

“Medición de la dinámica científica y tecnológica para la innovación y la competitividad en el estado de Michoacán”

DR. RAFAEL LARA HERNÁNDEZ*

M. C. CRISTHIAN TORRES MILLAREZ*

DR. JAIME SAAVEDRA ROSALES**

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito identificar y cuantificar los Recursos Humanos dedicados a la Investigación Científica, así como la producción científica y tecnológica en las principales áreas del conocimiento, que el Estado de Michoacán ha logrado desarrollar y que puedan ser susceptibles de fortalecer el sistema de innovación, permitiendo elevar el nivel competitivo de las empresas a través de la aplicación práctica del conocimiento que estimule la innovación.

Dado que el crecimiento sostenible depende de la acumulación persistente de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación, el Estado ha venido apostando por desarrollar su Sistema de Innovación, de ahí, cabe preguntarnos: ¿Cuántos investigadores existen que puedan potencializar la dinámica de innovación?, ¿En que áreas del conocimiento se concentran y cuáles son las de mayor desarrollo y potencial para apuntalar al sistema de innovación?, ¿Cómo ha evolucionado la producción científica y tecnológica y cuál es su grado de desarrollo?.

Palabras Clave: Competitividad, Innovación, Recursos Humanos

ABSTRACT

This paper aims to identify and quantify the human resources devoted to scientific research and production capacities in science and technology in key areas of knowledge, that over the years the State of Michoacán and succeeded in developing could be susceptible to strengthen the innovation system, thereby enabling raise competitive companies through the practical application of knowledge that allows the generation of future innovations.

Given that sustainable growth depends on the persistent accumulation of scientific, technological and innovation, the state of Michoacán has been betting on innovation to develop a system that allows a better development, hence, many researchers must ask ourselves exist that can potentiate the dynamics of innovation in the state?, in what areas of knowledge are concentrated and what are the further development and potential that could underpin the innovation system?, How has the scientific and technological and what is the degree of development of these?.

*Instituto Tecnológico de Morelia

**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Keywords: Competitiveness, Innovation, Human Resources

Competitividad

El concepto de competitividad generalmente se vincula con el desempeño de la iniciativa privada. Si bien es cierto que por lo general esta característica se relaciona con el sector empresarial, también es cierto que existen industrias, regiones, entidades y países altamente competitivos.

Para comprender la significación de la competitividad, es conveniente analizar las concepciones que han surgido en las últimas décadas. Según el diccionario de la lengua española, competitividad se define como la capacidad de competir. En un contexto de competencia global de empresas, regiones y países, la competitividad se refiere a la aptitud de competir en los mercados.

Una de las primeras definiciones de competitividad es la de Scott y Lodge (citado por Chudnovsky y Porta, 1990), quienes señalan que la "*competitividad de una nación es un asunto de la estrategia económica y que la teoría de las ventajas comparativas ya no se puede considerar adecuada como una base para el diagnóstico y la determinación de políticas*".

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 1992) definió que la competitividad requiere de una transformación productiva basada en la creciente difusión e incorporación del progreso técnico al proceso productivo. Siendo el progreso técnico el factor que posibilita el crecimiento con equidad y da viabilidad a la convergencia de la competitividad con la sustentabilidad ambiental; por lo que la incorporación del progreso técnico al proceso productivo requiere el fortalecimiento de la *infraestructura tecnológica, la base empresarial y la calidad de los recursos humanos*; así como de políticas que faciliten el aprendizaje tecnológico y la articulación productiva, y reconozcan el carácter sistémico de la competitividad. Entonces la CEPAL considera que la competitividad auténtica debe estar *basada en la incorporación de la tecnología y el uso renovable de los recursos naturales*, concepción que contrasta con la competitividad concebida mediante la explotación de los recursos humanos y naturales.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1992) define la competitividad como el grado en el que una nación puede, bajo libre comercio y condiciones justas de mercado, producir bienes y servicios que cubran las exigencias de los mercados nacionales e internacionales, al tiempo que mantiene y expande los ingresos reales de su población en el largo plazo. La competitividad estructural analizada por la OCDE, *se refiere a la especialización de la economía, la innovación tecnológica, la calidad de las redes de distribución y los factores de localización*, todo lo cual constituye el estado de suministro de bienes y servicios. La competitividad así entendida tiende a mejorar el desarrollo de las economías, en particular el desarrollo de una región (Miguel y Heredia, 2004, p. 17).

Ciencia, Tecnología, Innovación y Competitividad

La ciencia, la tecnología y la innovación son conceptos que deben formar parte de la nueva cultura corporativa en el siglo XXI, de manera que las empresas, sin importar su tamaño, los sectores y el contexto de sus actividades productivas, puedan ser capaces de competir en el nuevo orden mundial. En décadas pasadas el control de calidad, el mejoramiento continuo y la certificación fueron ampliamente adoptados por muchas compañías y empresas. Hoy en día, sin embargo, en la Sociedad del Conocimiento, es fundamental reconocer a la innovación como una ventaja competitiva que debe ser desarrollada y adoptada. También se debe reconocer que la innovación no puede estar disociada de la ciencia y tecnología.

La ciencia, la tecnología y la innovación juegan un papel fundamental en la creación de riqueza, el crecimiento económico y en el mejoramiento de la calidad de vida de todos los ciudadanos de los países de las Américas. Estas áreas son motores del desarrollo integral; generan empleo, bienestar a través de innovaciones y de la comercialización de nuevos productos y servicios; ayudan a reducir la pobreza, a mejorar la educación, la salud, la alimentación y el comercio; y son indispensables para la construcción de nuevas capacidades esenciales para este siglo (OEA, 2005)

Durante la actual transición hacia la Sociedad del Conocimiento, los sistemas de ciencia y tecnología están bajo grandes presiones donde prevalecen las fuerzas directas. Estas presiones incluyen el incremento exponencial del conocimiento como ingrediente central de la competitividad del sector productivo; cambios en el modelo de innovación, donde la ciencia y la tecnología están integradas en complejos procesos de generación exponencial de conocimientos y de valor para la producción de bienes y servicios; integración del proceso de innovación con la dinámica acelerada de la globalización de mercados, que requiere una perspectiva científica y tecnológica con respecto a la actividad empresarial, y la turbulencia asociada con el proceso de globalización y sus efectos.

El sistema de ciencia y tecnología se ha enfocado en gran medida al desarrollo de ciencias básicas, con menor énfasis en la aplicación del conocimiento y en la investigación industrial. En general, se ha orientado a estimular la “oferta” de conocimientos científicos. Así, los mejores logros se han alcanzado en el fomento de la creación de infraestructuras físicas e institucionales, con la expansión del capital humano y, en algunos casos, con la descentralización de sus actividades.

Hoy en día el Sistema de Ciencia y Tecnología experimenta el desafío de adaptarse a la nueva era y la necesidad de integrarse a las dinámicas del mercado, ayudando a incrementar la competitividad del sector productivo con énfasis en las PYMEs.

