



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

**EL IMPACTO DEL CAPITAL HUMANO Y EL DESARROLLO
TECNOLÓGICO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE
MÉXICO, UN PANEL DE DATOS PARA EL PERIODO 2000- 2008.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:
RODRIGO ADRIÁN GÓNGORA CHICUELLAR**

**ASESOR:
MTRO. ELMER SOLANO FLORES**



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por sobre todo doy gracias a ti Dios...contigo todo, sin ti nada.

A mi Madre Yolanda y a mi Donicio, por todo lo que han sembrado en mí, me faltan las palabras y siempre se que será así.

A mis hermanos, por esa fe ciega, por todo lo aprendido, por nunca dejarme atrás.

A mi hermana, por creer en mí, siempre.

A mis amigos, he tratado siempre de dejar lo mejor de mí.

A mi Mika. Por todo lo que eres para mí.

**A los profesores que con su profesionalismo y desinterés tuve la
oportunidad de conocer en esta nuestra Universidad.**

**A mis sinodales por su cooperación y comentarios para mejorar el contenido
de esta tesis.**

**En especial quiero agradecer la paciencia e interés que me brindó mi asesor
de Tesis, Mtro. Elmer Solano Flores, para la terminación de este trabajo, en
verdad Muchísimas Gracias.**

Agradezco al Foro Consultivo Científico y Tecnológico por las facilidades y el apoyo brindado para la terminación de este trabajo de investigación.

Introducción	1
Capítulo 1. Síntesis de las principales teorías de crecimiento económico.	4
· 1.0 Introducción.	5
· 1.1 Teorías de crecimiento económico en el tiempo.	6
· 1.1.1 Teorías clásicas.	6
· 1.1.1.1 Adam Smith.	6
· 1.1.1.2 Thomas Robert Malthus.	6
· 1.1.1.3 David Ricardo.	8
· 1.1.2 Teorías Neoclásicas y de Posguerra.	8
· 1.1.2.1 Alfred Marshall.	9
· 1.1.2.2 John Maynard Keynes.	10
· 1.1.2.3 Robert Solow.	12
· 1.1.2.4 Joseph Shumpeter.	14
· 1.1.3 Teorías de crecimiento endógeno.	15
· 1.1.3.1 Modelo Tecnología AK.	15
· 1.1.3.2 Modelo MRW.	18
· 1.1.3.3 Paul Romer.	19
· 1.1.3.3.1 Supuestos del modelo.	19
· 1.1.3.3.2 Descripción del modelo.	20
· 1.1.4 Síntesis de las teorías del crecimiento.	22
· 1.2 Evidencia empírica.	26
· 1.3 Modelo de crecimiento económico endógeno para las Comunidades Autónomas de España.	31
· 1.4 Elaborando una función de desarrollo tecnológico	34
· 1.4.1 Argumentos para una función tecnológica para México.	36
Capítulo 2. Análisis nacional y estatal de indicadores sobre el entorno económico y el desarrollo tecnológico	37
· 2.1 Introducción.	38
· 2.2 Análisis nacional de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTI) 2000-2008	41
· 2.2.1 Investigadores del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).	41
· 2.2.2 Nivel de escolaridad.	43
· 2.2.3 Becas que otorga el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).	45
· 2.2.4 Unidades económicas del sector manufacturero y empresas certificadas.	46
· 2.2.5 Patentes solicitadas por residentes nacionales.	48
· 2.2.6 Inversión pública en CTI.	51
· 2.2.7 Cobertura en educación superior.	58
· 2.2.8 El Producto Interno Bruto (PIB).	59
· 2.2.9 Evolución conjunta de los indicadores.	61
· 2.3 Análisis estatal de los indicadores de CTI, 2000-2008.	64

· 2.3.1 Investigadores del SNI.	64
· 2.3.2 Nivel de escolaridad.	65
· 2.3.3 Becas que otorga el CONACYT.	66
· 2.3.4 Unidades económicas del sector manufacturero y empresas certificadas.	67
· 2.3.5 Patentes solicitadas por residentes nacionales.	69
· 2.3.6 Inversión pública en CTI. Fondos Mixtos del CONACYT.	71
· 2.3.7 Cobertura en educación superior.	74
· 2.3.8 El PIB.	75
· 2.3.9 Correlaciones entre las variables.	77
· 2.4 Conclusiones.	82
Capitulo 3. Modelos de crecimiento económico y de desarrollo tecnológico para México 2000-2008.	84
· 3.1 Introducción.	85
· 3.2 Especificación de los modelos y metodología.	86
· 3.3 Modelo de crecimiento económico.	90
· 3.3.1 Problemas de estimación y metodología	90
· 3.3.2 Resultado de las estimaciones.	92
· 3.3.3 Análisis de resultados.	95
· 3.3.3.1 Impacto en el PIB per cápita	98
· 3.4 Modelo de desarrollo tecnológico.	102
· 3.4.1 Resultados preliminares efectos fijos y efectos aleatorios.	102
· 3.4.2 Efectos fijos vs. Efectos aleatorios.	104
· 3.4.3 Detección de autocorrelación y heterocedasticidad en el modelo.	105
· 3.4.4 Corrección mediante “Errores estándar corregidos para panel (PCSE)”.	108
· 3.4.5 Análisis de resultados.	109
· 3.5 Conclusiones y Recomendaciones.	115
Bibliografía	123

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la ciencia económica uno de los objetivos principales ha sido encontrar los determinantes del crecimiento económico de los países, tratando de responder a las preguntas ¿En general, por qué crece una economía? ¿Por qué unos países crecen más y a mayor velocidad que otros? Las teorías planteadas para este fin han sido influenciadas por diversos elementos, desde el contexto histórico, hasta el modo en que la sociedad se ha organizado para producir y comercializar los bienes y servicios que demanda. Por esa razón, la teoría económica evoluciona y se adapta a las necesidades particulares de cada época y región, desde los factores clásicos del crecimiento en el siglo XVI (Tierra, Trabajo y Capital) hasta las últimas teorías del crecimiento, en donde el desarrollo tecnológico y el capital humano surgen como elementos fundamentales en el análisis.

La presente investigación toma como marco de referencia una de las corrientes teóricas más recientes en la explicación del crecimiento económico; los modelos de crecimiento económico endógeno, en los cuales se plantea la posibilidad de ir más allá de un estado estacionario, permitiendo el crecimiento sostenido a largo plazo sin depender de algún factor exógeno al modelo.

El objetivo general del presente trabajo es conocer el impacto que elementos como el desarrollo tecnológico y el capital humano han tenido en la economía nacional, asumiendo como hipótesis principal, que estos factores determinan en gran medida el crecimiento económico de México. Para esta tarea se elaboró un ejercicio econométrico que contempló dos modelos diferentes, el primero incorpora el componente tecnológico en el crecimiento económico nacional, y el segundo pretende establecer los determinantes de dicho componente tecnológico. Dadas las ventajas metodológicas que posee se optó por la estimación de panel de datos, la cual contempla información sobre las 32 entidades federativas en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para el periodo 2000-2008.

El marco temporal fue delimitado así debido a dos razones principales, la primera fue que a pesar de contar con un sistema integral de información en materia de CTI, existe muy poca información a nivel estatal. La segunda fue la crisis financiera que afectó a México en el 2008, ya que para 2009 el producto nacional tuvo un descenso de más del 6%, por lo que, de haber contemplado un periodo más largo, los datos contendrían un componente anómalo que sesgaría el análisis

Con el fin de responder a los propósitos planteados, el trabajo se divide en 3 capítulos. En el primero, se enumeran algunos de los principales exponentes en materia de crecimiento económico, así como los modelos de crecimiento económico endógeno más relevantes. Además, se mencionan los principales resultados que han tenido algunos investigadores al contrastar esta teoría con datos empíricos. Por último, se exponen los componentes que la literatura sugiere al momento de construir una función de desarrollo tecnológico.

En el segundo capítulo se expone la evolución que ha tenido México, tanto a nivel nacional como estatal, en materia económica y de CTI, cabe destacar que no fue posible el grado de análisis deseado ya que, como se mencionó anteriormente, existe una carencia muy grande en información a nivel estatal, por ejemplo, no fue posible obtener información estatal sobre el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) ni sobre formación bruta de capital fijo (FBCF) solo por mencionar algunos, asumiendo este problema se utilizaron variables *proxy* que, con base en la literatura existente, representaran de manera cercana al indicador deseado. Se elaboró un comparativo que contemplara las correlaciones entre las variables utilizadas para el primer y último año del periodo de estudio, este ejercicio expone claramente que la relación existente entre el crecimiento económico, el desarrollo tecnológico y el capital humano en México se ha incrementado en los últimos años.

En el tercer capítulo se presenta el ejercicio econométrico, el cual se dividió en dos secciones principales, la primera expone la metodología, y la especificación de ambos modelos, tanto para el caso del PIB per cápita (PIBpc) como del desarrollo tecnológico. En la segunda sección se profundiza el análisis en los modelos

dinámicos de panel de datos, presentando sus principales problemas de estimación y proponiendo una manera de corregirlos, por último se presentan los principales resultados de la función de crecimiento económico. En la tercera sección se exponen las pruebas estadísticas utilizadas para decidir de qué manera tratar la heterogeneidad no observable, para detectar autocorrelación serial de primer orden y para detectar y corregir heterocedasticidad, por último, se exponen los principales resultados de la función de desarrollo tecnológico.

Para las últimas dos secciones, utilizando los coeficientes obtenidos, se establecen los montos necesarios en cada variable para cubrir el diferencial que tiene México con un grupo de países seleccionado, en materia de crecimiento económico y de desarrollo tecnológico

En particular, se demuestra con datos empíricos que las variables que representan el capital humano y el desarrollo tecnológico tienen un mayor impacto en el producto por persona que las variables representativas de la inversión pública y privada, ratificando la influencia de dichos factores en el crecimiento económico. Estos resultados sugieren que cualquier instrumento que tenga como fin incentivar la economía a largo plazo debe contemplar al capital humano y al desarrollo tecnológico como elementos fundamentales.

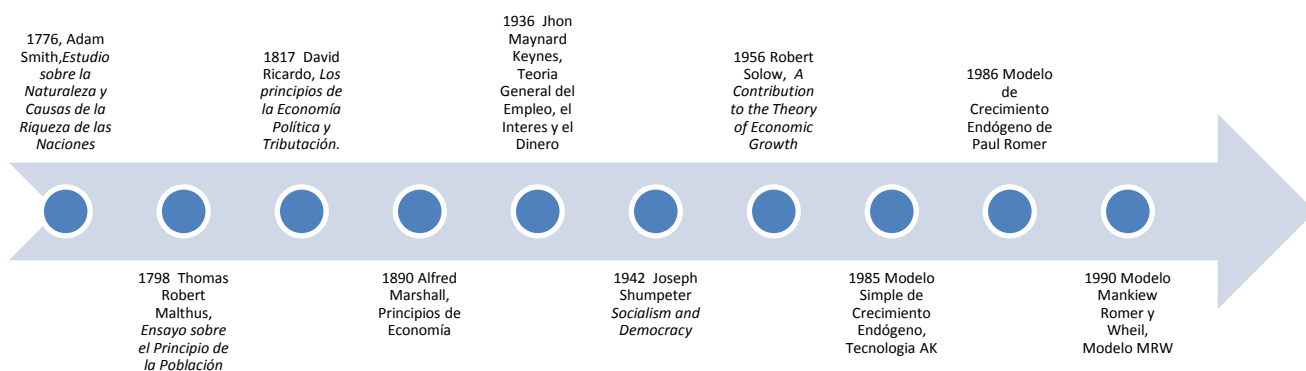
Capitulo 1 Síntesis de las principales teorías de crecimiento económico.

1.0 INTRODUCCIÓN

Desde hace más de dos siglos diferentes estudiosos de la economía han desarrollado teorías y modelos para explicar el crecimiento económico con el objetivo de identificar los factores que lo determinan, conocer dichos modelos permite entender algunos de los elementos que favorecen el crecimiento de un país, tales como la inversión, las tasas de ahorro, el acervo de capital físico o humano y el desarrollo tecnológico, además, permite explicar de qué manera es posible mantener un crecimiento sostenido y consistente.

Estos teóricos han realizado aportaciones muy variadas para explicar los determinantes del crecimiento, las cuales se han visto influenciadas por el entorno natural e histórico en que se desarrollan, para tener un mejor panorama sobre la evolución del pensamiento económico y sus representantes, en el siguiente diagrama se expone una síntesis de los autores más influyentes en este tema.

Diagrama 1.1 Línea Temporal



Fuente: Elaboración propia

A continuación se hace un breve recuento de las principales características de cada uno de estos autores, hasta llegar al modelo de crecimiento endógeno, que es la teoría principal sobre la que se basa el presente trabajo de investigación.

1.1 TEORÍAS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL TIEMPO

1.1.1 TEORÍAS CLÁSICAS.

1.1.1.1 ADAM SMITH.

El crecimiento económico ha sido un tema que ha ocupado a los principales estudiosos de la economía desde los inicios de esta ciencia, el trabajo de Adam Smith publicado en 1776 (*Estudio sobre la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones*) marca el comienzo de la literatura en este tema. En este trabajo Smith sugería dos causas diferentes del crecimiento económico, una relacionada directamente con el incremento en la especialización y la otra relacionada con los niveles de especialización¹, es decir, Smith aseguraba que el crecimiento económico era determinado por pequeños brincos tecnológicos, incrementos en la especialización y cambios institucionales. Smith postulaba que la división del trabajo tendría como consecuencia una mayor productividad del trabajo, lo cual incrementaría los niveles salariales, trayendo como consecuencia incrementos en la demanda, de esta manera se provocaría una espiral optimista de crecimiento económico. Smith aseveraba que la economía debía de desarrollarse en un marco de libertad, es decir, que fueran las libres fuerzas del mercado las encargadas de asignar los recursos, las empresas debían de actuar sin interferencia del gobierno, asimismo los consumidores, el interés personal y el egoísmo deberían de ser las fuerzas que le permitieran al mercado desenvolverse.

Después de este primer trabajo que estableció la visión clásica en el crecimiento económico, hubo otros teóricos que aportaron elementos al análisis o lo criticaron, entre ellos destacan Robert Malthus, David Ricardo, John Stuart Mill y Karl Marx.

