los apellidos, el nombre y la titularidad fueran compatibles con la información registrada en el SNI (apellidos, nombre y adscripción). Con este procedimiento se verificó la concordancia de 617 participaciones de las 887 identificadas previamente (69,56%). Para el restante 30,44% se le asignó la entidad política identificada dentro de la patente y se corroboró que correspondiera con el registro del SNI. De esta forma se verificaron 742 participaciones de las 887 (83,65%). En los restantes 145 se verifica que el área tecnológica (patente) y la descripción del área del conocimiento (SNI) ofrezcan información que permita verificar su relación. Se logra así relacionar a 873 casos (98,42%). Se consideró: 1) que un inventor puede participar en patentes cuya área

Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), la Universidad Autónoma de México (UAM), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), entre otras (Figura 4).

En la red mostrada en la Figura 5 es posible identificar como se relacionan los investigadores miembros del SNI de diferentes adscripciones para el desarrollo de patentes. Según el nivel de los investigadores miembros SNI que participan dentro de las patentes, se puede observar que la mayor parte de los investigadores-inventores que tienen patentes corresponde al Nivel I participando un 42,16% (Figura 6).

Género y Centralidad SNI

La participación por género de los miembros SNI en la producción de patentes es similar al comportamiento de las patentes otorgadas a nivel nacional, donde 20% es cubierto por la participación del género femenino mientras que el 80% es cubierto por el género masculino. En los registros del SNI, la participación varía, ya que el 32% es cubierto por el género femenino y el 68% por el género masculino (CONACyT, 2011).

Es posible observar que los miembros SNI que se desenvuelven como inventores dentro de las patentes se encuentran mayormente localizados en el Distrito Federal, seguidos por el Estado de Morelos. Cabe destacar que el 81% de

los inventores del SNI identificados residen en seis Estados de la República Mexicana (Figura 7). Según la Entidad Federativa del titular de la patente, los documentos revisados se ubican principalmente en ocho entidades que concentran el 90,73% de las patentes (Distrito Federal, Nuevo León, Morelos, Coahuila, Querétaro, Estado de México, Jalisco y Chihuahua). El Distrito Federal encabeza la lista con una participación del 58,19%. Trece Estados no tienen participación.

Desde el punto de vista de las características de las patentes en las que participan los investigadores-inventores miembros del SNI, la mayor parte de las patentes corresponden a desarrollos tecnológicos sobre productos (46%), seguido por patentes de procesos (38%) y finalmente patentes sobre productos y procesos (16%).

Titularidad de las patentes

Dentro los principales titulares de las patentes en las que participan los miembros del SNI, el 53,13% se concentra en siete instituciones: Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), Universidad Autónoma de México (UAM), Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Instituto Tecnológico y de Estudios

Superiores de Monterrey (ITESM) y Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). En la Figura 8 se muestra dicha participación. Se observa que los titulares con mayor participación en las patentes revisadas corresponden a las principales adscripciones de los investigadores-inventores SNI, que intervienen en el desarrollo de dichas patentes. Por lo tanto, las invenciones en las que intervienen los miembros del SNI se desarrollan dentro de las instituciones de adscripción. La categorización de los titulares refleja: Instituciones y Centros de Investigación (ICI) con un 40,04%, Instituciones de Educación Superior (IES) con 29,60%, Empresas (E) con un 13,28%, Particulares (P) con 10,25%, Instituciones de Gobierno (IG) con 3,04% e Instituciones de Salud (IS) con 3,80% (Figura 9).

Según las categorías establecidas para las adscripciones de los miembros del SNI



Figura 4. Adscripción de los miembros SNI con patentes otorgadas en el periodo (2003-2012).