Las recomendaciones de la OCDE al sistema de ciencia y tecnología es direccionarse no sólo para atender los problemas del sector productivo, sino también para promover transformaciones estructurales profundas basadas en nuevas políticas para promover la innovación.

De lo anterior, la medición de la dinámica de estos sistemas se convierte en una tarea primordial que permita identificar las capacidades científicas y tecnológicas para capitalizar el conocimiento y

su uso por parte de las empresas, así como traducirlo en innovaciones que permitan el incremento de la productividad y de la competitividad.

Capital Humano

Uno de los indicadores más relevantes para dar a conocer el nivel de desarrollo de la ciencia y la tecnología en un país, es el relativo a los Recursos Humanos. Los indicadores de diversas organizaciones internacionales como la OEA, la OCDE y la RICYT, emplean este indicador para elaborar diagnósticos e informes en los que comparan el desempeño de la Investigación y Desarrollo en varios países.

Por Recursos Humanos, se entiende al conjunto de personas que realizan actividades dedicadas al desarrollo de la ciencia y la tecnología. La OCDE acostumbra comparar la reserva de productores de conocimiento altamente calificados dentro de las diferentes economías, comparando el número de investigadores y desarrolladores en relación con la fuerza laboral. La RICYT tomó este indicador pero relacionándolo con la masa poblacional, generando un indicador de modernidad y generando con ello políticas explícitas. Actualmente este indicador se calcula como la proporción de investigadores existentes por cada mil ó 10 mil personas contempladas como la fuerza laboral.

En México, el CONACyT establece que *..” los recursos humanos de alto nivel en las sociedades modernas son fundamentales para la generación de conocimientos científicos y del saber-hacer tecnológico. En las sociedades el capital humano es un factor clave que promueve la eficiencia y la eficacia productiva, por ello, los países le destinan crecientes recursos para consolidar la infraestructura educativa y promover el desarrollo de la ciencia y la tecnología nacionales”*.

Teorías modernas del desarrollo económico endógeno, al sustituir la tendencia de la inversión en capital por la inversión en conocimiento, ponen a la ciencia y la tecnología en el primer plano de importancia para la competitividad en un mundo globalizado. Se privilegia al conocimiento como la forma predominante de capital y a los avances tecnológicos (Nafukho, Hairston y Brook, 2005).

La formación de recursos humanos de alto nivel garantiza la existencia de un inventario de investigadores y tecnólogos capaces de generar nuevos conocimientos o de perfeccionar y eficientizar los procesos productivos desarrollando nuevas tecnologías en la sociedad.

El Manual de la OCDE para la Medida de los Recursos Humanos (o capital humano) dedicados a Ciencia y Tecnología (Manual de Canberra) presenta una serie de directrices destinadas a medir los efectivos y flujos de mano de obra en ciencia y tecnología. Los investigadores y técnicos representan un subgrupo importante de los recursos humanos dedicados a la ciencia y tecnología.

Medición de la Producción Científica

La cientometría, que estudia los aspectos cuantitativos de la ciencia como disciplina o actividad económica, forma parte de la sociología de la ciencia y encuentra aplicación en el establecimiento de las políticas tecnocientíficas. Ella emplea, al igual que la infometría y bibliometría, técnicas métricas para la evaluación de la ciencia y examina el desarrollo de las políticas tecnocientíficas de países y organizaciones.

La medición de los productos de la ciencia, particularmente a través del análisis de las publicaciones se conoce como bibliometría. La bibliometría de acuerdo a Spinak (2001), estudia la organización de los sectores científicos y tecnológicos a partir de las fuentes bibliográficas y patentes para identificar a los autores, sus relaciones, y sus tendencias.

La importancia de las técnicas bibliométricas reside en sus posibilidades de aplicación, entre otras:

- Identificar tendencias y crecimiento del conocimiento en las distintas disciplinas.
- Identificar los usuarios de las distintas disciplinas.
- Identificar autores y tendencias en distintas disciplinas.
- Medir la utilidad de los servicios de disseminación selectiva de información.
- Predecir las tendencias de publicación.
- Identificar las revistas núcleo de cada disciplina.
- Estudiar la dispersión y la obsolescencia de la literatura científica.

Otros autores como Capel (2001) destacan la importancia de los estudios bibliométricos para evaluar el desarrollo de una revista o de una comunidad científica y la difusión del conocimiento científico producido en un determinado ámbito geográfico, cultural o lingüístico. Cuando estos estudios se realizan sobre algún campo temático, la bibliometría nos posibilita de acuerdo con Rubio (2000) los siguientes hallazgos:

- Número de trabajos publicados sobre un tema.
- Evolución cronológica de una disciplina o sub disciplina.
- Las "lagunas" (falta de información) o "riadas" (superabundancia temática).
- Tendencias y modas historiográficas detectables a partir de la aparición o desaparición de determinados términos.
- Interrelaciones de unas disciplinas con otras a través del uso de conceptos comunes y "clúster".

En muchos campos de la actividad científica se han realizado análisis bibliométricos, algunos se limitan a la revisión de indicadores cuantitativos analizados con el apoyo de métodos estadísticos, y utilizando como fuentes predominantes las bases de datos como el *Institute for Scientific Information* (ISI), en estos casos predomina el análisis de cita y la determinación del factor de impacto, otros estudios bibliométricos se orientan hacia la mirada sociológica (análisis sociométrico), y a partir de las publicaciones periódicas especializadas tratan de identificar las

revistas núcleo de los diferentes campos de la ciencia, la productividad de las comunidades científicas, la productividad por autores, la colaboración y formación de redes, las temáticas predominantes, las tendencias teóricas y metodológicas, así como lagunas de conocimiento (Osorio Madrid, 2008).

Metodología

El estudio del capital humano y el estudio bibliométrico realizado es de tipo descriptivo, analítico y cuantitativo. Cuantitativo porque busca trabajar con indicadores de manejo numérico estadístico. Se emplearon bases de datos e indicadores utilizados por las principales instituciones públicas y privadas, así como organismos no gubernamentales, se contó con acceso a la plataforma de datos que ofrece la información normalizada, como el *Science Citation Index*, así como al *Journal Citation Report*.

Se calculó el índice h de Hirsch (Hirsch, 2005), que es un sistema de medida que permite detectar a los investigadores más destacados dentro de un área del conocimiento. Su cálculo es sencillo y consiste en ordenar los documentos de un investigador en orden descendente de número de citas recibidas, numerarlas e identificar el punto en el que el número de orden coincida con el de citas recibidas por documento.

Además, para tener un marco de referencia sobre los resultados obtenidos al realizar el estudio con la base de datos del ISI, se trabajó con el Nodo Michoacán del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (CONACYT, 2010).

El trabajo se limita a las publicaciones que tratan diversos aspectos de la producción científica en el Estado de Michoacán durante los años 1985 hasta 2010. Para delimitar conceptualmente se utilizan las definiciones de organismos oficiales como la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Dichos análisis del Capital Humano dedicado a la Ciencia y la Tecnología y el de producción científica se realizaron bajo un análisis de minería de datos.

Capital Humano en Ciencia y Tecnología en Michoacán.