1.1.1.2 THOMAS ROBERT MALTHUS.

Tomando como marco de referencia la corriente clásica no es posible citar la contribución de Adam Smith sin mencionar a Thomas Robert Malthus (1798), su contribución en el análisis de la población fue muy importante, aseguraba que en

¹ Nótese claramente esta diferencia, la primera trata sobre la velocidad de crecimiento y la segunda trata sobre el nivel alcanzado.

algún punto la demanda de alimentos y recursos sería mayor que la oferta disponible, razón de su famosa afirmación sobre la diferencia en las tasas de crecimiento de la población (geométrica) y los alimentos (aritmética). Es necesario introducir el concepto de productividad marginal decreciente de los factores productivos esbozado por él en el análisis, ya que es debido a estos, que la progresión en los alimentos es aritmética (Cardona, 2005). Malthus observó que la producción de alimentos necesitaba tanto tierra como trabajo, es decir, la población estaba destinada a incrementar la oferta de mano de obra, pero no la oferta de tierra disponible, además el Trabajo es un factor variable en el largo plazo, mas no así la Tierra. La productividad marginal del factor Trabajo determina el salario que recibirá un trabajador, por lo que cuando la productividad marginal del trabajo comienza a descender también lo hará así el salario, Malthus creía que esta situación era sostenible hasta el punto en el que el salario fuera el mínimo de subsistencia, a consecuencia, un incremento en la población sería insostenible. De tal manera que al detenerse el incremento poblacional debido a que la productividad marginal del trabajo era igual al salario de subsistencia, la riqueza de las naciones también se detendría. Malthus afirmó una salida posible a este problema, mejorar las técnicas de cultivo, es decir, mejoras tecnológicas en los medios de producción, ya que sería posible alimentar a una mayor cantidad de personas con la misma cantidad de tierra disponible. Es interesante notar como desde esta visión ya se hace necesario el desarrollo de la inventiva para incrementar el bienestar de la sociedad.

Ambas visiones (Smith y Malthus) se contraponen y se complementan, una vislumbra con optimismo la mecánica del sistema mientras la otra se anuncia con pesimismo.

1.1.1.3 DAVID RICARDO.

Otro esfuerzo teórico relevante es el expuesto por David Ricardo en su trabajo *Los principios de la Economía Política y Tributación* (1817), si bien no tuvo como fin la explicación del crecimiento económico, explica algunos conceptos de este proceso. Según Ricardo el Trabajo como factor establece el Valor de las mercancías, es decir, el valor es una función del trabajo empleado en la producción del bien, en un contexto de competencia perfecta. La manera en que se utilizan los factores productivos está representada por una función de producción de coeficientes fijos, lo que tiene como consecuencia que las productividades marginales y medias del trabajador sean las mismas (Cardona, 2000), Ricardo notó que a medida en que los insumos de producción aumentaban, no necesariamente se reflejarían en un incremento en el producto recibido, en cambio, notó que dicha proporción podía ser incluso menor, es decir, describió uno de los conceptos más importantes en la economía, los rendimientos decrecientes. Es necesario mencionar que como condición para que esto suceda, deben existir insumos fijos e insumos variantes, si todos fueran variantes no se podría afirmar la existencia de rendimientos marginales decrecientes (Destinobles, 2002).

Otro concepto importante desarrollado por Ricardo es el de ventajas comparativas entre individuos y países, el concepto de ventaja comparativa suele ser un poco confuso al principio ya que en lugar de comparar un atributo compara un costo, dicho de otra manera, aquel que tenga el menor costo de oportunidad, tendrá la mayor ventaja comparativa, (ibídem).

1.1.2 TEORÍAS NEOCLÁSICAS Y DE POSGUERRA.

La transición de las teorías clásicas a las teorías neoclásicas comenzó a finales del siglo XIX, debido a cambios sociales, cambios en los patrones de consumo y a la manera en que el sistema económico provocaba que las familias se incorporaran al mercado laboral modificando los esquemas anteriores de

subsistencia, sólo por citar algunas causas. Otro motivo importante fue la necesidad de darle un carácter científico a la economía brindando sustento a todas las premisas de los economistas de la época permitiendo formar axiomas y leyes (ibídem). El principal expositor de las teorías clásicas fue Alfred Marshall.

En cuanto a las teorías económicas de posguerra es necesario comprender la necesidad que imperaba en esos tiempos, la reconstrucción de los esquemas económicos y el restablecimiento del orden social, dicha situación provocó que el Estado fuera incorporado como agente importante en dicho proceso, además la capacidad inventiva de la sociedad se convertiría en un factor determinante. Las teorías económicas de posguerra representaron una alternativa a las teorías clásicas y neoclásicas, dejó de imperar el principio de libre mercado y el Estado se convirtió en un agente determinante en el crecimiento económico de los países.

1.1.2.1 ALFRED MARSHALL

Alfred Marshall inicio la corriente neoclásica de crecimiento económico, sus aportaciones dieron lugar a la tan citada escuela de economía de Cambridge, representando las bases de la formalización teórica, es gracias a él la manera en que se establecen las curvas de oferta y demanda en el plano desarrollado por Descartes, tomando el Precio como variable dependiente y a la cantidad producida como variable independiente. Dentro de ese plano (a nivel microeconómico) se establecen dos relaciones, una positiva y otra negativa entre las variables, la demanda (determinada por la utilidad marginal que le presenta el bien al individuo) y la oferta (determinada por el costo marginal de producción), de estas dos ideas nacen el precio y la cantidad de equilibrio dada la intersección de la curva de demanda y de oferta. Este es un esquema simple pero que incorpora los conceptos de escases, utilidad marginal, elasticidades, costos marginales, etc.

Marshall visualizaba el crecimiento económico como resultado del incremento en las inversiones productivas por parte del sector privado, dicho sector es demandante de crédito por lo cual el tipo de interés (precio del dinero) afecta su

decisión de invertir, Este costo es comparado con la expectativa de rendimiento de la inversión a efectuarse (tasa interna de retorno de las inversiones), si el diferencial resulta positivo la inversión será realizada y el crecimiento económico podrá efectuarse.

En lo que respecta a la contribución que tuvo en la teoría del crecimiento económico se presentan como determinantes del crecimiento los siguientes:

- La tasa de interés.
- La tasa interna de retorno de las inversiones.
- La oferta monetaria (la cual debía de ser igual al nivel necesario de dinero en la economía).

El factor determinante del crecimiento económico, según Marshall, es el tipo de interés, ya que a medida en que la oferta de dinero sea mayor a la demanda de, la tasa de interés se reducirá hasta el punto en el cual la tasa esperada de retorno de las inversiones sea mayor que la tasa de interés y por consiguiente las empresas comiencen a utilizar el crédito, incrementando la producción y la oferta de bienes, generando una espiral de crecimiento. Al mismo tiempo, el nivel general de los Precios también determina el crecimiento económico, ya que si los precios crecen a tasas muy altas la oferta de bienes tenderá a decrecer, y por lo tanto, el Producto.

1.1.2.2 JOHN MAYNARD KEYNES.

Discípulo de Marshall e influenciado de gran manera por la escuela neoclásica de Cambridge, John Maynard Keynes, rompe con el paradigma del “liberalismo económico” (seguido desde la época de Adam Smith) estableciendo la necesidad de integrar un agente importante en la dinámica económica: el Estado. El papel del Estado como estimulante de la demanda agregada es la contribución que más polémica provocó dentro del marco clásico ya que se violaba el principio de “*laissez faire*”.

El contexto histórico que enmarca a Keynes es el periodo entreguerras y el periodo de postguerra, este contexto determina la manera en que Keynes concibe al Estado como agente participativo en la economía, situación que lo coloca en contraposición a las ideas neoclásicas de la época.

En el modelo de Keynes los determinantes del crecimiento económico son los componentes de la demanda agregada, el consumo (C) la inversión (I) y el gasto gubernamental (G)

$$DA = C + I + G$$

En su modelo expresado en su obra “Teoría General de la Ocupación el Interés y el Dinero” (1936), el crecimiento económico es resultado de crecimientos en la demanda agregada. Los componentes de ésta, determinan de manera importante el nivel de demanda que tendrá la economía y dado que en este modelo la oferta es totalmente elástica, es decir hay capacidad ociosa, cualquier incremento en la demanda agregada será compensado por incrementos graduales en la oferta, por lo que el nivel de producción será mayor, en el momento en el que los niveles de consumo, ya sean privados o públicos y los niveles de inversión se encuentren por debajo de sus niveles normales, el Estado puede incentivarlos mediante incrementos en el gasto público, ya sea por una reducción en las tasas impositivas o por incrementos en el déficit gubernamental.

El desempleo en masa no podía ser explicado por bajos salarios (preferencia por el ocio) o precios altos, ambos deterioraban la demanda agregada y debían de ser tratados a la par (Destinobles, 2000), el desempleo es función inversa de la demanda agregada, si una se incrementa la otra disminuirá.

Keynes afirmaba que los postulados de la teoría clásica sólo eran aplicables a un caso particular y que sus postulados tendrían mayor aplicación a la realidad.

1.1.2.3 ROBERT SOLOW.

En su modelo de crecimiento económico, Robert Solow, estableció la relación que guarda el Capital con la producción, asume una fuerza laboral de tamaño casi constante, y una tasa de depreciación del Capital casi fija, esta se compensa con el ahorro que cambia en manera proporcional con los ingresos.

Solow incorpora en su modelo el equilibrio macroeconómico entre ahorro e inversión, al Capital como un activo acumulable y a la mano de obra como reproducible, al ahorro real como función del ingreso, a la tasa de depreciación y al crecimiento poblacional.

Para poder establecer la ecuación fundamental del modelo de Solow es necesario conocer en primer lugar las propiedades de una función de producción neoclásica (Sala i Martin, 2000).

La producción económica u oferta se obtiene de mezclar tres insumos en una función de producción, los insumos fundamentales son, el Capital (K_t), el trabajo (L_t) y la tecnología (A_t), la característica que diferencia a la tecnología de los otros 3 es la condición de no rivalidad que presenta, puede ser utilizado por más de un productor a la vez, sin embargo es exógena al modelo

$$Y_t = A_t f(K_t, L_t)$$

Toda función neoclásica de producción presenta 3 características principales:

1. Rendimientos constantes a escala, es decir, si cualquiera de los insumos se duplica, el producto también se debe de duplicar.
2. La productividad marginal de todos los factores de la producción es positiva pero decreciente, es decir, en el punto anterior, se analiza el rendimiento de las variables en su conjunto ahora se analiza su comportamiento de manera aislada, es decir, sólo la productividad de cada factor (capital ó trabajo) debe ser positiva y decreciente.

3. Debe de cumplir con las condiciones de INADA², es decir, cuando el Capital tiende a cero la productividad marginal de este factor debe tender a infinito y viceversa.

En el modelo de Solow se asume la existencia de rendimientos decrecientes en el Capital y la existencia de mejoras constantes en la economía, es decir la tecnología mejora cada vez pero es exógena al modelo, por lo que la función de producción utilizada por Solow es denominada *función de producción neoclásica*, continua y diferenciable que cumple las condiciones de INADA, lo que garantiza que no haya discontinuidades, de modo que se pueda llegar a un equilibrio estacionario único (Sala I Martin, 2000), otra consecuencia de la exogeneidad de la tecnología es que no se tiene un conocimiento claro acerca de los determinantes de la tecnología por lo cual no se explica la manera en que será posible salir del estado estacionario.

Los determinantes principales del crecimiento en este modelo son la tasa de ahorro, la tasa de depreciación y el Capital por trabajador. Cuando el Capital por trabajador es relativamente bajo y los ahorros son mayores que la depreciación, se generaran incrementos en el ingreso futuro y en la tasa de retorno del Capital (Destinobles, 2000). Incrementos deliberados en el Capital sólo traerán consigo cantidades decrecientes en el producto adicional y una caída en la tasa de retorno de las inversiones, en este modelo no puede haber crecimiento económico de esa manera, ya que para cuando la tasa de depreciación y los ahorros se igualen la tasa de retorno de las inversiones será ya tan baja que no habrá incentivos para invertir, por lo que las economías no podrán crecer de manera indefinida sólo acumulando Capital, sólo el progreso tecnológico es el único factor capaz generar un crecimiento más allá del logrado en el estado estacionario, el problema radica en que no se explican los determinantes del desarrollo tecnológico, el cual es considerado un factor exógeno.

² La condición de INADA afirma que cuando los niveles de un factor tienden a cero, la productividad marginal de dicho factor tiende a infinito, y cuando los niveles de dicho factor tienden a infinito, la productividad marginal tiende a cero.

1.1.2.4 JOSEPH SHUMPETER

Joseph Shumpeter concibe el crecimiento económico como un proceso de creación y destrucción provocado por el único motor del crecimiento: la innovación (Shumpeter, 1978). Según su teoría se puede asegurar que los procesos económicos son orgánicos y endógenos, son orgánicos porque son las personas con sus acciones y actitudes las que determinaran el resultado de dichos procesos, el empresario por ejemplo, es el encargado de innovar en los procesos que desembocaran en la creación de nuevos productos, los cuales dejaran obsoletos a los productos anteriores, y es endógeno porque surge del sistema y provoca que se masifique dicha innovación beneficiando de nuevo al sistema.

Para Shumpeter, el producto se determina de la siguiente forma:

$$\text{PIB} = F (K, \text{RN}, W, T, \text{ASC})$$

Donde:

PIB: Volumen de producción

K: Medios de producción producidos, tales como maquinaria, materias primas e insumos.

RN: Recursos naturales (la tierra y su fertilidad, los recursos naturales)

W: Trabajo (fuerza física y conocimientos rutinarios).

T: Tecnología e innovación.

ASC: Aspectos Socio-culturales.

Los 3 primeros factores K, RN Y W se denominan fuerzas materiales de la producción y son llamados los determinantes del crecimiento debido a que su tasa de cambio es muy lenta y gradual, los demás factores, T y ASC son las fuerzas inmateriales de la producción y ejercen un papel más decisivo en el crecimiento por lo que son denominados Fuerzas o Factores del desenvolvimiento económico, el papel del empresario innovador y de las innovaciones radicales en el proceso es crucial, sólo estos pueden provocar crecimiento económico.

1.1.3 TEORÍAS DE CRECIMIENTO ENDÓGENO

En el modelo de Solow, el factor tecnológico es incorporado de manera exógena, por lo que sin él, el crecimiento económico llegara a un estado estacionario. En la década de los 80's Romer y Lucas (1986), propusieron volver endógeno este componente. Esta propuesta teórica es conocida como teoría del crecimiento endógeno, que entre otros aspectos, restringe el principio de los rendimientos decrecientes en el Capital, la consecuencia de esto es que al haber incrementos en la productividad derivados de los avances tecnológicos, es posible seguir creciendo.