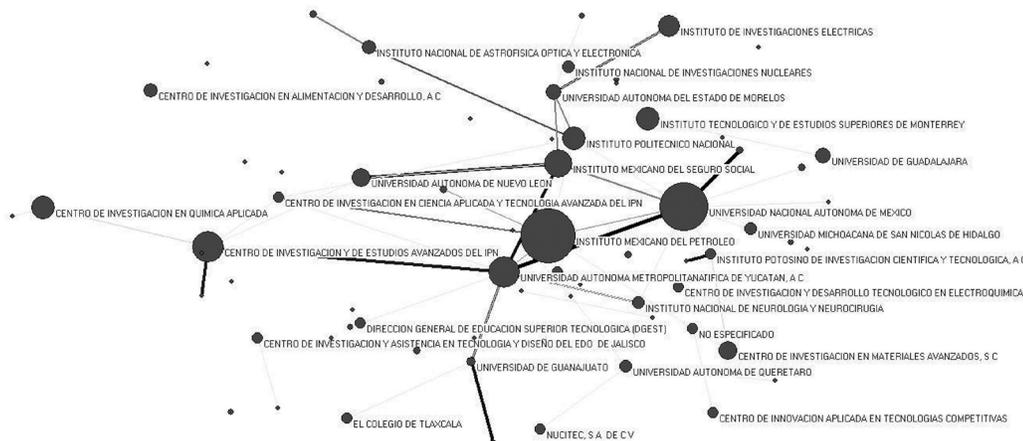


Figura 5. Interrelación de los investigadores SNI por adscripción.

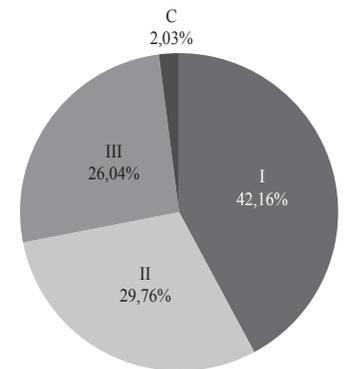


Figura 6. Participación de los niveles SNI en la producción de patentes. C: nivel Candidato del SNI; I, II y III: niveles I, II y III del SNI.

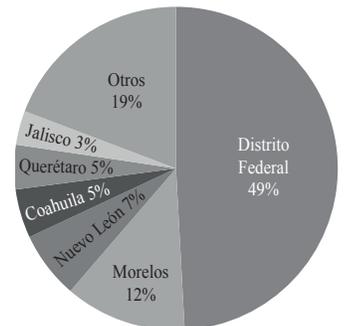


Figura 7. Principales estados de los miembros del SNI que cuentan con patentes.

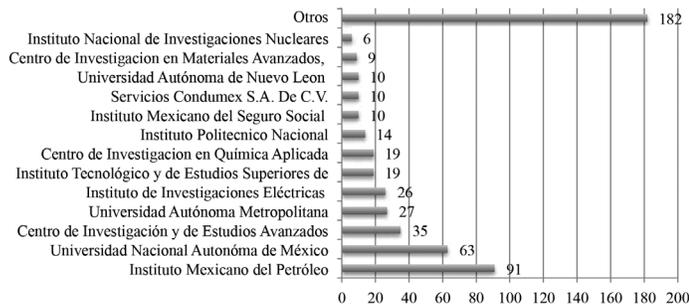


Figura 8. Principales titulares de patentes en las que participan miembros SNI.

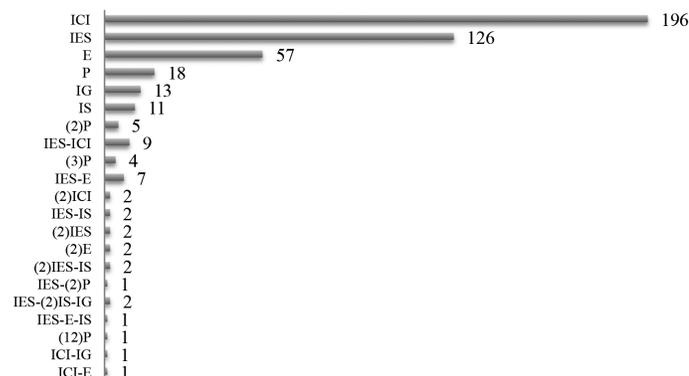


Figura 9. Titularidad y co-titularidad de patentes en las que participan miembros SNI. ICI: instituciones y centros de investigación, IES: instituciones de educación superior, E: empresas, P: particulares, IG: instituciones de gobierno, IS: instituciones de salud.

que han desarrollado una patente se observa que 421 de los casos no colaboran para el desarrollo de las patentes. embargo, es posible observar 15 formas de colaboración que responden al 9% de las patentes. La colaboración más frecuente se da entre las Instituciones de Educación Superior y los Institutos y Centros de Investigación con nueve casos. La mayor cantidad de colaboraciones sucede con una patente y 12 titulares particulares.