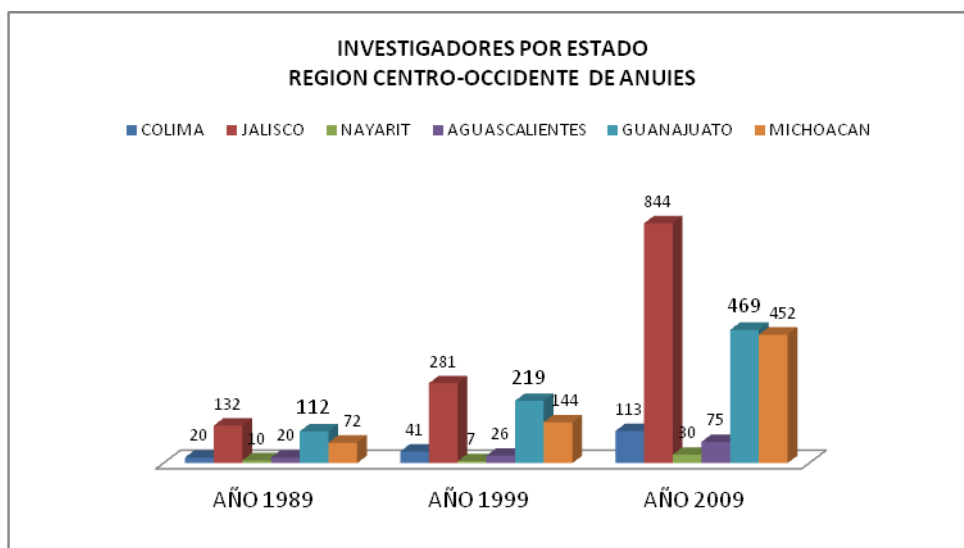
El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue creado por acuerdo presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de julio de 1984, para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología., cuyo objetivo es promover y fortalecer, a través de la evaluación, la calidad de la investigación científica y tecnológica, y la innovación que se produce en el país.

El SNI para el año 2010, estaba integrado por 15,565 investigadores en toda la República Mexicana, siendo el Distrito Federal el que concentra la mayor cantidad de investigadores miembros, con un total de 6,148, representando el 40.7% de total del sistema, en contraparte los Estados de Nayarit y Guerrero concentran la menor cantidad de investigadores miembros con solo 30 y 41 investigadores, representando un 0.3% y 0.2% respectivamente.

El Estado de Michoacán cuenta con un total de 452 investigadores miembros del SNI, representando el 3% del total nacional, con una tasa promedio anual de crecimiento del 31% en la última década, pasando de 144 en el año 1999 a los 452 reportados en 2009.

A nivel regional, la región centro-occidente de ANUIES concentra el 21.4% del total nacional, incluyendo a los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Nayarit y Michoacán, con un total de 1,983 investigadores miembros del SIN.

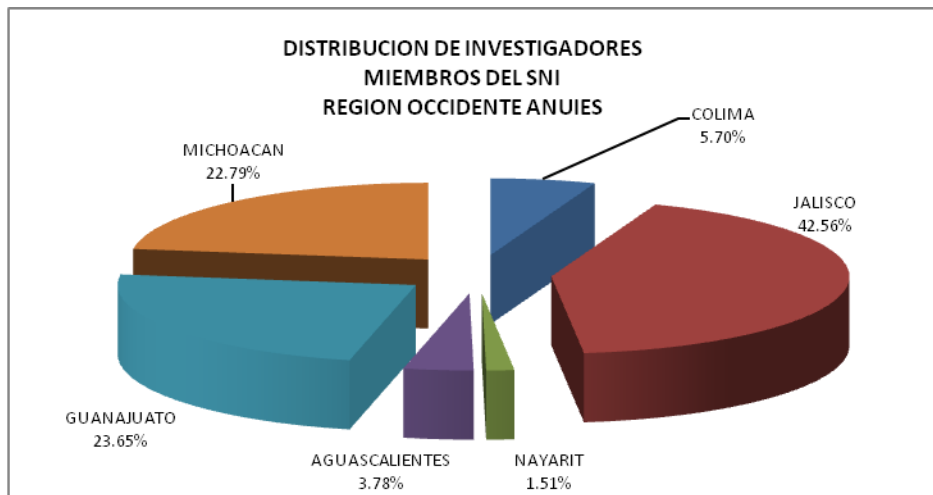
Gráfico 1. Investigadores por Estado de la Región Centro Occidente de ANUIES



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

La participación del Estado de Michoacán es de 23% del total regional, siendo Jalisco el Estado con mayor cantidad de investigadores miembros del SNI, seguido del Estado de Guanajuato, quienes en conjunto participaron con el 67% del total regional.

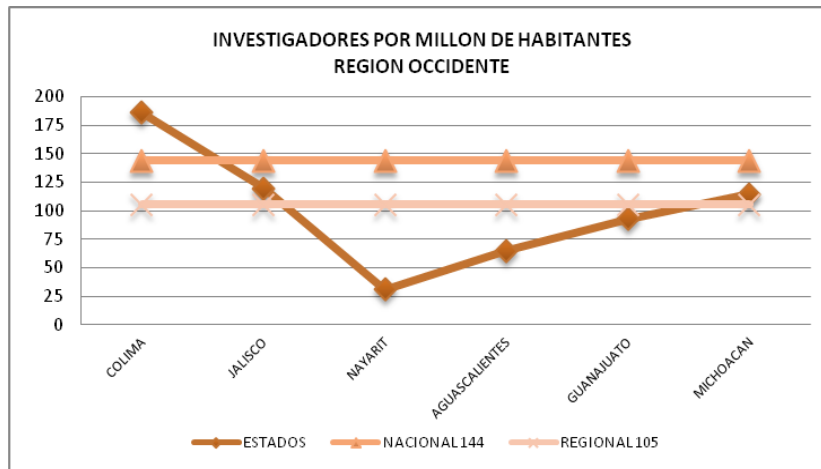
Gráfico 2. Distribución de Investigadores Miembros del SNI Región Occidente ANUIES



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

Respecto a los indicadores internacionales, se analiza el número de investigadores por millón de habitantes, resultando que la región se ubica por debajo de la media nacional de 143.73, al registrar 105.39 investigadores por millón de habitantes, siendo Michoacán junto con Jalisco y Colima los Estados que se ubican por arriba de la media regional; en particular el Estado de Michoacán presenta una tasa de 114.39 investigadores por millón de habitantes, casi 40 investigadores de diferencia con la media nacional.