Usando un horizonte temporal infinito, técnicas de optimización intertemporal e incorporando al análisis el esquema de competencia imperfecta se pueden tener presentes los efectos del progreso tecnológico, siempre restringiendo el supuesto de los rendimientos decrecientes en el Capital.

Los incentivos que existen en el desarrollo de nuevas tecnologías y la relación que guarda con la inversión son los componentes que dan pie a esta corriente teórica (Sala I Martin, 2000) a nivel micro las empresas buscan mejorar sus procesos de producción y desarrollar nuevos productos, este esfuerzo por parte de las empresas llevará a que la producción se incremente, este proceso nunca se detiene por lo que para ganar parte del mercado las demás empresas seguirán innovando y así se continuará con la espiral de crecimiento.

1.1.3.1 MODELO TECNOLOGÍA AK.

Es el modelo más simple de crecimiento endógeno, el modelo "Tecnología AK" la función de producción de este modelo no cumple del todo con las condiciones de una función de producción neoclásica ya que si bien presenta rendimientos constantes a escala no presenta rendimientos marginales decrecientes en su único factor: el Capital. Además no satisface las condiciones de INADA ya que el producto marginal del Capital es una constante positiva, si el Capital es cero o mil,

la productividad de dicho factor será constante. La función se representa de la siguiente manera:

$$Y = AK$$

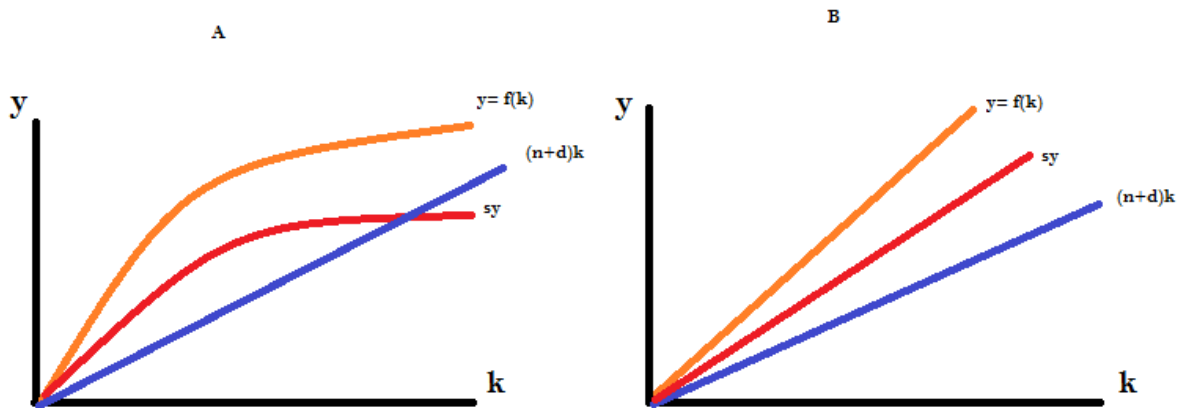
Donde "A" representa el desarrollo tecnológico y es constante, cabe destacar que dentro del componente "K" ya se está tomando en cuenta tanto el Capital físico como el Trabajo o dicho de una mejor manera, el Capital Humano, (inversión necesaria para que un cuerpo pueda ser productivo y pueda trabajar)- Dado que el Capital Humano crece sacrificando consumo actual, la sociedad debe de sacrificar una parte de su consumo presente para invertirlo en él, es decir, la sociedad determina el nivel de ahorro, el cual afecta el nivel de inversión en capital humano que a su vez repercute en el desarrollo tecnológico.

Las principales diferencias de este modelo en relación al modelo neoclásico exógeno (Solow) radican en que la tasa de crecimiento del PIB per cápita puede ser más alta sin tener que atribuirlo a alguna variable exógena al modelo, no existe un estado estacionario y la tasa de crecimiento de todas las variables es constante debido a la no existencia de rendimientos decrecientes en el Capital.

La tasa de crecimiento del producto es constante, es decir, no se predice la convergencia tal como aseguraba el modelo neoclásico, es claro que si tenemos un conjunto de países con un nivel dado de Capital inicial, el país con el mayor Capital inicial tendrá una ventaja sobre los demás, aun si su tasa de crecimiento no es la más alta.

En el segmento A del diagrama 1.2 se expone el modelo de Solow en el cual se alcanza un estado estacionario (en donde la tasa de crecimiento del capital por trabajador " k " es cero) cuando el Ahorro (sy) se iguala a la inversión requerida ($(n+d)k$) esto se debe a los rendimientos decrecientes en el capital.

Diagrama 1.2 Diferencia en la función de producción



Fuente: Macroeconomía Dornbusch, Fischer y Startz

Este supuesto desaparece en el segmento B, la función de producción es una línea recta y por lo tanto sy nunca se iguala con $(n+d)k$. Suponiendo que la tasa de ahorro “s” es constante y que no hay crecimiento demográfico ni depreciación del capital, todo el ahorro se destina a incrementar las reservas de capital por lo tanto, la tasa de crecimiento del capital es la tasa de ahorro multiplicada por el producto, es decir, es proporcional a la tasa de ahorro, a mayor tasa de ahorro mayor será el crecimiento del capital:

$$\Delta K = sY$$

Como la producción es proporcional al capital “k” la tasa de crecimiento del producto es:

$$\Delta Y/Y = sA$$

Cuanto mayor es la tasa de ahorro mayor es la tasa de crecimiento del producto, de esta manera el crecimiento no alcanza un estado estacionario (tasa de crecimiento del producto constante)

1.1.3.2 MODELO MRW

En el marco de la investigación neoclásica, el modelo ampliado de Solow, o Modelo de N. Gregory Mankiw, David Romer y David N. Weil (1992) (conocido generalmente como modelo MRW) actualmente constituye uno de los modelos de crecimiento empíricos más notable para explicar analíticamente el crecimiento de una economía y la convergencia entre los diferentes países.

En este modelo se considera una economía cerrada que tiene un sólo sector de producción, además utiliza el Capital físico, el Trabajo y el Capital Humano como principales factores productivos. Se considera al Capital Humano como un bien exclusivo y competitivo. Cabe recalcar que el modelo de Mankiw y Alii (1992) es una ampliación del modelo Solow-Swan (1956), por lo tanto, hace suya también la hipótesis de rendimientos constantes a escala y hace uso también de la función de producción Cobb-Douglas (Sala I Martin, 2000).

Los determinantes del crecimiento en este modelo son endógenos y se establecen en una función de tipo Cobb Douglas en la que se toman en cuenta el Capital, el Trabajo (en el sentido convencional) y el Capital Humano, cabe destacar que esta es su principal diferencia con el modelo AK ya que el Capital Humano se toma como un componente independiente de cualquier otro:

$$Y = BK^{\lambda} H^{\eta} L^{1-\lambda-\eta}$$

En este modelo se supone que es posible acumular tanto Capital físico como Capital Humano y las empresas son agentes maximizadores por lo que competirán por el Capital físico y Humano hasta que el producto marginal de ambos sea idéntico (ibidem) en consecuencia, el Capital Humano debe ser proporcional al Capital físico, al incluir al Capital Humano se reduce la sobreestimación del rendimiento del Capital. Cabe señalar que el Capital Humano es comparable a capacidades, competencias y conocimientos de los trabajadores individuales.

En la función que representa al modelo, se tienen rendimientos constantes a escala en los 3 factores, tal como una función neoclásica, se supone una estructura de competencia perfecta y todas las empresas son idénticas. Las tasas de crecimiento de ambos factores están determinadas por:

$$K(t) = sKY(t) - dK(t)$$

$$H(t) = sHY(t) - dH(t)$$

Donde *sky* y *shy* son las tasas de ahorro, las cuales están determinadas exógenamente, además, ambos factores se deprecian a la misma tasa (*d*).

1.1.3.3 PAUL ROMER

El modelo que plantea Paul Romer, corresponde a la corriente de crecimiento endógeno, este modelo es importante porque, a pesar de que basa el crecimiento en un factor como es el Capital Humano, también los niveles de inversión se vuelven relevantes en el análisis.

1.1.3.3.1 SUPUESTOS DEL MODELO

Los argumentos principales de la teoría según el autor son,

- El desarrollo tecnológico es el único motor del crecimiento económico.
- El cambio tecnológico promueve el incentivo de la acumulación de Capital, por lo tanto el desarrollo tecnológico responde a un interés de mercado mediante ciertos incentivos.
- La tecnología es vista como un bien (expresa una serie de instrucciones para utilizar las materias primas) y tiene propiedades diferentes de otros bienes.

Las características de las cuales la tecnología difiere de los demás bienes son el grado de exclusión y el grado de rivalidad. Se dice que un bien es rival cuando hay

rivalidad en su consumo, es decir que no puede ser utilizado por dos personas al mismo tiempo, y como claro está, la tecnología es un bien no rival, dado que puede ser utilizado al mismo tiempo por 2, 3, 4 ó más fabricantes diferentes. En cuanto a la propiedad de exclusión, un bien es excluible cuando es posible evitar su consumo, por ejemplo, cualquier bien por el cual se tenga que pagar algún precio. Los bienes económicos convencionales presentan ambas características, la tecnología no.

El interés de la presente teoría según el autor, radica en los bienes no rivales pero que sí son parcialmente excluibles, la tecnología es en sí un bien no rival, pero dada la segunda premisa (el desarrollo tecnológico es gracias a incentivos de mercado), los beneficios derivados de dicho desarrollo tecnológico son parcialmente excluibles, por lo tanto uno de los insumos que llevan al crecimiento económico (la tecnología) es no rival y parcialmente excluible.

Otro concepto importante es el Capital Humano, este es un bien particular también, ya que puede ser provisto de manera privada e intercambiado en un esquema de mercado competitivo, por lo que es un bien rival, debido a que se encuentra atado a una forma física, un cuerpo humano. Un diseño, en contraste, no está atado necesariamente a una forma física, por lo que no es un bien rival necesariamente,

Si dentro de la función de producción hay un insumo con las características de no rivalidad, se pierden los rendimientos constantes a escala (no hay condición de homogeneidad de grado 1)³, no es necesario replicar un insumo no rival.

1.1.3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO.

Se supone una función $F = F(A, X)$ donde A es la tecnología y X es una lista enorme de insumos rivales, donde $F(\lambda A, \lambda X) = \lambda F(A, X)$, los insumos principales son el Capital (K), el trabajo (L), el Capital Humano (H) y un índice que mide el nivel de la

³ Es decir que si se multiplican todos los factores por un valor λ el producto se multiplica por ese valor.

tecnología, el Capital es medido mediante unidades de bienes de consumo, el Trabajo son las personas que poseen habilidades, en este modelo se separa el componente rival y el no rival del conocimiento, el rival es el Capital Humano y el no rival es el desarrollo tecnológico, A se mide mediante los diseños que desembocan en un nuevo bien.

El modelo presenta 3 sectores: el de investigación, el de bienes intermedios y el de bienes finales. El primero utiliza Capital Humano y el *stock* de conocimiento existente para producir diseños. El segundo utiliza los diseños para fabricar bienes duraderos de producción y el tercero hace uso de dichos bienes de capital para la producción de bienes finales. Una empresa puede tener en sí misma todos o alguno de los sectores.

La población es constante a lo largo del tiempo, el *stock* de Capital Humano en la población es fijo, así como la fracción ofertada al mercado, el trabajo y el Capital Humano son fijos.

En la presente función se tiene que el producto es función de H , de L y de una lista X , la cual incluye todos los insumos necesarios por una empresa para producir un bien final, estos insumos son sustitutos perfectos entre ellos. Hay además un valor A para el cual X es 0 (porque A cambia en función de la invención de bienes de Capital, dado que se establece que los bienes son resultado de las patentes producidas)

$$Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{1-\alpha-\beta}.$$

Es necesario hacer notar que A no depende del Capital o del trabajo, es decir la tecnología tiene otros factores que la determinan, en la siguiente función se establece que la tasa de crecimiento de A medido como diseños producidos, donde H es el Capital Humano empleado en la Investigación, por lo que entre mayor sea H mayor será A , además que un *stock* mayor de la propia función A , tendrá como consecuencia una mayor productividad del Capital Humano.

$$\dot{A} = \delta H_A A,$$

Por lo que los países que tengan una mayor acumulación previa de Capital Humano tendrán como consecuencia una aceleración en su tasa de crecimiento, razón por lo que las políticas que incentiven el crecimiento del Capital Humano deben de ser preferidas sobre las que pretendan incrementar el Capital físico.

1.1.4 SÍNTESIS DE LAS TEORÍAS DEL CRECIMIENTO

El crecimiento económico se ha establecido como el resultado de distintos factores que lo incentivan, se puede ver una diversidad ideológica muy clara en los párrafos anteriores ya que el crecimiento ha sido explicado desde diferentes ópticas y los factores que lo determinan en cada uno de ellos pueden variar. En el cuadro 1.1 se presentan los supuestos y conceptos de cada autor y modelo, su ecuación de crecimiento y los determinantes del crecimiento.

Los clásicos necesitaban una estructura de mercado libre para asignar de manera eficiente los recursos y los factores productivos, Smith aseguraba que el crecimiento recaía en el nivel de especialización que tuviese la economía así como en la división del trabajo. David Ricardo aseguraba que el crecimiento estaba determinado por el valor de los bienes, es decir, por el trabajo incorporado en ellos, además de que comenzó a esbozar los límites del crecimiento con la teoría de los rendimientos decrecientes, esta característica es muy importante ya que en el estudio del crecimiento económico no sólo importa conocer los determinantes del incremento sino también los factores que podrían limitarlo, para así poder evitarlos. Malthus por ejemplo centro su atención en las limitantes que presenta el crecimiento, ya que la demanda de alimentos y recursos sería mayor que la oferta existente dada la diferencia en las tasas de crecimiento, esta situación llevaría a que la productividad del trabajo (salario) comenzara a disminuir hasta que fuese el mínimo de subsistencia limitando el crecimiento económico. Conforme el sistema económico comenzó a cambiar a inicios del siglo XX y

aparecieron nuevos problemas que lo afectaban (sistemas monetarios, niveles de gasto público, incrementos en el comercio internacional) se hizo imperativa la creación de nuevas explicaciones que trataran de enmarcar dichos limitantes utilizando los métodos cuantitativos como herramienta principal en el análisis, de esa manera se estableció la corriente neoclásica, Marshall tuvo un papel vital en la creación de un método que permitiera analizar el sistema económico, su argumento utilizaba la inversión como factor principal en el crecimiento económico, el cual estaba condicionado a la tasa de interés y a la tasa de rendimiento de las inversiones.