Dentro de los titulares se ubicaron 40 empresas que participan dentro de la producción de patentes. El 86% de las titularidades corresponden a invenciones en los que la empresa obtiene la protección sin colaboración. Algunas de las principales empresas con patentes desarrolladas con por lo menos un inventor registrado dentro del SNI son: Servicios ConduMex (15%), Innovaciones Biomédicas y Tecnológicas (6%), Innovamedica (6%) y Sigma Alimentos (5%).

Clasificación Internacional de Patentes

De las patentes identificadas se observó la forma como se describe el invento por medio de la Clasificación Internacional

de Patentes (CIP), ya que las patentes por lo general consideran más de una clasificación dentro del documento de propiedad. Dentro de los ocho grupos en los que se clasifican las tecnologías, los más representativos son el C (Química, Metalurgia) y A (Necesidades corrientes de la vida), con 28% y 27% respectivamente; seguidos por B (Técnicas Industriales Diversas; Transportes) con un 19% y por G (Física) con un 13%; mientras que con una participación del 5% se tiene a F (Mecánica, iluminación, calefacción, armamento, voladura) y H (Electricidad); E (Construcciones Fijas) tiene una participación del 2% y D (Textiles y Papel) participa con una patente que representa el 0,21%. La Figura 10 muestra la Red de relación de las CIP de las patentes. Es de notar que las primeras 18 clasificaciones integran el 40,87% de los rubros tecnológicos desarrollados en las patentes observadas. La clasificación de mayor peso es la A61K con una participación de 10,05%, que corresponde a preparaciones de uso médico, dental o para el aseo (Tabla I).

identificar el área tecnológica a la que pertenece el invento desarrollado en la patente. Posteriormente se identificó el nivel de intensidad tecnológica de las patentes revisadas (Schmoch, 2008; OCDE, 1997). En la Figura 11 se puede observar la forma como se relacionan las categorías tecnológicas al categorizar las diferentes CIP de cada una de las patentes.

Seis de los rubros tecnológicos observados en la Figura 11 concentran el 49,96% de las patentes estudiadas: Farmacéuticas (13,05%), Ingeniería Química (9,56%), Biotecnología (7,90%), Materiales y Metalurgia (7,73%), Química Básica de Materiales (6,15%) y Química de Alimentos (5,57%). Estos rubros tecnológicos fueron clasificadas según el nivel de intensidad tecnológica. La mayor parte de las categorías se agrupan en un nivel de intensidad tecnológica media-alta con un 46,22%. La Figura 12 da muestra de la clasificación de intensidad tecnológica.

Patentes PCT

Utilizando la información del rubro de solicitud internacional de los documentos de patentes otorgadas a residentes mexicanos relacionados con los miembros del SNI del 2003 al 2012 fue