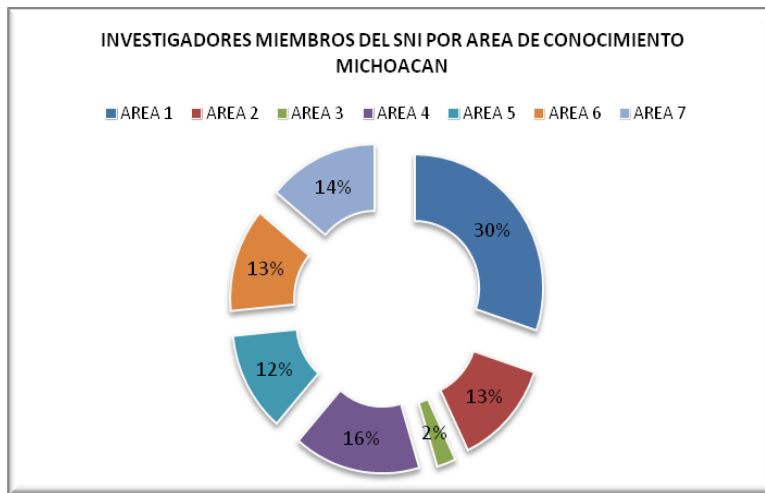
Gráfico 3. Investigadores por millón de Habitantes Región Occidente



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

Respecto a la distribución de investigadores por área del conocimiento, se observa que el Área 1: Ciencias Fisicomatemáticas y de la Tierra, es el área que concentra un mayor número de investigadores, representando el 30% de total de los investigadores michoacanos miembros del SNI, en contraparte el Área 3: Medicina y Ciencias de la Salud, la que menor número de investigadores integra.

Gráfico 4. Investigadores miembros del SIN por área de conocimiento de Michoacán

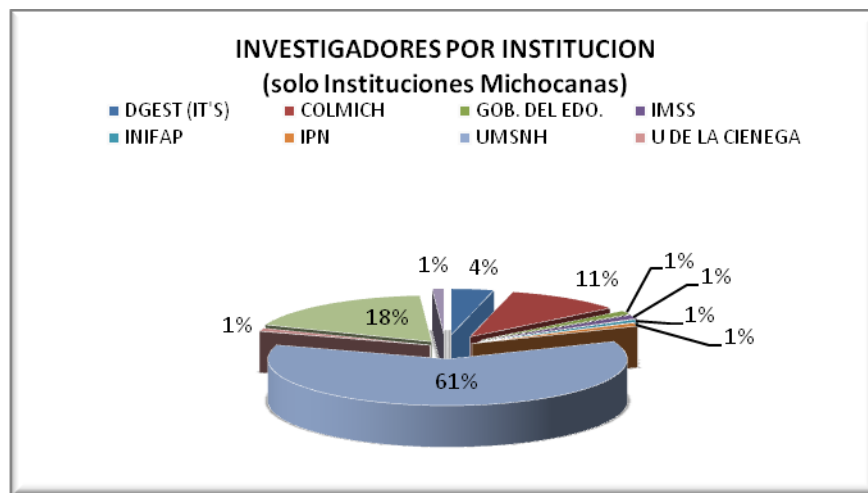


Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

Respecto a la participación por género, los datos arrojan que el 75% del total de los investigadores miembros del SNI son hombres y el restante 25% son mujeres en el Estado de Michoacán.

Respecto al aporte por institución, la UMSNH en conjunto con la UNAM y el COLMICH, concentran al 90% de los investigadores miembros del SNI en el Estado con un total de 419 investigadores.

Gráfico 5. Investigadores por Institución del Estado de Michoacán



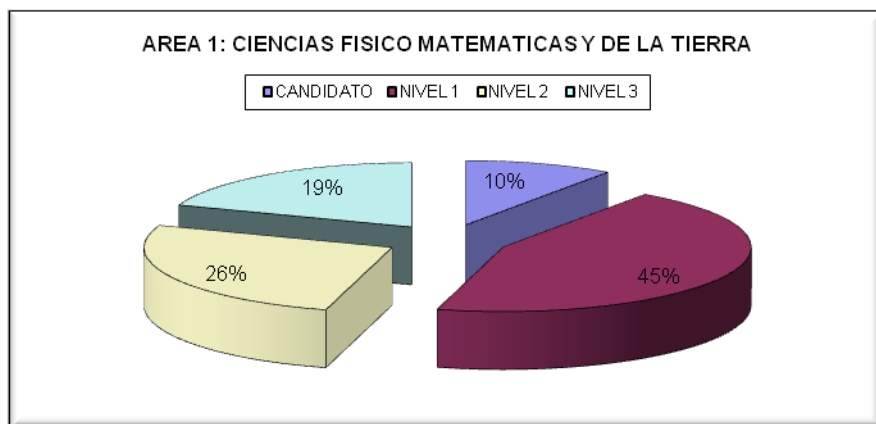
Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

Respecto al análisis por área, se tienen los siguientes resultados:

ÁREA I: FÍSICO-MATEMÁTICAS Y CIENCIA DE LA TIERRA: Esta área concentra a los investigadores que se abocan al estudio de la Astronomía, Ciencias de Materiales, Física, Geofísica, Geología, Matemáticas y Oceanografía, en sus vertientes básica y aplicada, respecto a esta área se observa un importante grado de crecimiento ya que es el área que mayor participación presenta a

nivel estatal, también mantiene un importante crecimiento y nivel de consolidación al registrar un 45% de sus miembros un nivel II y III.

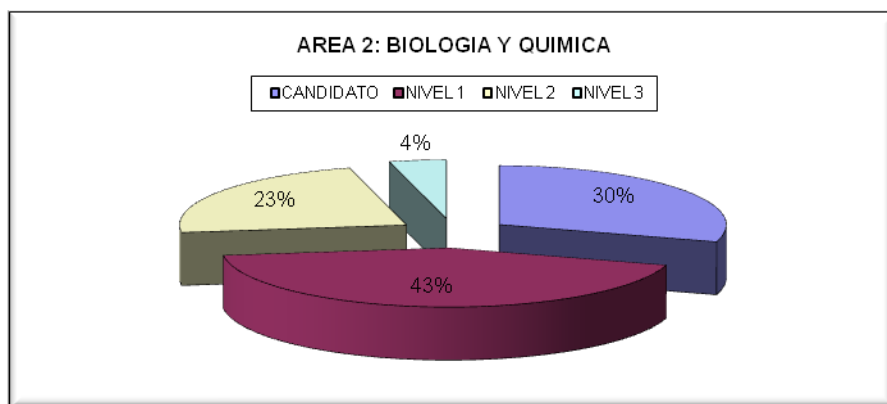
Gráfico 6. Área 1. Físico Matemático y de la Tierra



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

Respecto al Área II que incluye a los investigadores en Biología y Química, esta puede considerarse como una área media, concentrando el 13% del total de investigadores miembros, los cuales se puede establecer se encuentran en un nivel medio de integración ya que apenas el 27% cuentan con el nivel 2 y 3.