Desde un enfoque opuesto y con la misma formalidad teórica se estableció la teoría Keynesiana la cual enmarcada por una situación social de gran desempleo trató de explicar los factores que podrían incentivar el crecimiento económico, el Estado dejaría de tener un carácter regulador y tendría una participación activa en el quehacer económico, los niveles de gasto y la política monetaria que implementara serían vitales para incrementar los niveles de producción.

En la función de producción que estableció Robert Solow a mediados del siglo XX, el Capital y el Trabajo determinan el nivel de producción. Además existe un tercer factor el cual se debe a que hay efectos en el producto que no se pueden explicar por alguno de los dos factores anteriores, por ejemplo el desarrollo de la tecnología. En esta teoría se establece que el único factor que podría acelerar el crecimiento después de haber alcanzado el estado estacionario sería el desarrollo tecnológico.

Cuadro 1.1 Síntesis de Autores y Modelos de crecimiento económico

EXPOSITORES Nombre	Supuestos y Conceptos	Ecuación fundamental	Determinantes del crecimiento
Adam Smith	La división y la especialización del trabajo tendría como consecuencia una mayor productividad del trabajo, lo cual incrementaría los salarios y la demanda, provocando una espiral optimista en el crecimiento	A lo largo del trabajo no se presenta una ecuación o formalización matemática.	La naturaleza. El Tamaño del Mercado. La División del trabajo. La Especialización. Los Salarios. La productividad. El consumo.
Robert Malthus	La demanda de alimentos y recursos sería mayor que la oferta existente Existe diferencia en las tasas de crecimiento de la población (geométrica) y los alimentos (aritmética) Vislumbra la existencia de Rendimientos Decrecientes	$Y = F(T, L)$ T= Tierra L= Trabajo Y=Producción PML = Salario	El consumo de los trabajadores La productividad del trabajo La disponibilidad de tierras fértiles. El salario.
David Ricardo	Los conceptos más importantes desarrollados en su teoría son los rendimientos decrecientes y las ventajas comparativas entre individuos y países, estos últimos bastante relacionados con el concepto de costo de oportunidad. Se cumple la ley de Say. Estructura de mercado de competencia perfecta.	$V = F(l)$ V= valor l= Trabajo Los coeficientes de los Factores Productivos son fijos LA – Trabajo del producto A LB- Trabajo del producto B PA/PB-Precio relativo expresado en términos de A, Si $LA/LB < LA'/LB'$ entonces tendremos ventaja comparativa en producir el bien A por lo que la especialización en el bien A debe de ser realizada.	La Especialización El trabajo La Inversión. El valor de un bien. El consumo.
Alfred Marshall	Enfoque de Cambridge. Enfoque microeconómico de análisis Factores que explican la decisión del individuo de mantener dinero. La velocidad de circulación del dinero va a depender de las preferencias individuales. El dinero tiene un papel de reserva de valor. El Precio como variable dependiente. Elasticidad Precio de la Demanda. El precio de un bien podía ser determinado por el costo de producción como por la utilidad. El precio se determina por la intersección entre oferta y demanda, es decir entre costos de producción y utilidad marginal. Excedente del consumidor.	$M = k \cdot p \cdot Y$ M= Oferta monetaria K=Preferencias individuales (sustituye la velocidad del dinero) P= Nivel de precios Y= Producto	El nivel general de precios. La tasa de interés La tasa interna de retorno de las inversiones
John Maynard Keynes	Propensión marginal a consumir y Ahorrar. Motivos diversos para poseer activos líquidos. Existencia de capacidad ociosa en la producción. Efecto Multiplicador sobre el producto las expectativas y la racionalidad económica.	$Y = C + I + G + XN$ $C = F(Y)$ S(ahorro)=I (inversión) (en economía cerrada) Y-producto C-consumo G-gasto público XN- exportaciones netas	La inversión Las políticas fiscales Las políticas monetarias El gasto Público. La Demanda Agregada. (Componentes) La tasas de Interés.
Robert Solow	Modelo Exógeno o Neoclásico de Crecimiento. Se supone una economía cerrada. La Tecnología Permanece constante. Función de Producción Cobb Douglas. El stock de capital se deprecia a una tasa constante. El nivel de desarrollo tecnológico se mantiene constante. La población crece a una tasa constante.	$Y = F(K, L, A)$ función Cobb-Douglas. $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ Se definen las variables de forma per cápita $Y = y/AL$ K= k/AL K-Capital L-Trabajo A-factor Tecnológico o Residual $PIB = F(K, RN, W, T, ASC)$	La tasa de ahorro. La tasa de depreciación de los factores. El capital por trabajador. El factor Tecnológico(exógeno al Modelo)
Joseph Shumpeter	Los procesos económico son orgánicos y endógenos. El empresario es un ente Innovador que debe de tener creatividad para los procesos. Los factores productivos se dividen en Materiales e Inmateriales.	PIB: (Volumen de producción) K : *medios de producción producidos Maquinaria, equipo, materias primas e insumos RN: Recursos naturales (la tierra y su fertilidad, los recursos naturales) W: Trabajo (fuerza física y conocimientos rutinarios). T: Tecnología e innovación. ASC: Aspectos Socio- culturales	Los Niveles de Factores materiales, Los Medios de producción El Trabajo Los Niveles de factores inmateriales, La Tecnología e innovación La Constancia Los Aspectos Socio- culturales La innovación

MODELOS Nombre	Supuestos y Conceptos	Ecuación fundamental	Determinantes del crecimiento
Modelo simple de Crecimiento Endógeno AK	El capital tiene dos maneras de presentarse, de manera física y de manera humana. Rendimientos constantes a escala. Los insumos deben de ser "capital" y deben de presentar rendimientos constantes a escala. No tiene rendimientos decrecientes en el capital. No cumple las condiciones de inada. No hay relación entre la tasa de crecimiento del producto y el nivel del producto.	$Y_t = AK_t$ La función de producción es lineal en el stock de capital Y-Producción A-Prod. Marg. del Capital K-capital (tanto físico como capital representando al Trabajo)	La tasa de Ahorro. El Capital. El Capital Humano medido como Trabajo. La productividad Marginal del Capital. El factor Tecnológico (determinado por la tasa de ahorro endógeno al Modelo)
Modelo Mankiew Romer y Wheel Modelo MRW	Considera una economía cerrada que tiene un solo sector de producción. El capital físico el trabajo y el capital humano son los únicos factores de producción, el capital humano es un bien exclusivo y competitivo. Es el modelo de Solow Swan ampliado	$y = bk^n l^{1-n}$, es una cobb Douglas con 3 factores al reducir los términos se obtiene $y = ak^a l^{1-a}$, siendo $a = \frac{1}{n}$ es decir las participaciones del capital físico y humano y la constante $a = b(n)^n$, se argumenta la participación del capital humano	La productividad Marginal del Capital. La tasa de ahorro del capital físico La tasa de ahorro del capital humano La tasa de Depreciación El Capital. El Trabajo (Principal diferencia con el modelo AK)

Fuente: Elaboración propia con base en los autores.

Para continuar con la importancia del desarrollo tecnológico en el crecimiento económico, Joseph Shumpeter aseguraba que los procesos económicos eran producto del "Empresario" el cual es un ente innovador que debe tener por sobre todo creatividad. Además, argumentaba la existencia de un proceso de destrucción creativa, ya que en algún punto los nuevos productos, fruto de la investigación y el desarrollo, presentarían características adicionales y mejoras que dejarían obsoletos a los productos que en algún momento fueron innovadores, el proceso no tiene un límite establecido mientras el incentivo de mercado continúe en pie.

Después de un periodo de desinterés por parte de los teóricos en economía, fue hasta los años 80's cuando se retomó el estudio del crecimiento económico gracias a los trabajos de Romer y Lucas, los cuales se enmarcan dentro de los llamados modelos de crecimiento endógeno. Los modelos precedentes dejaban sin explicar de qué manera sería posible acelerar el crecimiento alcanzado el estado estacionario puesto que trataban de manera exógena el desarrollo tecnológico, en los modelos endógenos se trata de explicar los determinantes del desarrollo tecnológico.

El modelo que sirve de marco teórico para el presente trabajo es el elaborado precisamente por Paul Romer, el cual asegura tres premisas fundamentales:

- La primera es que el desarrollo tecnológico es el único motor del crecimiento económico,
- El segundo es que el cambio tecnológico promueve el incentivo de la acumulación de Capital,
- La tercera y la más importante es que la tecnología es diferente a los demás bienes debido a su grado de exclusión y rivalidad.

1.2 EVIDENCIA EMPÍRICA

La importancia de la evidencia empírica para demostrar la veracidad de los postulados teóricos ha sido mayor en los últimos años, gracias a la evolución de los métodos estadísticos e informáticos así como a la relativa facilidad con la que es posible acceder a los datos.

Si bien es cierto que en la teoría de crecimiento endógeno el Capital Humano es uno de los determinantes más importantes para explicar el crecimiento, existe una gran divergencia entre los trabajos que han tratado de encontrar alguna evidencia empírica de la relación Capital Humano-crecimiento económico (CH-CE), ya que primeramente no en todos se utiliza la misma variable proxy para medir el Capital Humano (Destinobles, 2000), de igual manera, las especificaciones utilizadas para observar su impacto en el crecimiento económico son diferentes, por ejemplo, los resultados derivados de los estudios sobre datos de panel hacen hincapié en una relación negativa o inexistente entre Capital Humano y el crecimiento económico, Islam (1995) y Dessus - Herrera (1996) sólo por citar algunos.

De acuerdo con Destinobles los trabajos empíricos que han tratado de mostrar la relación CH-CE se dividen en dos, los que presentan al Capital Humano como un flujo y los que lo presentan como un acumulado.

Dentro del grupo que considera al Capital Humano como un flujo se tiene primeramente a Razin (1976) con su trabajo *Education and Economic Growth: New Evidence*, quien partió de un conjunto de 11 países desarrollados para el período 1953-1965 y de una estimación de corte transversal de la dinámica anual del PIB per cápita. Uno de sus principales hallazgos fue que la tasa de escolaridad del nivel secundaria tiene un impacto positivo sobre la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita. Hicks (1979) en su trabajo *Growth vs Classic Needs : Is There a Trade Off?*, trabaja con una muestra de 69 países en desarrollo para el periodo 1960 y 1973. Realizó una estimación de corte transversal en donde encontró que tanto la tasa de alfabetización como la tasa de escolaridad a nivel primaria para el primer año de estudio, tienen un efecto positivo sobre la dinámica del producto per cápita. Weeler (1980) en su estudio *Human Resources Development and Economic Growth in Developing Countries: A Simultaneous Model*, para un conjunto de 88 países para el período 1960-1977, el autor realizó un modelo con ecuaciones simultáneas en el cual las variables estimadas son los porcentajes de cambio del producto, el autor encontró que las variaciones de la tasa de alfabetización tenían un efecto positivo. Blanchet (1988) parte de una estimación de corte transversal para una muestra de más de 75 países en el periodo 1960-1980; encontró que la tasa de escolaridad tenía un efecto positivo sobre el crecimiento económico en el primer año del periodo de estudio. Otani y Ernesto Villanueva (1990) estimaron en un modelo de corte transversal para 55 países en desarrollo para el periodo 1970-1985, el análisis realizado por los autores fue realizados en tres grupos de países: ingreso bajo, medio y alto. Entre sus principales conclusiones se encuentra que la proporción de los gastos públicos asignados a la educación eran estadísticamente significativos y tenía un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento del PIB per cápita. Además, encontraron que los gastos de educación en los países de ingreso medio son estadísticamente significativos para los países de ingreso intermedio, no así para los países más ricos.

Un trabajo que destaca sobre los otros es el de Robert Barro, *Economic Growth in a Cross Section of Countries* (1991), donde realiza un modelo de corte transversal

para estimar la tasa de crecimiento del ingreso per cápita. El estudio considera una muestra de 98 países para el periodo 1960-1985,

Para medir la variable Capital Humano, Barro utiliza 3 índices:

1. La tasa de escolaridad primaria y secundaria para el año inicial, cuyos efectos son positivos.
2. La tasa de alfabetización en 1960, cuyo efecto es positivo, cuando no se incluyen otras variables en la regresión.
3. La tasa de deserción (*proxy* inversa de la calidad del servicio escolar) cuyo efecto es negativo en el caso del nivel primario y no estadísticamente significativo en el caso del nivel secundario.

En el segundo grupo tenemos los modelos que toman al Capital Humano como un acumulado (*stock*); que en la mayoría de los casos esta variable es aproximada por los años promedio de estudio, este grupo es de gran relevancia para el presente análisis ya que dicha variable no sólo aproxima el valor del Capital Humano si no que sirve de insumo para determinar el progreso técnico, es decir el progreso técnico es función del Capital Humano, motor último del crecimiento económico.

Benhabid y Spiegel (1992, 1994) en su trabajo, *The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data* realizaron un modelo en el cual el Capital Humano tiene dos impactos. De un lado aparece como el determinante potencial del crecimiento económico y del otro, como un determinante del desarrollo tecnológico.

Los autores parten de una función de producción Cobb-Douglas:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} H_{it}^{\gamma} \varepsilon_{it}$$

Donde:

Y_{it} = nivel de producción

A_{it} = productividad total de los factores o nivel de la tecnología

K_{it} = Capital físico

L_{it} = trabajo

H_{it} = nivel de Capital Humano

Después de realizar las regresiones los autores notaron que el Capital Humano resultaba negativo o no estadísticamente significativo, situación que los obligó a replantear la función, inspirándose en las nuevas teorías del crecimiento endógeno recurrieron a la siguiente función de producción⁴:

$$Y_{it} = A_{it}(H_{it})K_{it}^{\alpha}L_{it}^{\beta}$$

En esta función se asume que el crecimiento de la tecnología depende del nivel de Capital Humano pero ligado al desarrollo tecnológico, es decir, los diferentes niveles de Capital Humano generan diferentes ritmos de acumulación tecnológica ya que, una mano de obra calificada permite una absorción más rápida de las nuevas tecnologías.

La diferencia de la acumulación tecnológica entre países depende de que tan alejados se encuentren de la frontera tecnológica mundial, entre más alejado se encuentre un país de dicha frontera menor será su acumulado tecnológico pero le será más fácil alcanzarlo siempre y cuando su población tenga un nivel mínimo de calificación (Capital Humano), esa variable será la velocidad con la que se acercara a dicha frontera.