Área tecnológica y nivel tecnológico de las patentes

Con la Clasificación Internacional de Patentes fue posible

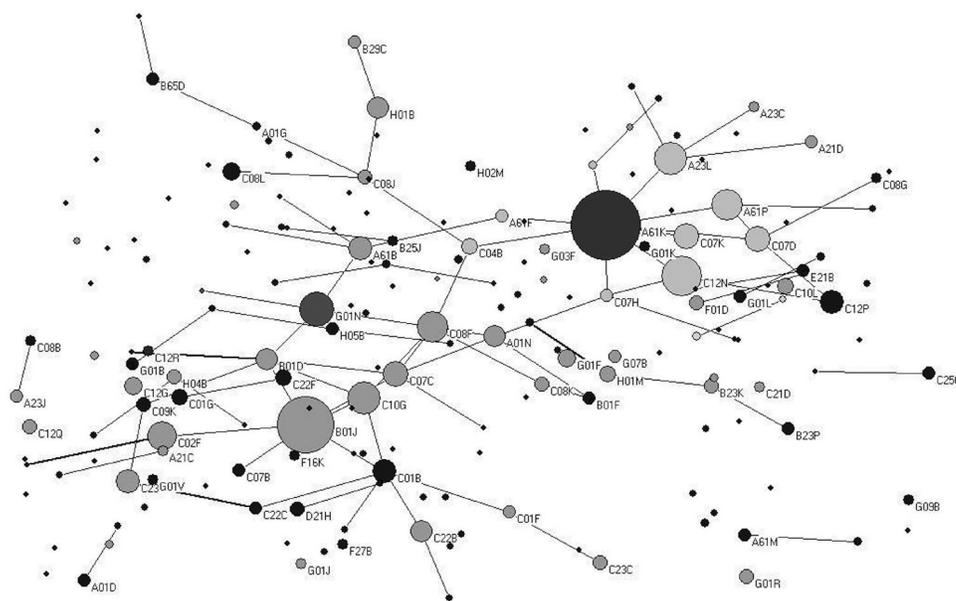


Figura 10. Red de las principales CIP de las patentes en las que participan miembros SNI.

TABLA I
RED DE LA CIP DE LAS PATENTES EN LAS QUE PARTICIPAN MIEMBROS SNI

A61K	10,05%	Preparaciones de uso medico, dental o para el aseo
A23L	3,44%	Alimentos, productos alimenticios o bebidas no alcohólicas no cubiertos por las subclases A21D o A23B-A23J; su preparación o tratamiento
C02F	3,25%	Tratamiento del agua, agua residual, de alcantarilla o fangos
B01J	3,10%	Procedimientos químicos o físicos, p. ej. catálisis, química de los coloides; aparatos adecuados
A61F	2,58%	Filtros implantables en los vasos sanguíneos; prótesis; dispositivos que mantienen la luz o que evitan el colapso de estructuras tubulares
B65D	2,47%	Recipientes para el almacenamiento o el transporte de objetos o materiales
A61P	1,98%	Actividad terapéutica específica de compuestos químicos o de preparaciones medicinales
C07C	1,63%	Compuestos acíclicos o carboxílicos
C12N	1,48%	Microorganismos o enzimas; composiciones que los contienen, propagación, cultivo o conservación de microorganismos; técnicas de mutación o de ingeniería genética; medios de cultivo
C04B	1,48%	Lima; magnesia; escorias; cementos; sus composiciones, p. ej. morteros, hormigón o materiales de construcción similares; piedra artificial; cerámicas
B01D	1,39%	Separación
G01N	1,25%	Investigación o análisis de materiales por determinación de sus propiedades químicas o físicas
C10G	1,20%	Cracking de los aceites de hidrocarburos; producción de mezclas de hidrocarburos líquidos, p. ej. por hidrogenación destructiva, por oligomerización, por polimerización
A21D	1,18%	Tratamiento
A01N	1,16%	Conservación de cuerpos humanos o animales o de vegetales o de partes de ellos
E04B	1,12%	Estructura general de los edificios; muros, p. ej. tabiques; tejados; techos; suelos; aislamiento y otras protecciones de los edificios
A61B	1,08%	Diagnostico; cirugía; identificación
A47F	1,03%	Mobiliario, guarniciones o accesorios especiales para tiendas, almacenes, bares, restaurantes o locales similares; mostradores de caja
C07D	1,03%	Compuestos heterocíclicos
Otros	58,10%	

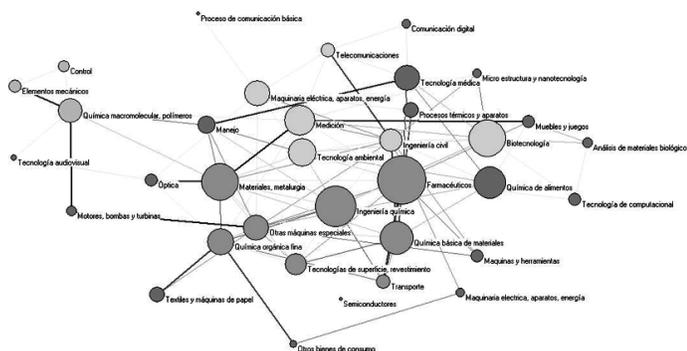


Figura 11. Red de las categorías tecnológicas de las patentes en las que participan miembros SNI.