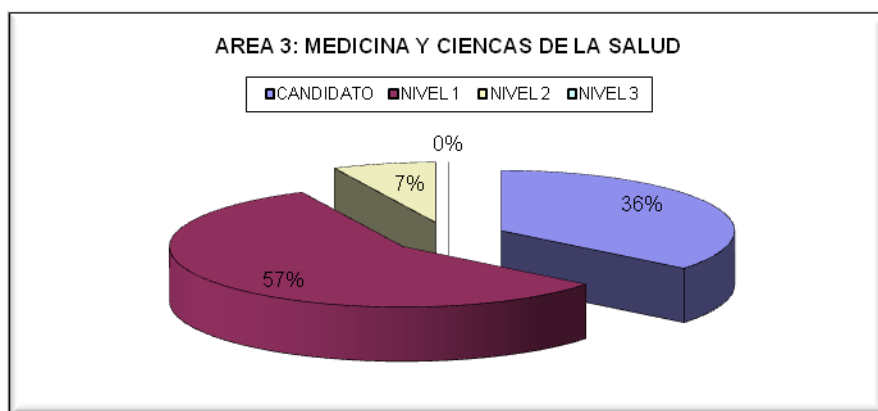
Gráfico 7. Área 2. Biología y Química



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

El Área III: Medicina y Ciencias de la Salud, incluye a los investigadores de las Ciencias de la Salud, Farmacia, Medicina y Odontología, principalmente; participando solo con el 2% del total estatal y con un nivel inicial de integración que no cuenta con investigadores en el nivel 3 y solo el 7% cuenta con el nivel 2.

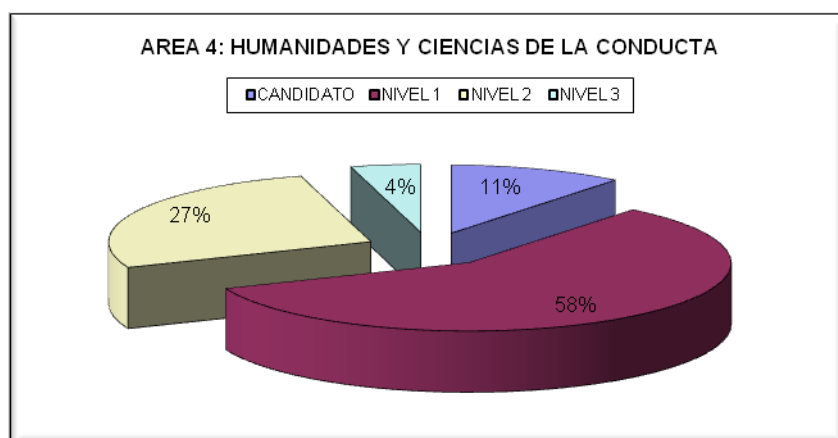
Gráfico 8. Área 3. Medicina y Ciencias de la Salud



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

El Área IV: Humanidades y Ciencias de la Conducta, concentra a los investigadores que se dedican al estudio de la Arquitectura, Antropología, Bellas Artes, Biblioteconomía, Educación, Filosofía, Historia, Lingüística, Literatura y Psicología, cuya participación a nivel estatal la coloca en la segunda área de importancia, aportando el 16% de los investigadores miembros, presentando un nivel de medio de integración con 31% de sus miembros en nivel 2 y 3.

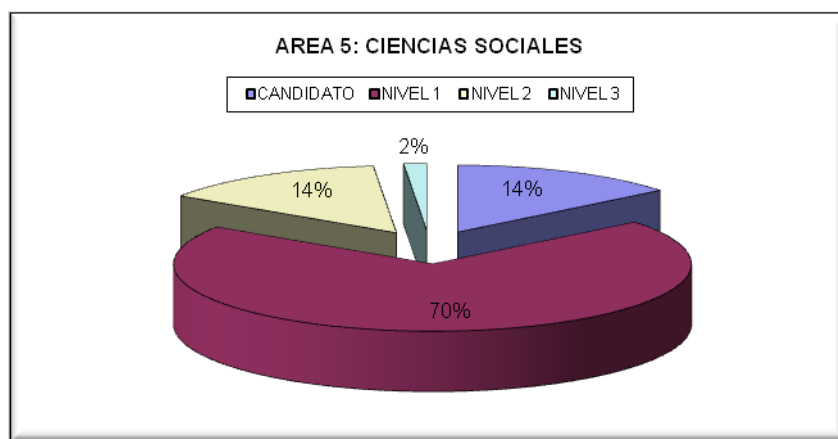
Gráfico 9. Área 4. Humanidades y Ciencia de la Conducta



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

El Área V: Ciencias Sociales, concentra a los investigadores que se abocan al estudio de la Administración, Ciencia Política y Administración Pública, Comunicación, Contabilidad, Demografía, Derecho y Jurisprudencia, Economía, Geografía y Sociología, participa con el 13% de total estatal y presenta un nivel de integración bajo ya que el 70% de los investigadores de esta área se ubican en el nivel 1.

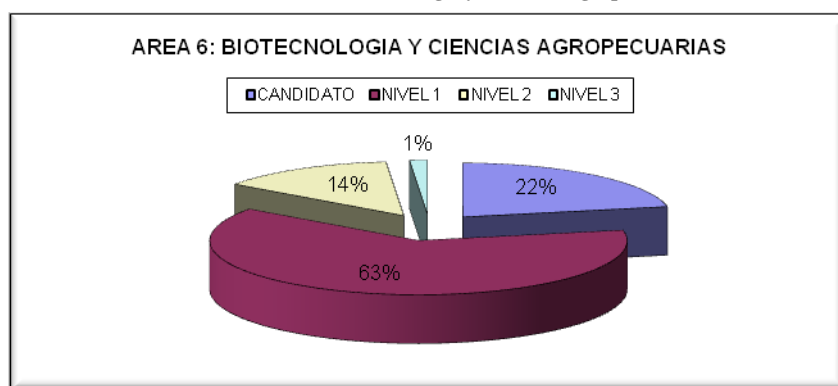
Gráfico 10. Área 5. Ciencias Sociales



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

El AREA VI: Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, comprende a los investigadores cuyos trabajos científicos se ubican principalmente en las disciplinas de Agronomía, Biotecnología, Medicina Veterinaria, Pesca y Zootecnia; participa con el 13% de total estatal, presentando de igual manera un nivel integración bajo, ya que 63% de los investigadores cuentan con el nivel 1 y 14% con el nivel candidato.

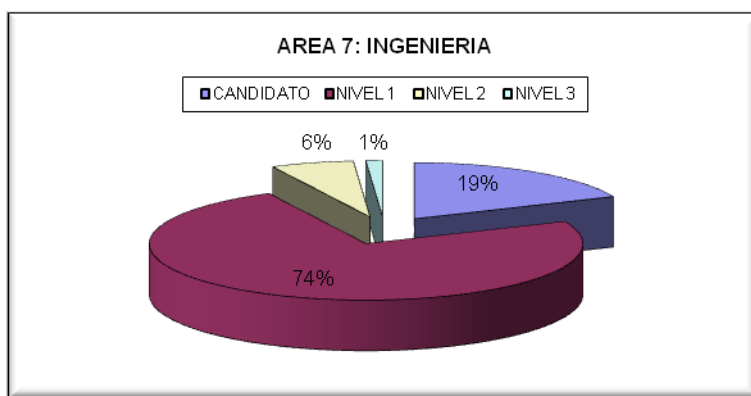
Gráfico 11. Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

El AREA VII: INGENIERÍAS, abarca a los investigadores que se abocan al estudio de la Ingeniería en sus diferentes sub-disciplinas y en sus vertientes tanto básica como aplicada: Aeronáutica, Ambiental, Civil, de Comunicaciones, Electrónica y Control, Eléctrica, Computación, Industrial, de Materiales, Marina y Portuaria, Mecánica, Minera, Nuclear, Petrolera, Química, Textil, etc., esta área concentra al 14% de los investigadores miembros a nivel estatal, siendo el área con el mayor porcentaje de sus miembros en el nivel 1 y candidatos.