Es importante notar que no sólo estamos hablando de Capital Humano sino de desarrollo tecnológico y de cómo el Capital Humano lo permite o lo evita.

⁴ Es importante destacar que ambas funciones se encuentran en su forma más simple ya que los autores utilizaron las diferencias logarítmicas de cada elemento para deducir sus resultados, por ejemplo $Y_{it} = \ln(Y_{it} - Y_{it-1})$

De las pruebas realizadas por Benhabid y Spiegel (1992, 1994) se puede entender que el nivel de Capital Humano afecta el crecimiento económico cuando se le considera en términos de productividad, y por lo tanto, su contribución al crecimiento económico se da vía innovación tecnológica del país y vía la velocidad de adopción de tecnología del resto del mundo.

Dentro de este segundo grupo también se realizaron algunos modelos que arrojaron resultados que contradicen la teoría y aseguran que el Capital Humano no necesariamente es un determinante del crecimiento económico- Por ejemplo, Robert Barro (1994) elaboró un modelo para 100 países para el período 1965-1990, en el cual demostró que el promedio de escolaridad a nivel secundaria y a nivel superior, medidos al inicio del periodo eran significativamente positivo para los hombres y significativamente negativo para las mujeres, también encontró que parte de los gastos públicos de educación como proporción del PIB tenían un efecto positivo pero eran poco significativos estadísticamente.

El trabajo de Bhalla (1995) *Freedom and Economic Growth: A virtuous Cycle?* consistió en una estimación de corte transversal del crecimiento del PIB per cápita para 90 países para el periodo 1973-1990. El autor encontró que el número promedio de años de escolaridad al inicio del periodo, era no estadísticamente significativo.

Bloom y Mahal (1995) estimaron en corte transversal la tasa de crecimiento per cápita de 51 países para los periodos: 1980-1992 y 1987-1992. Por una parte, encontraron que el número promedio de años de escolaridad tenía un efecto no estadísticamente significativo; y, por otra parte, que la proporción de los gastos públicos en educación como proporción del PIB tenía un efecto positivo y, además, era estadísticamente significativo.

Islam (1995), en su trabajo *Growth Empirics: A Panel Data Approach* estimó un modelo de panel para tres muestras de 90, 75 y 22 países, teniendo como variable dependiente el logaritmo del PIB per cápita para el periodo 1960-1985. En este estudio encontró que para la muestra de los 90 países el número de años de

estudios para los mayores de 25 años en regresión de sección cruzada era estadísticamente significativo y tenía un efecto positivo; para la muestra de los 75 países tenía un efecto positivo pero no estadísticamente significativo; y para los 22 países de la OCDE existía un efecto negativo y no estadísticamente significativo.

En regresión agrupada o *pooled*, el autor encontró un efecto positivo pero no estadísticamente significativo para los 90 países; en el caso de los 75 países el efecto es negativo y no estadísticamente significativo, y en el caso de los 22 países de la OCDE, el efecto es similar al caso anterior.

Usando efectos fijos, Islam encontró un efecto positivo no estadísticamente significativo para los 98 países, un efecto positivo no estadísticamente significativo para los 75 países y para los 22 países de la OCDE, un efecto negativo no estadísticamente significativo.

El desarrollo tecnológico es una variable que debe incorporarse al análisis ya que es un medio adicional por el cual el Capital Humano puede afectar al crecimiento económico. El desarrollo tecnológico es función del Capital Humano y el crecimiento económico es función del desarrollo tecnológico (Aghion 1998).

1.3 MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO ENDÓGENO PARA LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS DE ESPAÑA

Un trabajo que incorpora dichos elementos es el realizado por Blanca Simón Fernández (Universidad de Zaragoza), José Aixala Pastó (Universidad de Zaragoza), Gregorio Giménez Esteban (Universidad de Zaragoza) y Gema Fabro Esteban (Universidad de Zaragoza). Este estudio fue realizado en 2004 y aporta evidencia sobre la relación entre el Capital Humano el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico, todo el análisis se enmarca en las Comunidades Autónomas españolas, la metodología empleada es un modelo de datos de panel con efectos fijos, el modelo establecido es un sistema de dos ecuaciones no simultáneas que en primer lugar trata de explicar el crecimiento económico medido

por la variación que ha tenido el PIB per cápita y en segundo lugar trata de explicar de qué manera se origina el desarrollo tecnológico. El planteamiento formal es el siguiente:

$$DY_t = F(I_t, H_t, A_{t+3})$$

$$A_{t+3} = F(H_t, I+D_{t-2}, IDU_t, PIN_t)$$

Donde:

DY_t : Tasa de crecimiento del PIB *per cápita*

I_t : Inversión como proporción PIB

H_t : Capital Humano, aproximado por años promedio de estudio

A_t : Variable tecnológica, aproximada por las patentes concedidas adelantada tres periodos

IDU_t : Gasto en investigación y desarrollo ejecutado por las universidades como proporción del gasto total en investigación y desarrollo

$I+D_t$: gastos totales en investigación y desarrollo en proporción del producto interior bruto rezagados dos periodos.

PIN_t : Investigadores dedicados a actividades de investigación y desarrollo por cada mil de la población activa.

La ecuación de crecimiento económico que realizaron los autores incorpora tres factores importantes:

- La inversión, que condiciona el Capital por trabajador de periodos subsecuentes dada una tasa de ahorro constante,
- El Capital Humano, que actúa a través de estimular el cambio tecnológico ya que facilita la adopción de tecnologías existentes e incentiva el desarrollo de nuevos proyectos y
- El desarrollo de nuevas tecnologías, el cual facilitará que los recursos disponibles sean más productivos al permitir formas más eficientes de combinar los recursos y los factores.

El modelo se enmarca en las teorías del crecimiento endógeno, una premisa fue explicar el cambio tecnológico, para ello fue necesario estipular variables que representaran el entorno innovador, una infraestructura innovadora y un vínculo entre ambas. Los gastos en investigación y desarrollo fungieron como el entorno, las dotaciones de Capital Humano y el personal investigador fungieron como la infraestructura, y los gastos ejecutados por las universidades fueron el vínculo entre ambos. Los autores siguieron el trabajo realizado por Furman, Porter y Stern (2002), quienes estipularon esos factores como decisivos para el desarrollo tecnológico.

Los resultados que encontraron Simón, Aixala, Giménez y Fabro para el conjunto de las comunidades españolas fue que tanto el Capital Humano como el Capital Tecnológico presentan coeficientes positivos y son altamente significativos en la explicación del crecimiento económico de las Comunidades Autónomas españolas en la década de los noventa.

$$DY_t = c_1 i + 0.017 I_t + 0.001 H_t + 0.004 A_{t+3}$$

(1.65) (2.75) (3.47)

[R² ajustado= 0.22]

En cuanto a la ecuación de desarrollo tecnológico se corrobora la hipótesis de que la capacidad innovadora depende de la infraestructura de apoyo a la investigación (aproximada por el Capital Humano, H), del entorno innovador (aproximado por los gastos totales en I+D) y de los vínculos entre ambas (aproximado por el gasto en I+D ejecutado por las Universidades, IDU) con los siguientes resultados:

$$A_t = c_1 i + 0.191 H_t + 0.416 I+D_t + 0.865 IDU_t + 0.093 PIN_t$$

(5.45) (3.57) (4.96) (0.52)

[R² ajustado= 0,85]

Es de vital importancia recalcar la diferencia que tiene cada variable de la función de producción tecnológica, el hecho de que IDU tenga ese nivel de significancia

apoya fuertemente la hipótesis de la importancia que tiene el vínculo entre la infraestructura y el entorno innovador.

En cuanto a los resultados obtenidos de la ecuación tecnológica Todas las variables presentan el signo esperado positivo y son todas significativas, a excepción del personal investigador (*PIN*). Una explicación para que *PIN* no resulte significativa se encuentra en que esta variable puede no recoger todo el potencial investigador

1.4 ELABORANDO UNA FUNCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Tomando a consideración el objetivo general de la investigación (*“Conocer el impacto mediante los coeficientes obtenidos a nivel nacional del capital humano y del desarrollo tecnológico en el crecimiento económico nacional, así como Identificar y plantear un conjunto de variables que determinen el desarrollo tecnológico”*) encontrar los determinantes de la capacidad innovadora se traduce en un esfuerzo de búsqueda de indicadores apropiados y de seguimiento de una teoría adecuada, para ello, el argumento teórico que describe mejor el problema es el elaborado por Furman, Porter y Stern (2002).

En el modelo econométrico que se realiza en el capítulo 3, se pretende volver endógeno en el modelo al componente tecnológico, por lo que la especificación de una “Función de producción tecnológica” es bastante delicado, para ello Furman, Porter y Stern (2002) desarrollaron un modelo basado en el concepto de capacidad de innovación nacional, entendiéndose como la habilidad de un país para producir y comercializar un flujo determinado de innovación a lo largo del tiempo. Este modelo tiene como objetivo integrar una serie de dimensiones principales que determinan la capacidad de innovación. (Diagrama 1.3)

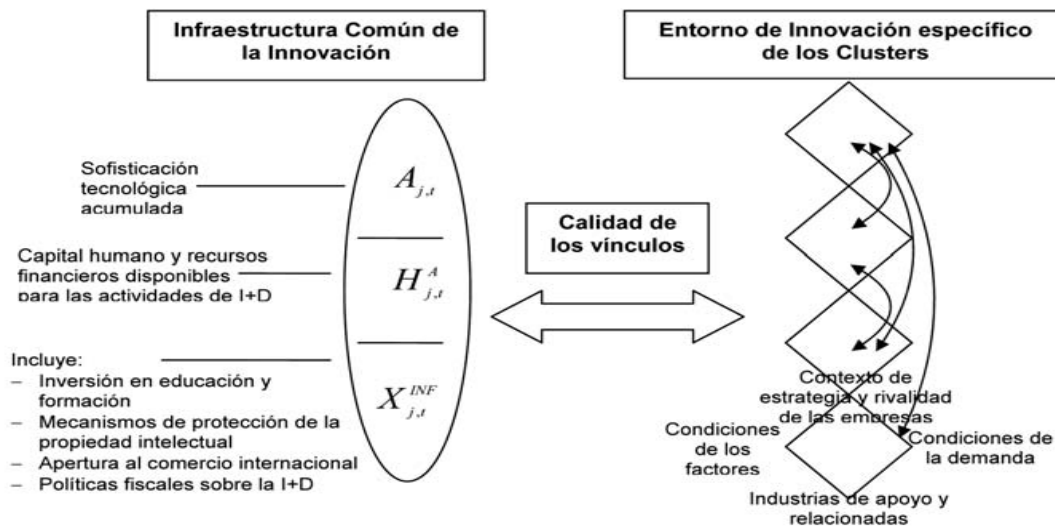
En concreto, los autores identifican tres dimensiones:

1. La infraestructura común de la innovación.
2. El entorno de innovación
3. La calidad de los vínculos entre las dos dimensiones anteriores.

El primer punto se basa en las ideas desarrolladas por Romer (1989) en las cuales el cambio tecnológico es resultado de una inversión deliberada por parte de los agentes, razón por la que se divide en tres factores que midan el nivel de inversión en actividades de innovación:

- El nivel agregado de sofisticación tecnológica de una economía (A_t)
- La masa disponible de personal científico-técnico cualificado dedicada a la I+D (HA, t)
- Un grupo de variables relacionado con inversiones nacionales y decisiones de políticas de innovación ($XINF, t$).

Diagrama 1.3 Dimensiones a considerar en una función tecnológica



Fuente: López Fernández María Concepción (2011)

El segundo punto está formado por el conjunto de factores relativos a las empresas y el entorno microeconómico que apoyan las actividades innovadoras, las empresas son en último lugar las que deciden, debido a su entorno microeconómico para desarrollar innovaciones.

El tercer punto trata de evaluar los vínculos entre las dos dimensiones anteriores, es decir, que tanto está relacionada la inversión en I+D, el capital humano y una

parte del entorno macroeconómico, con la capacidad innovadora determinada por el entorno microeconómico, para este fin establecen dos principales indicadores que configuran la dimensión de calidad de los vínculos. Por un lado, la tasa del gasto en I+D llevado a cabo por las universidades y por otro, la disponibilidad de apoyo para la financiación de capital de riesgo. Expuestas las tres dimensiones que determinan el desarrollo de las innovaciones a nivel nacional, es importante destacar que hay una variedad de indicadores que podrían representarlos, es necesario estar consciente de la disponibilidad de datos que hay de país a país.

1.4.1 ARGUMENTOS PARA UNA FUNCIÓN TECNOLÓGICA PARA MÉXICO

A pesar de que las variables ideales en la función tecnológica serían las establecidas en la literatura, la disponibilidad de datos es una gran restricción, inclusive en el artículo de referencia (Simón, Aixala, Giménez y Fabro) hubo que modificar las variables debido a este problema, por lo que las variables a utilizar para el caso de México son aquellas que consideren las 3 dimensiones y a su vez, que se encuentren disponibles para el total de las entidades federativas, a continuación una propuesta para el caso de México:

Diagrama 1.4 Variables según disponibilidad en la información

Dimensiones de la Capacidad de Innovación según Furman, Porter y Stern (2002)	Furman, Porter y Stern (2002)	Simón, Aixala Gimenez y Fabro (2004)	Propuesta para México
Calidad de la infraestructura de Innovación	Producto Interno Bruto Stock previo de conocimiento Población Personal Científico Técnico Gastos Totales en I+D Gastos del Gobierno en I+D Apertura al Comercio Internacional Sistemas de Protección Gasto en Educación Superior Políticas Antimonopolio	Capital humano aproximado por años medios de estudio Investigadores dedicados a actividades de investigación y desarrollo en tanto por mil de la población activa	Capital Humano aproximado por Años promedio de escolaridad Investigadores SNI por cien mil de la PEA por entidad federativa
Entorno de la capacidad empresarial	Gasto en I+D del Sector Privado Especialización Tecnológica	Gastos totales en investigación y desarrollo en proporción del producto interior bruto	Establecimientos certificados con iso-9001:2000 y 14001
Calidad de los vínculos	Gasto en I+D de las universidades Financiación de Capital de Riesgo	Gasto en investigación y desarrollo ejecutado por las Universidades en proporción del Gasto total en investigación y desarrollo	Inversión en educación superior como porcentaje de la inversión total en educación Becas nuevas nacionales del CONACYT por cada cien mil habitantes

Fuente: Elaboración propia según los trabajos citados.