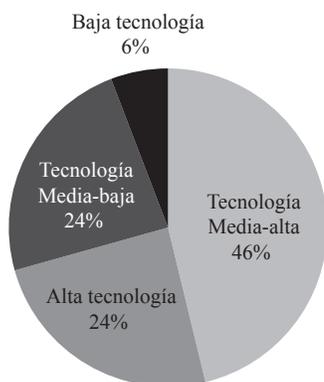


Figura 12. Nivel de intensidad tecnológica de las patentes en las que participan miembros SNI.

posible identificar 29 patentes internacionales en las que se ubicaron 54 participaciones de miembros del SNI. Todas las patentes se encuentran registradas por el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT) y corresponden a un 6,25% de las patentes analizadas en este trabajo. Los cinco principales titulares de las patentes internacionales en que participa por lo menos un investigador miembro del SNI son: UNAM (18,75%), IMP (12,50%), CINVESTAV (6,25%), CIAD (6,25%) e Innovamedica (6,25%).

Conclusiones

Las patentes otorgadas a residentes mexicanos en el periodo estudiado permiten observar las capacidades inventivas del país. Dado que para la obtención de la patente se requiere aprobar exámenes de forma y de fondo, la medición de las patentes otorgadas da muestra de las capacidades inventivas y de la pertinencia de la actividad que contienen.

La evolución de la participación de los miembros SNI en la producción de patentes otorgadas, al ser un indicativo de la capacidad inventiva de los investigadores SNI, se observa de bajo alcance ya que de 14.825 investigadores (investigadores de las áreas más propensas a desarrollos tecnológicos con posibilidad de solicitar una patente), sólo el 3,44% desarrolla inventos que concluyen en una patente otorgada.

La mayor producción de patentes otorgadas se sitúa en Ingenierías según el área de conocimiento del miembro SNI, más detalladamente se

desarrollan en torno a las tecnologías de Química, Materias y Farmacología. La producción de patentes por adscripción institucional de los miembros del SNI se concentra mayoritariamente en el IMP, UNAM, CINVESTAV, UAM, IMSS e IPN. Esta participación concuerda con los principales titulares de patentes. Se observa la relación de los investigadores de diferentes instituciones para conformar las patentes.

Se pudo identificar una mayor productividad en desarrollo de patentes en los investigadores miembros del SNI de Nivel I.

Existe diferencia en la participación por género de investigadores SNI y de inventores que pertenecen a éste. La distribución por género de los investigadores participantes en las patentes es similar al registrado a nivel nacional, mostrando que no hay equilibrio de género al existir una mayor participación de los investigadores del género masculino. La mayor participación en la generación de patentes de los investigadores del SNI en el Nivel I se asocia a que este nivel incluye el porcentaje más alto de investigadores en el SNI (Atlas, 2014).

Se identifica la centralización de la actividad científica al tener una mayor participación de investigadores del Distrito Federal. La participación de los investigadores concuerda con la centralización de los titulares de las patentes estudiadas. Se observaron pocos casos de co-titularidad en las patentes en las que participan los investigadores-inventores miembros del SNI. Sólo 42 patentes se identificaron con co-titularidad, las cuales pueden representar invenciones con un mayor costo de inversión, así como un mayor valor técnico OCDE (2009).

La Clasificación Internacional de Patentes permitió identificar el campo tecnológico 'Preparaciones de uso médico, dental o para el aseo' como el principal rubro tecnológico. Igualmente se notó que los rubros tecnológicos más frecuentemente incluidos en las patentes a residentes se concentran en 18 grupos principales. Las mayores

aportaciones a la investigación y el desarrollo de los investigadores miembros del SNI se centra en seis sectores que concuerdan con el área de conocimiento de los investigadores: Química, Materiales y Farmacéutica. La mayor parte de las patentes se integró en un nivel de tecnología media-alta.

Las patentes otorgadas a residentes mexicanos en las que participaron inventores miembros del SNI y que solicitaron la protección en algún otro país o países por vía del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes son pocas en relación a las estudiadas. Se considera que la internacionalización de la patente persigue intereses comerciales en mercados externos y que estos aún no son perseguidos por las patentes observadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de CINVESTAV, CONACyT, Miguel Ángel Pérez Angón, Francisco Javier Lozano Espinoza y de la Dirección General de Evaluación Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGEI-UNAM).