Gráfico 12. Área 7. Ingenierías



Fuente: Elaboración propia con datos del CONACyT.

De igual manera y con la finalidad de poder integrar en el análisis de los recursos humanos que realizan investigación en la IES, se procedió al análisis de los Cuerpos Académicos (CA), los cuales se integran con profesores-investigadores de las Universidades Públicas Estatales y de los Institutos Tecnológicos, que comparten una o más líneas de estudio, cuyos objetivos y metas están destinados a la generación y/o aplicación de nuevos conocimientos.

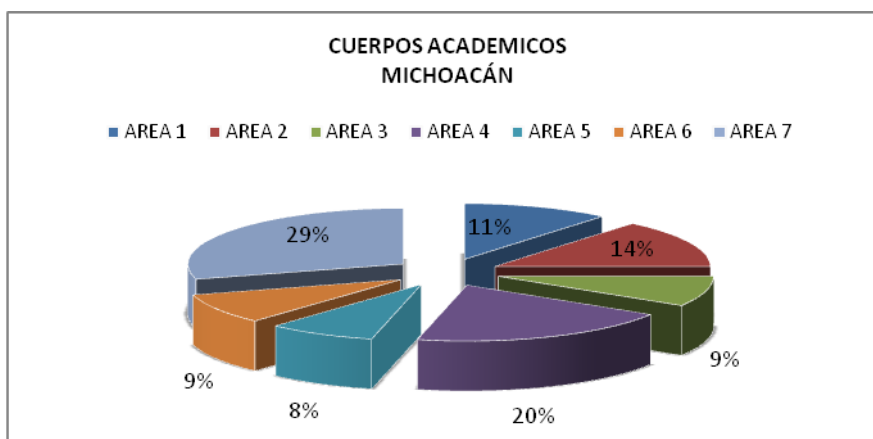
Los CA, son promovidos y avalados por el Programa de Mejoramiento al Profesorado (Promep) de la Secretaría de Educación Pública y pretenden sustentar las funciones académicas institucionales, contribuyendo a integrar el sistema de educación superior en nuestro país.

Cabe destacar que este análisis se realiza de manera complementaria ya que se pudo apreciar tanto en el análisis de las bases de datos, la existencia de investigadores que no acceden a uno y otro programa y que contribuyen a la generación de conocimiento científico y tecnológico, ampliando el espectro de la oferta de ciencia y tecnología en el Estado.

De esta manera el Estado de Michoacán cuenta con 136 CA, en los cuales participan un total de 591 Profesores de Tiempo Completo (PTC), lo que significa un promedio de aproximadamente 4 PTC's por CA, los cuales cultivan un total de 361 líneas particulares de investigación, es decir 2 líneas por cada Cuerpo integrado.

Respecto al análisis por área de investigación, se procedió a unificar la categorización respecto a la clasificación del CONACyT, a manera de poder estandarizar la información, siendo las áreas más importantes el área 1, 2, 4 y 7, que se corresponde a los resultados del análisis de los investigadores miembros del SNI.

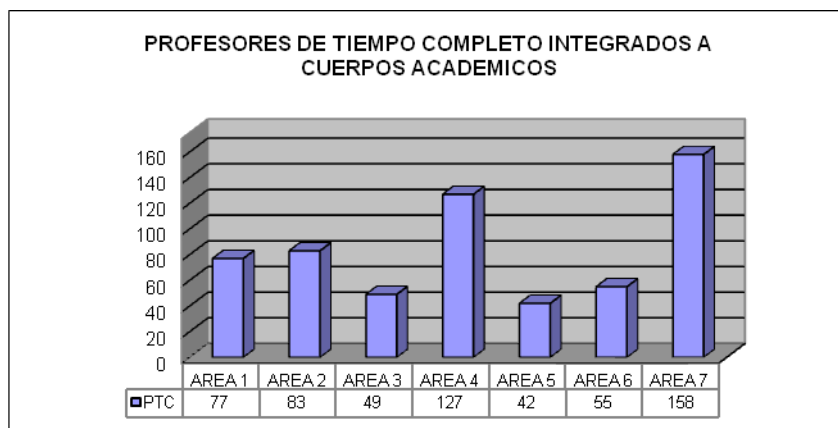
Gráfico 13. Cuerpos Académicos de Michoacán



Fuente: Elaboración propia con base en datos del PROMEP 2010.

En cuanto a la participación de PTC's por área, se destacan el Área 7 de Ingeniería que concentra el 27%, así como el Área 4 de Humanidades y Ciencias de la Conducta con un 21%, en caso contrario el Área 5 de Ciencias Sociales presenta la concentración más baja con un 7% de total.

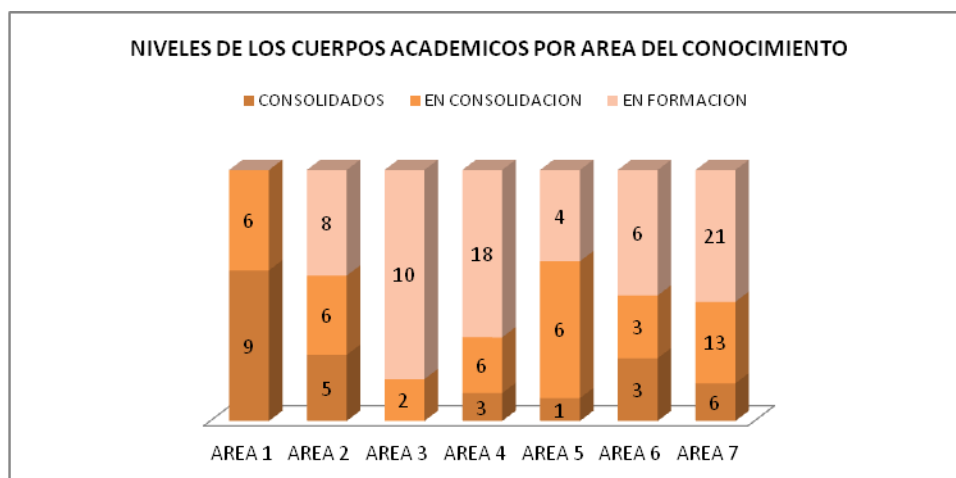
Gráfico 14. Profesores de Tiempo Completo Integrados a Cuerpos Académicos



Fuente: Elaboración propia con base en datos del PROMEP 2010.