**CAPITULO 2: ANÁLISIS NACIONAL Y ESTATAL DE INDICADORES SOBRE EL
ENTORNO ECONÓMICO Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO**

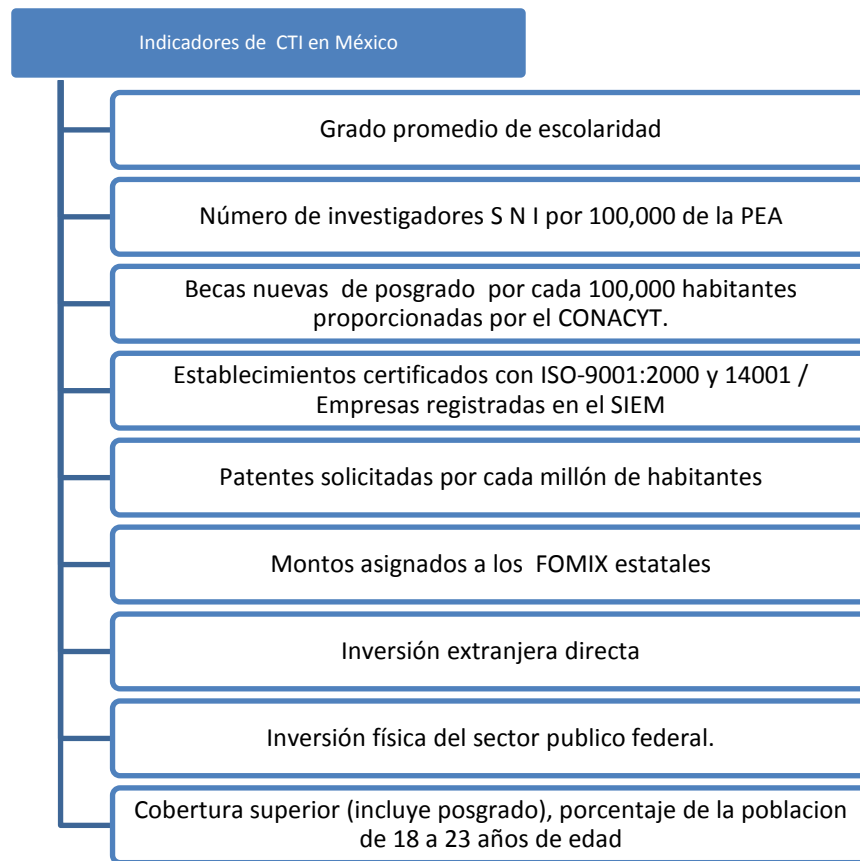
2.1 INTRODUCCIÓN.

En el capítulo 1 se analizaron diferentes teorías que tratan de explicar el crecimiento económico de un país, el análisis se centró en los modelos de crecimiento endógeno, los cuales explican el crecimiento económico a través de los factores productivos (trabajo y capital), y fundamentalmente, en el desarrollo tecnológico. Se expuso una serie de trabajos empíricos y los resultados más sobresalientes para probar la importancia del capital humano en el crecimiento de un país. En el presente capítulo se pretende describir una serie de indicadores de que servirán como variables en la especificación del modelo que se propone en el capítulo 3. En este sentido, el capítulo se divide en 2 secciones, en la primera de ellas se analiza la evolución de dichos indicadores a nivel nacional, se define cada indicador y se describe su comportamiento en el periodo de estudio, en esta primera sección se enmarca a México en el contexto internacional, permitiendo tener un punto de referencia al valorar el comportamiento de los indicadores nacionales.

La segunda sección se enfoca en describir a nivel estatal cada uno de los indicadores, este análisis se realiza para los años 2000 y 2008 únicamente, con lo cual se pretende identificar los cambios entre el inicio y el final del periodo de análisis. La última parte de esta sección contempla dos matrices de correlación entre las variables, una para el año 2000 y la otra para el 2008.

El análisis del capítulo se realiza sobre 8 variables que están relacionadas con las actividades de CTI en el país, estas variables incorporan la participación del sector académico, del sector empresarial y el sector público (Ver diagrama 2.1).

Diagrama 2.1 Indicadores de CTI en México



Los indicadores a describir están definidos de la siguiente manera:

- **Investigadores SNI x cada 100,000 de la PEA.**

$$= \frac{\text{Investigadores SNI nacionales}}{\text{Población económicamente activa}} \times 100,000$$

- **Becas Nuevas por cada 100,000 de la población.**

$$= \frac{\text{Becas nuevas CONACYT}}{\text{Población total nacional}} \times 100,000$$

- **Empresas Certificadas.**

$$= \frac{\text{Empresas certificadas en ISO 9001:14001}}{\text{Empresas incorporadas al SIEM}}$$

- **Grado Promedio de Escolaridad⁵.**

$$= \frac{\sum_i^{18} \text{Acervo de personas de 15 años y mas con un maximo de } i \text{ grados aprobados}}{\text{Población de 15 años y mas}}$$

- **Patentes Solicitadas por nacionales por cada millón de habitantes.**

$$= \frac{\text{Patentes solicitadas por residentes nacionales}}{\text{Población total nacional}} \times 1,000,000$$

- **Montos asignados a los FOMIX Estatales⁶.**

$$= \text{Recursos federales asignados a los fondos mixtos} + \text{Recursos estatales asignados a los fondos mixtos} \\ + \text{Otros recursos}$$

- **Flujos de Inversion Extranjera Directa⁷.**

$$= \text{Nuevas inversiones} + \text{Reinversion de utilidades} + \text{Cuentas entre compañías.}$$

- **Inversion Física del Sector Publico Federal⁸.**

$$= \text{Erogaciones del gobierno federal} + \text{Erogaciones de las entidades de control presupuestario directo} \\ + \text{Erogaciones de las entidades de control presupuestario indirecto e instituciones apoyadas .}$$

- **Cobertura superior (incluye posgrado), porcentaje de la población de 19 a 24 años de edad⁹.**

$$= \frac{\text{Poblacion inscrita en educación superior incluyendo posgrado}}{\text{Población de 19 a 24 años de edad.}}$$

En los siguientes apartados se hace una descripción de estos indicadores y se muestra su evolución para el periodo de estudio.

⁵ Definición según Gonzalo Robles Tapia, Gestión y Política Pública, vol. IV, núm. 2, 1995

⁶ Definición según CONACYT.

⁷ Definición según Secretaria de Economía

⁸ Definición según Segundo Informe de Gobierno de Vicente Fox 2002

⁹ Indicador incluido en los reportes del SEM.

2.2 ANÁLISIS NACIONAL DE LOS INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (CTI) 2000-2008

En la última década el desempeño de la economía mexicana ha sido poco satisfactorio debido a las bajas tasas de crecimiento que presenta, diversos estudios¹⁰ coinciden en que esto se debe a la imposibilidad de desarrollar capacidades suficientes en CTI, por lo que a partir de la información estadística disponible, se examina el comportamiento de los indicadores nacionales en dicha materia.

2.2.1 INVESTIGADORES DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES (SNI)

El SNI está constituido por un padrón de investigadores quienes reciben un estímulo económico por parte del Gobierno Federal a través del CONACYT. Fue creado el 6 de diciembre de 1983 en el marco de una profunda crisis económica que favorecía la fuga de cerebros y la disolución de la comunidad científica nacional. Tiene como objetivo “Contribuir a la formación y consolidación de investigadores con conocimientos científicos y tecnológicos del más alto nivel, como un elemento fundamental para incrementar la cultura, la productividad, la competitividad y el bienestar social”¹¹.

El número de investigadores del SNI tuvo un crecimiento constante en el periodo 2000-2008, la tasa de crecimiento promedio anual fue de 8.57% el número de investigadores prácticamente se duplicó, en 2009 el CONACYT tenía en su padrón 7,466 investigadores, para 2008 tuvo un registro de 15,565.(Grafico 2.1-A) En términos relativos, el número de investigadores del SNI por cada cien mil de la PEA también presentó una evolución constante, este indicador tuvo un crecimiento

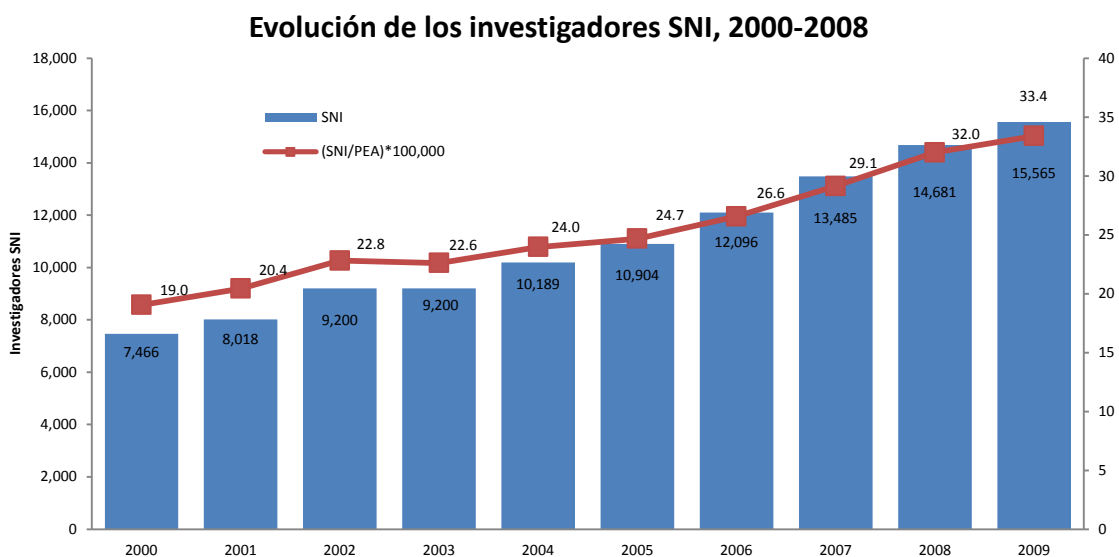
¹⁰ Diagnostico de la Política Científica, Tecnológica y de Fomento a la Innovación 2000-2006, Foro Consultivo Científico y Tecnológico; Competitividad y sistemas de innovación: los retos para la inserción de México en el contexto global J Solleiro, 2005; México: el reto de crear ambientes regionales de innovación L Corona Treviño 2005.

¹¹ CONACYT, consultado en: www.conacyt.gob.mx, Octubre 2011.

promedio anual de 6.5%, pasando de 19.0 en el 2000 a 33.4 investigadores por cada cien mil de la PEA en el 2008

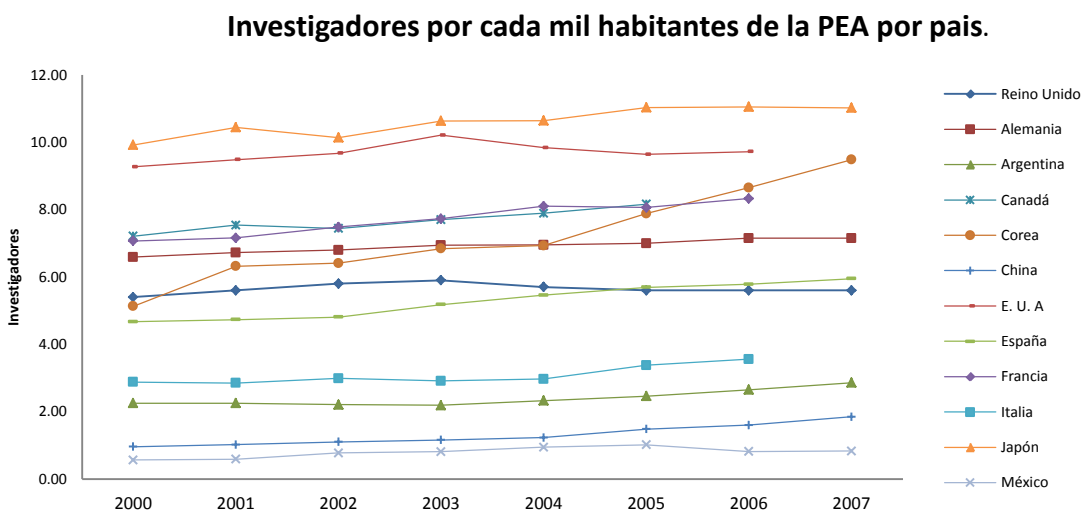
Gráfico 2.1

A



Fuente: Elaboración propia con base en CONACYT: Estado General de la Ciencia y la Tecnología, varios años

B



Fuente: Elaboración propia con base en Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2008 y 2009, Anexo estadístico. CONACYT,

De una muestra de países con un grado de desarrollo igual o superior a México, nuestro país es el más rezagado. En 2001, México contaba con 0.57 investigadores por cada mil de la PEA, esta relación se incrementó con relación a 2001, llegando a 0.83 en 2008, sin embargo, para 2008 México sigue estando por debajo de países como China, y Corea, los cuales tienen una relación de 1.85 y 9.48 respectivamente (Gráfico 2.1-B), la brecha que México tiene de los países líderes es muy amplia, ya que Japón y Alemania cuentan con 10.61 y 9.96 respectivamente, en cuanto al crecimiento del indicador, México ocupa el tercer lugar de los países analizados con 47%, China y Corea son los que mayor crecimiento tuvieron con 92% y 84% respectivamente, a nivel presentamos un rezago muy importante, sin embargo somos de los países que mayor crecimiento han presentado.

2.2.2 NIVEL DE ESCOLARIDAD.

El nivel de escolaridad refleja la situación académica de la población, este indicador resulta determinante en el presente análisis, ya que una población con bajos niveles educativos tendrá mayores dificultades para aprovechar los efectos de la “derrama tecnológica” (Romer, 1989) y no podrá incorporar las innovaciones existentes a los procesos productivos propios, también limita la capacidad de generar por vía propia el conocimiento necesario para independizarse tecnológicamente del resto del mundo.

En el periodo 2000-2008, el indicador “años promedio de escolaridad de México” se incrementó aproximadamente un año (pasó de 7.5 a 8.4), este avance fue constante con una tasa media de crecimiento de 1.4% anual, a excepción de 2007, año en que el crecimiento fue nulo (Gráfico 2.2-A). A nivel nacional la permanencia en el sistema de educación formal todavía no cubre la educación básica de 9 años.