REFERENCIAS

Atlas (2014) *Atlas de la Ciencia Mexicana*. Academia Mexicana de

- Ciencias. <http://altasdelaciencia-mexicana.org.mx> (Cons. 06/2015).
- Amado M, Sevilla J, Galaz J (2013) La productividad académica en las instituciones públicas tecnológicas mexicanas. *Actual. Invest. Educ.* 13(2): 1-19.
- Batagelj V, Mrvar A (1996) *Networks/Pajek64 2.05*. Program for Large Network Analysis. <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/> (Cons. 08/2014).
- Boyack KW, Klavans R (2008) Measuring science-technology interaction using rare inventor-author names. *J. Informetr.* 2: 173-182.
- CONACyT (2011) *Estadísticas básicas*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. www.conacyt.mx/images/conacyt/sni/archivo_historico/estadisticas/Estadisticas_basicas_2011.pdf (Cons. 16/10/2015).
- CONACyT (2014) *Sistema Nacional de Investigadores*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores (Cons. 23/10/2014).
- Contreras-Gómez LE, Baquero-Parra R, Robles-Belmont E, Pérez-Angón MA (2015) Patrones de movilidad de los físicos mexicanos en el SNI. *Interciencia* 40: 525-532.
- DOF (1991) *Ley de la Propiedad Industrial*, Cámara de Diputados, LXII Legislatura. Diario Oficial de la Federación. México.
- DOF (2012) *Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Diario Oficial de la Federación. www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-sistema-nacional-de-investigadores-sni/marco-legal-sni/reglamento-sni/841-reglamento-2013-1/file (Cons. 23/10/2014).
- Gonzalez-Brambila C, Veloso F (2007) The determinants of research output and impact: A study of Mexican researchers. *Res. Policy* 36: 1035-1051.
- Gómez I, Sancho R, Bordons M, Fernández M (2006) La I+D en España a través de publicaciones y patentes. En Sebastián J, Muñoz E (Eds.) *Radiografía de la Investigación Pública en España*. Biblioteca Nueva. Madrid, España. pp. 275-302.
- IMPI (2012) *Colección de Guías de Usuario*. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. www.impi.gob.mx/patentes/Paginas/TripticoPatentes.aspx (Cons. 23/10/2014).
- IMPI (2014) *Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial*. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. www.siga.impi.gob.mx (Cons. 10/2014).
- Luna Morales ME (2012) Determinants of the maturing process of the Mexican research output: 1980-2009. *Interciencia* 37: 736-742.
- Maraut S, Martínez C (2014) Identifying autor-inventors from Spain: methods and a first insight into results. *Scientometrics* 101: 445-476
- Marmolejo-Leyva R, Pérez-Angón MA, Russell JM (2015) Mobility and international collaboration: case of the Mexican scientific diaspora. *PLOS ONE* 10(6): e0126720.
- Meyer M, Du-Plessis M, Tukeva T, Utecht J (2005) Inventive output of academic research: a comparison of two science systems. *Scientometrics* 63: 145-161
- OCDE (1997) *Revision of the High-Technology Sector and Product Classification*, STI Working Papers (OCDE/GD (97) 216). París, Francia. 25 pp.
- OCDE (2009) *Manual de Estadística de Patentes de la OCDE*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. París, Francia. 177 pp.
- OMPI (2005) *Principios Básicos de la Propiedad Industrial*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (OMPI N° 895-S). Ginebra, Suiza. 28 pp.
- OMPI (2014a) *Clasificación Internacional de Patentes*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. <http://cip.oepm.es/ipcpub/#lang=es&menulang=ES&refresh=page> (Cons. 10/2014).
- OMPI (2014b) *Patentscope*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. www.wipo.int/patentscope/es/patents_faq.html#patent (Cons. 23/10/2014)
- Pérez MA, Torres-Vega G (1998) Perspectivas de la física mexicana: 1987-1997. *Interciencia* 23: 163-175.
- Schmoch U (2008). *Concept of a Technology Classification for Country Comparisons*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. www.wipo.int/edocs/mdocs/classifications/en/ipc_ce_41/ipc_ce_41_5-annex1.pdf (Cons. 12/2013).