De acuerdo a la clasificación que realiza el PROMEP de los CA, se puede apreciar que esta modalidad de trabajo conjunto para la generación de conocimiento se encuentra en proceso de formación, ya que aproximadamente el 49% de estos se encuentra en el nivel de formación, un 31% en proceso de consolidación y solo un 20% en el nivel de consolidado, donde la mayoría de sus integrantes tienen la máxima habilitación académica que los capacita para generar o aplicar innovadoramente el conocimiento de manera independiente, demostrando una intensa actividad académica manifiesta en la participación en congresos, seminarios, mesas y talleres de trabajo, etc., de manera regular y frecuente, con una intensa vida colegiada, y sosteniendo una intensa participación en redes de intercambio académico con sus pares, en el país y en el extranjero, así como con organismos e instituciones nacionales y del extranjero.

Gráfico 15. Niveles de los Cuerpos Académicos por área del conocimiento



Fuente: Elaboración propia con base en datos del PROMEP 2010.

Del nivel alcanzado por área del conocimiento de los cuerpos académicos, el Área 1 de Fisicomatemáticas y Ciencias de la Tierra, es la que presenta el mayor nivel de consolidación al contar con el mayor número de cuerpos consolidados, lo cual se corresponde con los resultados del análisis a los investigadores miembros del SIN; seguido del Área 7 de Ingeniería que es la que presenta un mayor dinamismo y participación en los diferentes niveles.

Respecto a la participación por instituciones educativas, es importante mencionar que esta modalidad de integración solo está presente en universidades estatales, tecnológica y politécnicas, así como en institutos tecnológicos, por lo que tanto el IPN, como la UNAM, U. A. de Chapingo, dependencias y otras instituciones y centros de investigación no cuentan con esta modalidad, así los resultados arrojan nuevamente una concentración importante en la UMSNH, quien cuenta con el 88% del total de CA en el Estado, integrando un total de 512 Profesores-Investigadores.

Tabla 1. Lista de Cuerpos Académicos por Institución del Estado de Michoacán

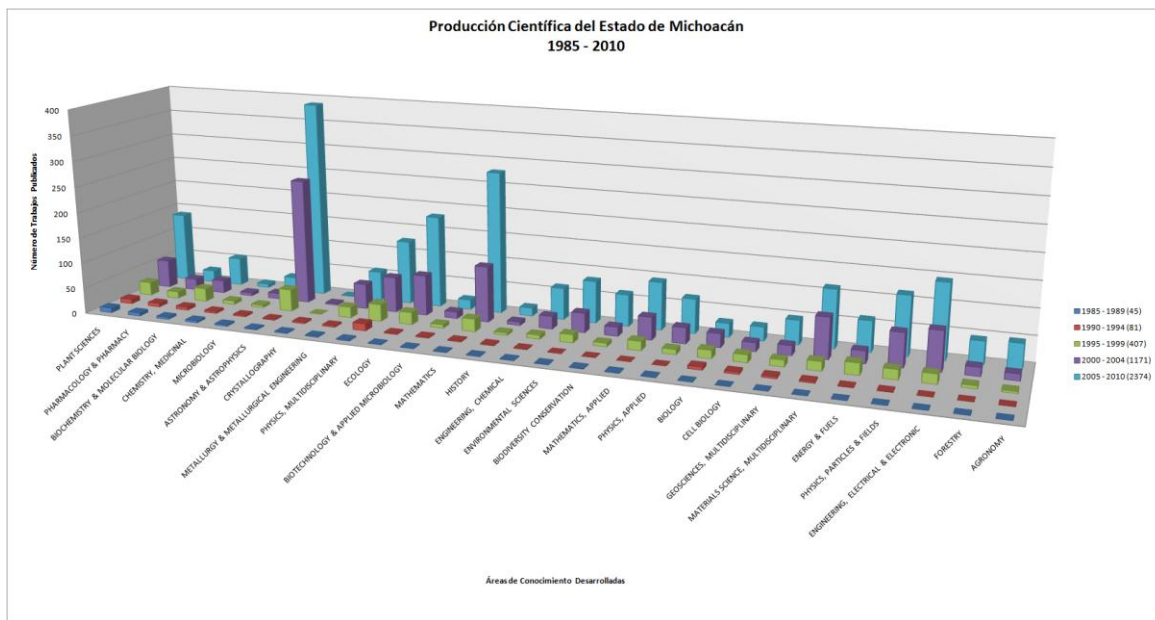
INSTITUCION	CUERPOS ACADEMICOS
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	119
Centro Regional de Educación Normal Licenciatura en Preescolar de Arteaga	1
Escuela Normal Superior de Michoacán	3
Instituto Tecnológico de Morelia	9
Instituto Tecnológico del Valle de Morelia	1
Universidad Tecnológica de Morelia	3

Fuente: Elaboración propia con base en ISI Web of Knowledge 29/08/2010

Análisis Bibliométrico de la producción científica en Michoacán

Una vez que se tuvo acceso a la plataforma *Web of Knowledge* del ISI, se recabó la información relativa a la producción científica en el estado de Michoacán desde 1985 hasta 2010. Se tuvo acceso a un total de 4,078 artículos, de los cuales se desprende la evolución de las áreas de conocimiento en el Estado, haciendo notar que las que se encuentran más cargadas al lado izquierdo son las de primera aparición y las de la derecha son las áreas emergentes durante los últimos años.

Gráfico 16. Producción Científica del Estado de Michoacán de 1985-2010



Fuente: Elaboración propia con base en ISI Web of Knowledge 29/08/2010

De 1985 a 1989 tan solo se contaban con 45 artículos. Las primeras líneas de investigación de aquellos años fueron las que se muestran en la Tabla 14; poco a poco fueron incursionando más áreas de conocimiento encontrando de 1990 a 1994, 81 registros de artículos adicionales.

Tabla 2. Áreas de Conocimiento Desarrolladas en Michoacán de 1985-1989

ÁREA DEL CONOCIMIENTO
PLANT SCIENCES
PHARMACOLOGY & PHARMACY
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY
CHEMISTRY, MEDICINAL
MICROBIOLOGY
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS
CRYSTALLOGRAPHY

METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY
ECOLOGY
BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY
MATHEMATICS
HISTORY
ENGINEERING, CHEMICAL
ENVIRONMENTAL SCIENCES
BIODIVERSITY CONSERVATION
MATHEMATICS, APPLIED
PHYSICS, APPLIED

Fuente: Elaboración propia con base en ISI Web of Knowledge 29/08/2010

Para los años de 1995 a 1999 se tuvieron 407 artículos e ingresaron a la lista de áreas de conocimiento tres áreas más, con lo cual se identificaron las 10 áreas de conocimiento de mayor producción en el estado de Michoacán de acuerdo al ISI como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Producción por Área de Conocimiento en Michoacán de 1985-2010

Áreas de Conocimiento	Indicador de Producción (Número de Publicaciones)
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	680
MATHEMATICS	415
ECOLOGY	286
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	243
ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC	239
PLANT SCIENCES	236
MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	212
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	199
MATHEMATICS, APPLIED	156
ENVIRONMENTAL SCIENCES	137
METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	132
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	116
PHYSICS, APPLIED	109
ENERGY & FUELS	108

Fuente: Elaboración propia con base en ISI Web of Knowledge 29/08/2010

Calculando el indicador de producción de cada una de las áreas de conocimiento, se identificaron las principales áreas, así como las Instituciones con mayor producción científica en el Estado de Michoacán.