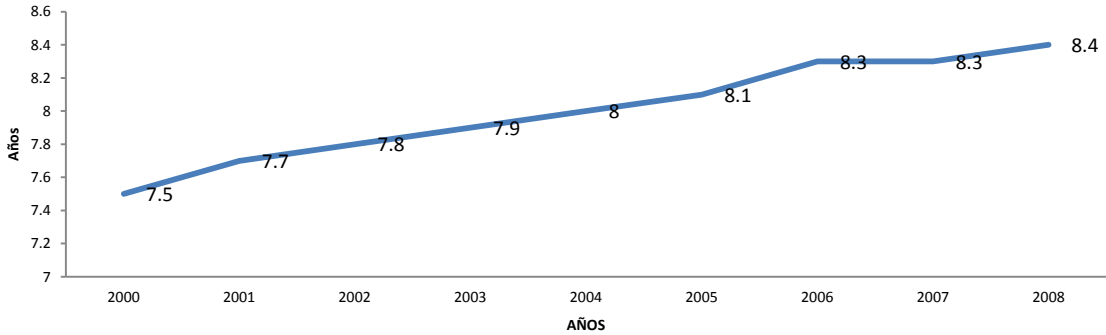
En un contexto internacional se presenta (Gráfico 2.2-B) un grupo de nueve países incluido México, los datos se presentan para el periodo 1980-2008; en él se puede observar que la mayoría de los países denotan un crecimiento en este indicador a

excepción de EUA, ya que pasa de 13 años en el 2000 a 11.5 años en el 2011(Gráfico 2, B),En 1980 México contaba con un promedio de años de escolaridad más elevado que Brasil, sin embargo a partir del año 2000 el indicador tiene casi el mismo valor para ambos países. Reino Unido es el país que mayor crecimiento tuvo, ya que para el 2000 contaba con 8.5 años y para el 2005 conto con 13.1 años.

Gráfico 2.2

A

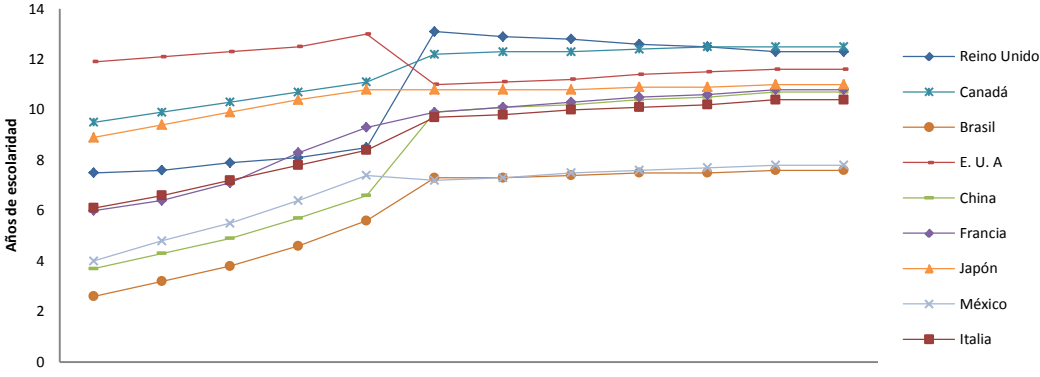
Años Promedio de Escolaridad Total Nacional



Fuente: Elaboración propia con base en Grado promedio de Escolaridad, para 2000 a 2006 anexo del 6to informe de Gobierno pág. 190 191; Para 2007 Primer informe de gobierno Felipe Calderón; Para 2008 y 2010 www.imco.org.mx" Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). Índice de Competitividad Estatal 2010

B

Años Promedio de Escolaridad por país.



Fuente: Elaboración propia con base en Años promedio de escolaridad, International Human Development Indicators, Revisado: 10/31/2011,11:06 AM from: <http://hdr.undp.org>

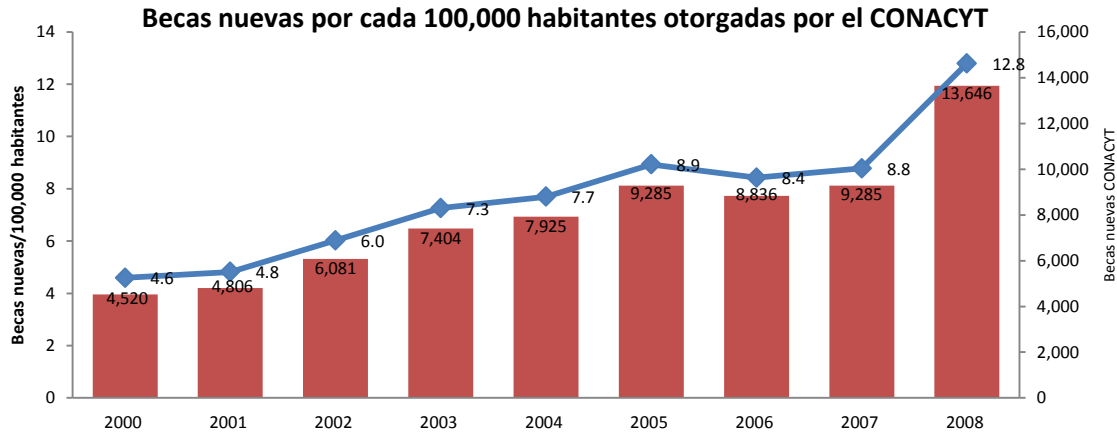
2.2.3 BECAS QUE OTORGA EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)

El tercer indicador representa una parte del apoyo proveniente del gobierno federal para incentivar el desarrollo del capital humano nacional, el cual es reflejado por el número de becas que otorga el CONACYT anualmente, estos apoyos se otorgan a estudiantes de especialidad, maestría y doctorado¹². La mayor especialización que adquieren estos estudiantes les permite un mejor entendimiento y una mayor capacidad de respuesta en el ámbito profesional y para el caso del presente análisis, en las actividades de CTI.

A nivel nacional, del 2000 al 2008 las becas nuevas por año tuvieron un incremento del 212% pasando de 4,520 a 15,646, de manera relativa las becas nuevas otorgadas anualmente por cada cien mil habitantes también se han incrementado , han pasado de 4.59 en el 2000 a 12.79 para 2008 (Gráfico 2.3). De 2001 a 2005 el indicador tuvo una evolución creciente y constante, en 2006 y 2007 hubo una ligera reducción en la relación. Sin embargo, en 2008 se dio el incremento anual más grande de todo el periodo. El hecho de que esta relación se haya incrementado, muestra que la tasa de crecimiento de las becas otorgadas ha sido mayor que la tasa de crecimiento de la población.

¹² CONACYT, consultado en, <http://www.conacyt.mx/becas/Paginas/default.aspx> Octubre 2011

Gráfico 2.3



Fuente: Elaboración propia con base en Estado General de la Ciencia y la Tecnología, varios años. Consejo Nacional de Población (CONAPO)

2.2.4 UNIDADES ECONÓMICAS DEL SECTOR MANUFACTURERO Y EMPRESAS CERTIFICADAS.

Tomando como referencia el marco teórico que se expuso en el capítulo uno, el “Bien Tecnología” es resultado de un esfuerzo deliberado por parte de las empresas¹³ para incrementar sus beneficios, por lo tanto, analizar el entorno empresarial es un elemento fundamental para analizar el sistema de innovación nacional. En este sentido, se realiza un análisis de las unidades económicas del sector manufacturero, las empresas incorporadas al Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) y las empresas certificadas con ISO 9001.

En lo que respecta al primer indicador, el sector manufacturero es el espacio ideal para desarrollar innovaciones como resultado de un proceso de Investigación y Desarrollo (I+D). De 1998 a 2003, el número de unidades manufactureras a nivel nacional se redujo 4.5%, pasando de 344,118 a 328,718 unidades económicas, siendo las empresas pequeñas las que mayor decremento presentaron (Decremento de 13% para el periodo), sólo las empresas grandes tuvieron un ligero incremento de 0.6% (Gráfico 2.4-A).

¹³ Según el Artículo de Paul Romer.

Entre 2003 y 2008, el crecimiento de las unidades económicas manufactureras fue de 32.9%, pasando de 328,718 unidades a 436,851, el mayor incremento en dicho periodo fue en las unidades de tamaño micro (35.3%) y el menor en las empresas medianas (-1%). Conforme al tamaño de las empresas, en el 2008 a nivel nacional, las empresas micro (0-10 empleados) ocuparon el primero puesto con un 92,5% de las unidades económicas, seguidas por los establecimientos pequeños con 5.1%, (11-50 empleados), los medianos con 1.6% (51-250 empleados) y los grandes con 0.7%. (251 empleados o más). Los datos muestran una situación muy delicada, ya que la mayoría de las empresas manufactureras en el país son microempresas, debido a esto es muy poco probable que pueda efectuarse el proceso de innovación, es necesario que las empresas cuenten con un área especializada para este fin y que la estructura de mercado permita que sus ingresos marginales sean mayores que sus costos marginales (Romer, 1989) para así poder invertir en este rubro, una microempresa no cuenta con ninguna de estas dos características.

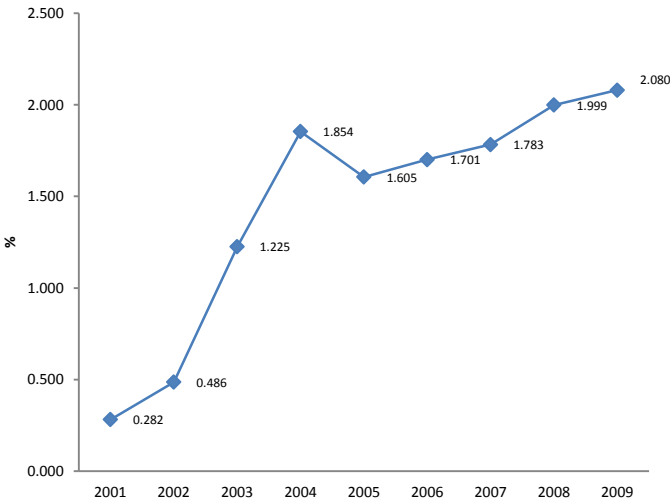
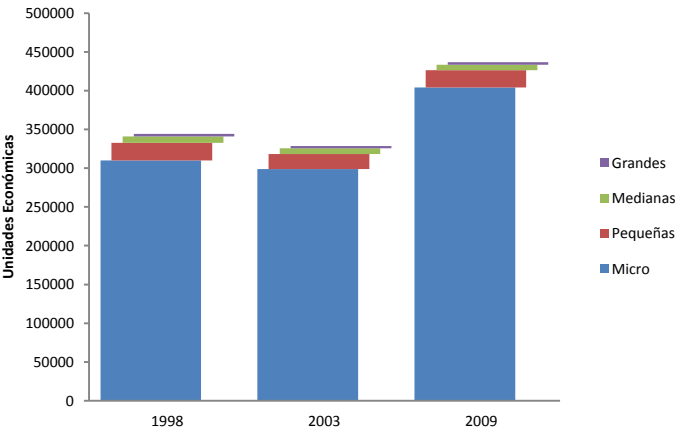
Gráfico 2. 4

A

B

Unidades Económicas del sector manufacturero Total nacional.

Empresas que presentan certificación ISO 9001:2000, en relación a las Empresas incorporadas al SIEM Nacional.



Fuente: Elaboración propia con base en Censos económicos INEGI varios años.

Fuente: Elaboración propia con base en Empresas certificadas ISO, Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2009, CONACYT. Unidades Económicas, Censos Económicos 2009,

Los Censos Económicos son una fuente muy importante de información de las empresas, sin embargo, su realización es quinquenal, lo que evita contar con series anuales de información. Por esta razón, para cuestiones de la presente investigación, se considerará la serie de datos que presenta el número de unidades económicas inscritas en el SIEM¹⁴ en relación al número de empresas que presentan certificación ISO¹⁵ 9001:2000,

A nivel nacional, la relación ISO/SIEM es muy reducida en todos los años, menor al 3%, sin embargo, a lo largo del periodo, esta relación se logra incrementar 10 veces, el mayor crecimiento se presenta del año 2001 al 2004, pasando de 2.85% a 1.8%, incrementando poco más de 8 veces su valor inicial. Del año 2004 al 2009, se presenta un descenso en esta relación, la cual se recupero hasta el año 2008 (Gráfico 2.4-B). El hecho de que esta relación se incremente o descienda, es debido a la velocidad con la que se incrementa el número de las empresas certificadas en ISO y las empresas pertenecientes al SIEM, del 2001 al 2004, las empresas ISO crecieron con mayor velocidad que las del SIEM, por ello la relación se incremento de esa manera.

2.2.5 PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES NACIONALES

Las patentes refuerzan la actividad inventiva de distintas maneras, una de ellas es revelando nuevos conocimientos mediante la divulgación de las invenciones, permitiendo a otros inventores desarrollar nuevas ideas. Al difundir información sobre invenciones que se han conseguido y que estén protegidas, el sistema de patentes evita la duplicación inútil del esfuerzo en I+D, alentando a los

¹⁴ Este padrón está integrado por los datos de las empresas comerciales industriales y de servicios que completan un proceso de inscripción de la economía mexicana suministrando información acerca de sus operaciones para facilitar el estudio estadístico, SIEM Consultado en www.siem.gob.mx, Octubre 2011

¹⁵ La certificación ISO a nivel nacional, es un conjunto de normas sobre estándares de calidad y de gestiones, al momento en que una empresa es reconocida con esta certificación, significa que ha cumplido con los estándares mínimos de normalización requeridos a nivel internacional, ISO Consultado en www.ISO.org.com, Septiembre 2011

investigadores a concentrarse en áreas realmente novedosas (Scotchmer, 2004, Guellec y van Pottelsberghe, 2007, en OCDE 2009). Las patentes constituyen un mecanismo a través del cual se puede medir el grado de inventiva de un país o de una institución, sin embargo, cabe aclarar que no necesariamente refleja el grado de innovación de un país, pero sí puede ser utilizado como una variable *proxy*. Esta variable resulta fundamental en la presente investigación, dado que pretende medir el impacto del desarrollo tecnológico en el crecimiento del país. En este sentido, en este apartado se describe el comportamiento de las solicitudes de patentes con el objetivo de poner en contexto la evolución de este indicador.

En el año 2000, se solicitaron 453 patentes por residentes nacionales, para el año 2008 se solicitaron 574, lo que representó una tasa de crecimiento acumulada de 26.7% para este periodo. En el caso de las solicitudes de residentes nacionales por cada millón de habitantes, el crecimiento acumulado fue de 58.9%, siendo los años 2002, 2003 y 2006 los que presentaron tasas de crecimiento negativas.