Tabla 4. Instituciones Educativas que Colaboran en Michoacán de 1985-2010

Institución	Indicador de Colaboración (Número de Publicaciones)
UNAM	1823
UMSNH	1654
IPN	225
UAM IZTAPALAPA	204
INSTITUTO TECNOLOGICO DE MORELIA	175
CONSEJO SUP. DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA	92
HARVARD SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS	90
UNIVERSIDAD DE WISCONSIN	70
IMSS	70
CINVESTAV	61
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO	59
CALTECH	57
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	55
UNIVERSIDAD DE MICHIGAN	53
NATIONAL RADIO ASTRONOMY OBSERVATORY	51
UNIVERSIDAD DE MACQUARIE	46
UNIVERSIDAD DE OSAKA	42
UNIVERSIDAD DE PENN STATE	41
UNIVERSIDAD DE CHILE	40
SPACE TELESCOPE SCIENCE INSTITUTE	39
OTRAS INSTITUCIONES	473

Fuente: Elaboración propia con base en ISI Web of Knowledge 29/08/2010

Con los documentos sujetos de estudio se identificaron los autores que mayor producción científica tienen así como su índice h, que permite determinar la utilidad de su investigación en el ámbito internacional dentro de su área de conocimiento. Asimismo y tomando como referencia a los tres autores por área de investigación con mayor índice h, se identificaron las 10 áreas con mayor impacto y producción científica.

Tabla 5. Áreas de Conocimiento con Mayor Índice h Promedio en Michoacán de 2005-2010

Áreas de Conocimiento	Índice h Promedio
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	26.00
ENVIRONMENTAL SCIENCES	13.33
ECOLOGY	12.33

BIODIVERSITY CONSERVATION	12.33
PHYSICS, PARTICLES & FIELDS	9.33
FORESTRY	9.33
MICROBIOLOGY	9.33
PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY	9.00
PHYSICS, APPLIED	9.00
PHARMACOLOGY & PHARMACY	9.00
CHEMISTRY, MEDICINAL	9.00

Fuente: Elaboración propia con base en ISI Web of Knowledge 29/08/2010

Para cerrar el estudio se calculó el indicador de visibilidad para determinar de igual manera, las áreas de conocimiento que mayor desarrollo han tenido en los últimos 5 años.

Tabla 21. Áreas de Conocimiento de Mayor Desarrollo en Michoacán de 2005-2010

Áreas de Conocimiento	Indicador de Visibilidad (Crecimiento Relativo)
AGRONOMY	262%
BIODIVERSITY CONSERVATION	244%
FORESTRY	159%
MATHEMATICS	155%
ENERGY & FUELS	150%
PLANT SCIENCES	149%
ENGINEERING, CHEMICAL	148%
GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	147%
MICROBIOLOGY	145%
HISTORY	129%
ECOLOGY	128%
BIOCHEMISTRY & MOLECULAR BIOLOGY	120%
PHYSICS, APPLIED	116%
ENVIRONMENTAL SCIENCES	116%
MATHEMATICS, APPLIED	111%

Fuente: Elaboración propia con base en ISI Web of Knowledge 29/08/2010

Conclusiones

La oferta científica del Edo. de Michoacán medido en número de investigadores reconocidos por el SNI y la producción científica de relevancia internacional tiene un mayor desarrollo en las ciencias

básicas (física y matemáticas, biología y química, ciencias de la tierra) y las ingenierías (metalurgia y materiales, eléctrica y electrónica). Se aprecia un crecimiento en el número de publicaciones en revistas y por ende un crecimiento en el número de miembros del SNI en las áreas de ciencias básicas y de ingeniería, y no ocurre en las áreas de ciencias sociales y humanidades.

Una de las fortalezas más significativas del estado de Michoacán en cuanto a Oferta Educativa se encuentra concentrada en el Área de Ciencias Físico Matemáticas y de la Tierra. En esta área se encuentra un 45% de sus investigadores en SNI de Nivel II y III, cuenta con 9 cuerpos académicos consolidados (el número más grande por área de conocimiento para el Estado).

En segundo lugar de relevancia podemos ubicar al Área de Humanidades y Ciencias de la Conducta, presentando un nivel medio de integración con 31% de sus miembros en Nivel II y III.

En tercer lugar de relevancia ubicamos al área de Ingenierías, siendo el área con mayor cantidad de investigadores en SNI Nivel I. También es el área que mayor número de cuerpos académicos alberga con el 30% de todos los que se encuentran en el Estado de Michoacán.

Dentro de las áreas donde es más propicia la generación de innovaciones gracias al desarrollo alcanzado se destacan las áreas relacionadas con el medio ambiente tales como la: Agronomía, Biodiversidad, Bosques, Energía y Ecología; las cuales se corresponden con la vocación tanto natural como productiva del Estado.

Es importante señalar áreas como la Astronomía y Astrofísica, Matemáticas y Física, que se refieren a áreas de la ciencia básica, las cuales tienen una importante dinámica de desarrollo en el Estado, lo que representa un potencial importante para la formación tanto de capital humano como de aplicaciones técnicas en otras áreas del conocimiento.

REFERENCIAS

Hirsch, J. (2005). *An index to quantify an individual's scientific research output*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.

Porter, Michael E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones (The competitive advantage of nations)*. Buenos Aires: Edit. Javier Vergar.

Porter, Michael E. (1997). *Estrategia Competitiva: Técnica para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia*. (24ª ed.), México: Edit. CECOSA.

Spinak, E. (2001). *Indicadores cientométricos*, 9 ACIMED.

REFERENCIAS ELECTRONICAS

Capel, H. Y. (2001). *Los estudios bibliométricos de revistas científicas*. Scripta Nova , 5 (104).

Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn-104.htm>

CONACyT. (2010). *Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica*. Recuperado el 31 de Agosto de 2010, de <http://www.sicyt.gob.mx/sicyt/>

Chudnovsky, D. y Porta F. (1990). *La Competitividad Internacional, principales cuestiones conceptuales y metodológicas*. Obtenido Noviembre 2006 de <http://www.fund-cenit.org.ar/Descargas/DT3.pdf>

www.mideplan.cl/final/categoria.php?secid=6&catid=27

www.unesco.org/education/educprog/wche/compendio.htm

www.sepi.ciidirmich.ipn.mx

www.crefal.edu.mx/

www.cecumorelia.ipn.mx

www.cidem.michoacan.gob.mx

www.oikos.unam.mx/CIEco/

www.ciga.unam.mx

www.crya.unam.mx/web/mmdocencia/mmposgrado

www.chapingo.mx/scru/posgrado/sedes.html

www.colmich.edu.mx

www.enufmorelia.edu.mx/

www.matmor.unam.mx/