El bajo nivel de patentamiento se le atribuye a la baja cantidad de investigadores que existen en el país en las áreas tecnológicas y al bajo nivel de innovación que tienen las empresas derivado de la gran cantidad de pequeños negocios que difícilmente pueden invertir en I+D. En el gráfico 2.5-B se muestra el porcentaje que representan los investigadores del área tecnológica en el total de investigadores SIN, de este gráfico se puede observar que del año 2000 al 2002 la proporción se mantuvo casi sin cambios, sin embargo del año 2002 al 2003, la proporción se incrementó en 2 puntos porcentuales, para mantenerse casi constante en el resto del periodo.

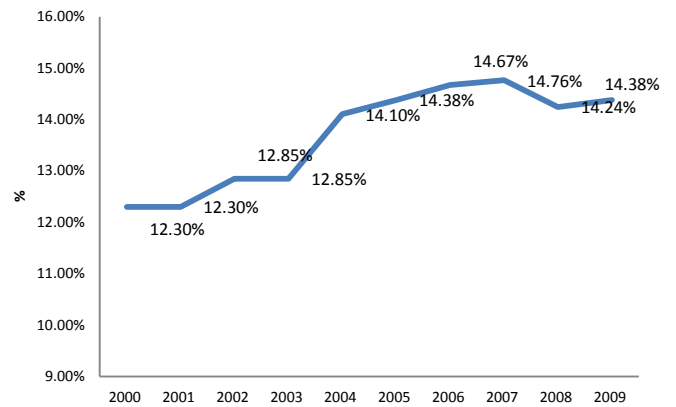
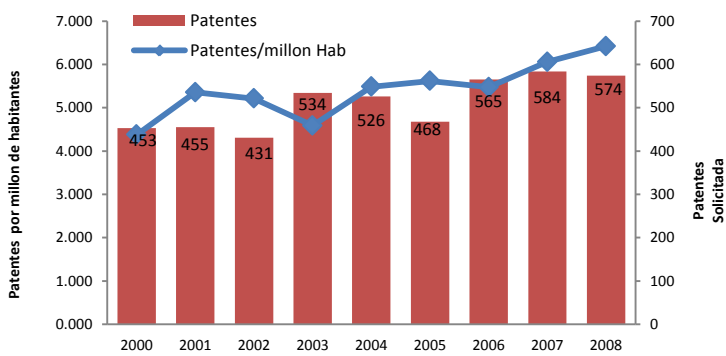
En el contexto internacional, se hizo un comparativo de México con 9 países industrializados para analizar los diferenciales en las solicitudes de patentes hechas por residentes. México presenta el valor más bajo de todos los países con un promedio de 532 solicitudes por año, mientras que Japón tiene 345,000 solicitudes (Gráfico 2.5-C). Tomando a Japón como el 100%, México representa el 0.15% de las patentes solicitadas de ese país, tomando a Estados Unidos como el 100%, la relación es de 0.27%. En cuanto a crecimiento se refiere, en el periodo de

estudio la tendencia ha sido positiva para casi todos los países excepto Japón, el cual ha decrecido poco más del 13%, México ocupa el segundo lugar con poco más del 48% y el primer lugar es Corea con un crecimiento de 76%.

Gráfico 2.5

A **B**

Patentes Solicitadas por residentes por cada millón de habitantes. Total Nacional **Porcentaje de investigadores pertenecientes a Ingeniería y Tecnología del total SNI**

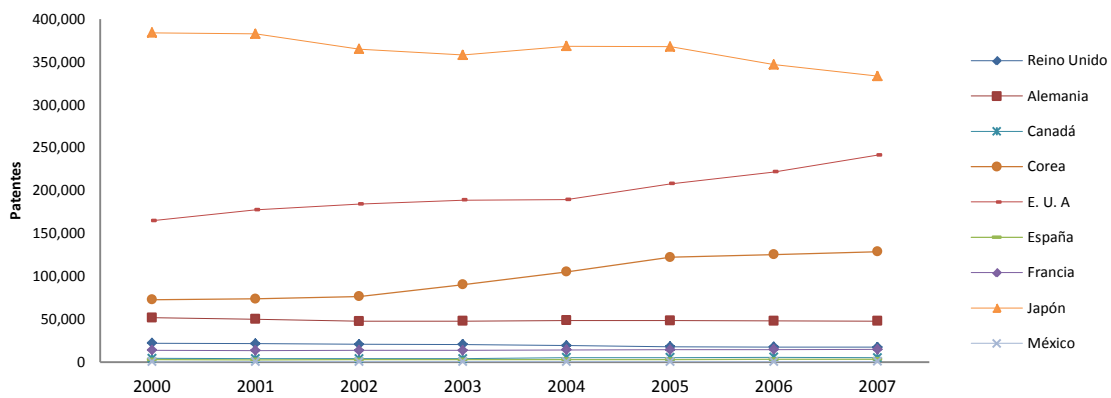


Fuente: Elaboración propia con base en Solicitud de patentes, Estado General de la Ciencia y la Tecnología 2009 2008 2007 2006 2005 2004 2003 2002 Otorgamiento de patentes, Base de datos del Foro Consultivo Científico y Tecnológico

Fuente: Elaboración propia con base en Investigadores de Ingeniería y Tecnología, Quinto Informe de gobierno de Felipe Calderón.

C

Solicitudes de patentes hechas por residentes.



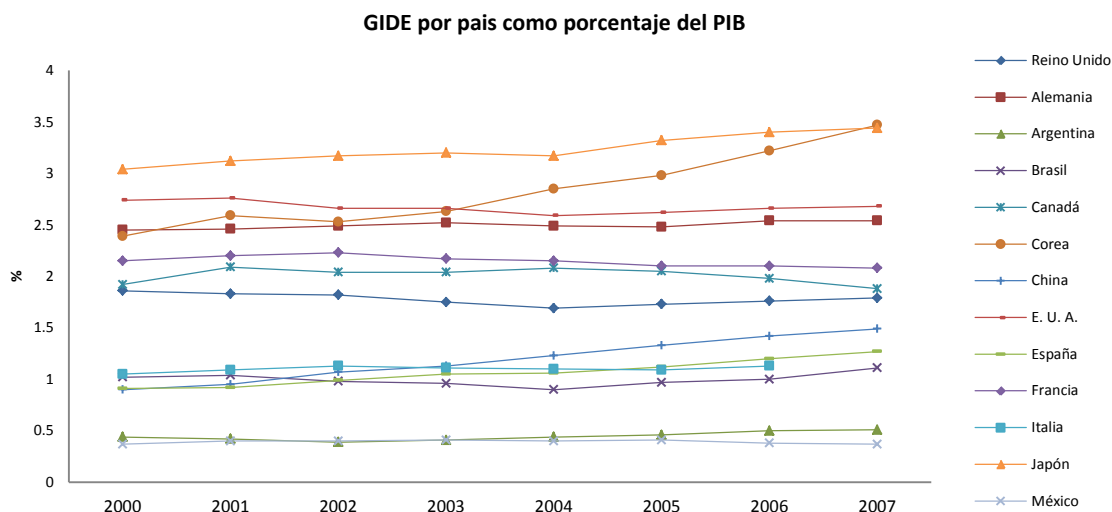
Fuente: Elaboración propia con base en Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2008 y 2009, Anexo estadístico. CONACYT

2.2.6 INVERSIÓN PÚBLICA EN CTI.

Los recursos que son utilizadas para invertir en actividades de I+D puede provenir fundamentalmente de cuatro fuentes: recursos empresariales, recursos del sector público, recursos del exterior y recursos de instituciones privadas sin fines de lucro¹⁶. Para medir este nivel de inversión, normalmente es utilizado el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), el cual contiene la aportación de cada uno de los sectores mencionados. Tomando como base este indicador, se realizó un análisis comparativo de México con 12 países entre los cuales fueron considerados dos latinoamericanos: Brasil, Argentina. Como se puede apreciar en el gráfico 2.6-A, en 2007 México fue el país que menor porcentaje de su PIB destinó a esta actividad junto con Argentina, los porcentajes fueron 0.37% y 0.51%, respectivamente. Por el contrario Japón y Corea son los países más avanzados en este rubro, con una aportación de 3.44% y 3.47%, respectivamente, cabe mencionar que en el periodo todos los países no tienen variaciones importantes en este indicador.

Gráfico 2. 6

A



Fuente: Elaboración propia con base en Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, 2008 y 2009, Anexo estadístico. CONACYT.

¹⁶ Revista de Comercio Exterior Bancomext, Vol. 62 Núm. 3 Mayo y Junio 2012, El financiamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación: ¿es sólo cuestión de más dinero?

La I+D¹⁷ es una actividad que requiere importantes transferencias de recursos entre unidades, organismos y sectores, principalmente entre la Administración pública y los otros ejecutores, por lo que de manera adicional a lo expuesto en la agrupación de los indicadores, se expone la evolución del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCYT), la evolución del presupuesto otorgado al ramo 38 (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental¹⁸ (GIDE), todos como porcentaje del PIB.

El GFCYT como porcentaje del PIB prácticamente no tuvo incrementos importantes, de 2000 a 2010 pasó de representar 0.36% a 0.42% del PIB. En 2010 alcanzó su punto máximo con un valor de 0.42% y en 2007 alcanzó su valor mínimo con un valor de 0.32%, aunque en términos de crecimiento tuvo una evolución importante, en términos relativos el indicador sigue siendo muy bajo (ver gráfico 2.6-B).

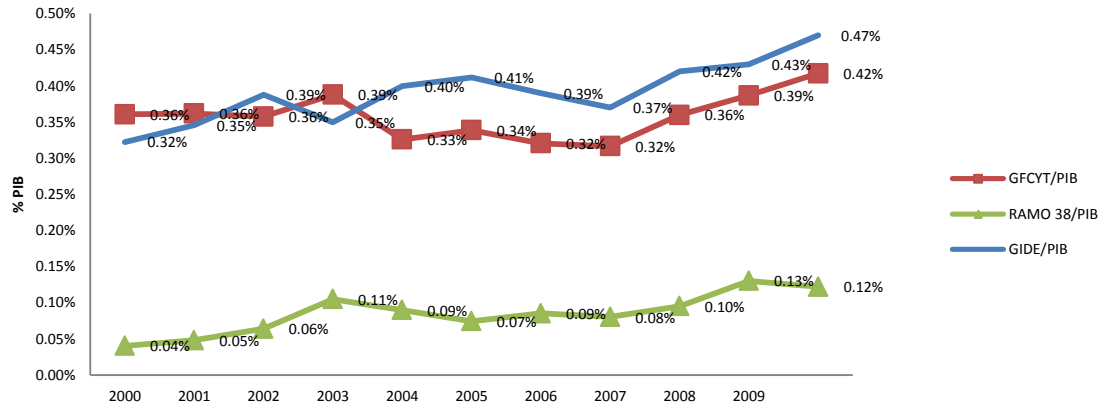
El GIDE como proporción del PIB se ha modificado pasando de 0.32% en el 2000 hasta 0.43% para el último año. Las proporciones de este indicador son ligeramente más elevadas que las del GFCYT, ya que en el GIDE se incorpora el esfuerzo del sector privado. El monto presupuestado para el Ramo 38 es el indicador que mejor evolución ha tenido a pesar de sus valores tan pequeños, en el periodo triplicó su participación en el PIB, pasando de 0.04% a 0.13%, el mayor incremento se tuvo de 2002 al 2003.

¹⁷ La I+D) es el trabajo sistemático y creativo realizado con el fin de aumentar el caudal de conocimientos incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad. Es el uso de estos conocimientos para idear nuevas aplicaciones. Se divide en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, Manual de Frascati, OCDE. 2002

¹⁸ Trabajo sistemático llevado a cabo sobre el conocimiento ya existente, adquirido de la investigación y experiencia práctica, dirigido hacia la producción de nuevos materiales, productos y servicios.

B

Indicadores de inversión en ciencia y tecnología



Fuente: Elaboración propia con base en Foro Consultivo Científico y Tecnológico

En México, los recursos públicos para financiar proyectos y actividades relacionadas con la CTI pueden provenir de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. Sin embargo, el mayor esfuerzo que se ha realizado hasta la fecha proviene de los recursos federales a través de los diferentes instrumentos que administran las dependencias públicas, principalmente del CONACYT y de la Secretaría de Economía, en menor medida existen algunos fondos de la SAGARPA que apoyan algunos aspectos relacionados con la innovación. En 2012, existían 17 programas que estaban orientados hacia la inversión en CTI (FCCyT, 2012). A nivel estatal algunos gobiernos estatales han impulsado decididamente la CTI, tales son los casos de Nuevo León, Jalisco, Querétaro y el Distrito Federal, sin embargo, existe varios estados donde no figura alguna partida presupuestal para impulsar este tipo de proyectos. A nivel estatal, prácticamente no se tiene registro de los niveles de inversión que realizan para este tipo de actividades.

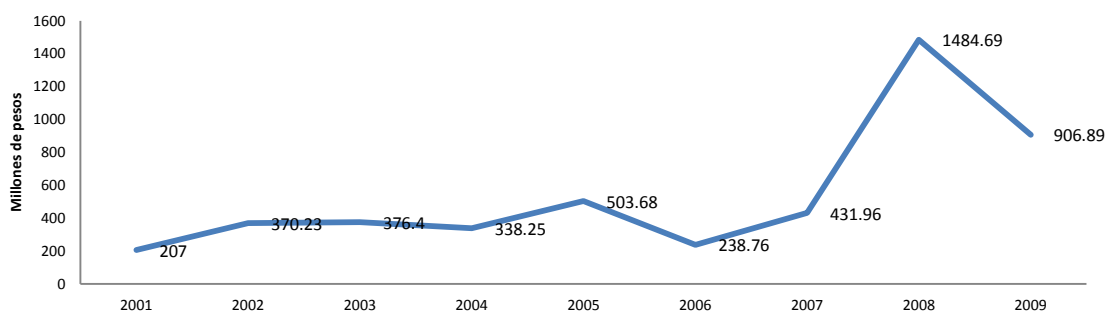
En el ámbito federal, uno de los principales instrumentos para incentivar las actividades de CyT son los Fondos Mixtos (FOMIX), los cuales tienen como fin la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas y el apoyo al desarrollo regional. Este Programa fue creado en 2002 y está pensado para crear

fondos a nivel estatal y municipal específicamente para proyectos de CTI. Entre 2002 y 2009 se apoyaron 4,036 proyectos por un monto equivalente a 4,857 millones de pesos, en un estudio que realizó el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006), la mayor parte de los recursos de este programa han sido concentrados en la investigación (85%) llegando a Instituciones de educación superior¹⁹.

A nivel nacional los recursos aportados al FOMIX han tenido un comportamiento bastante dinámico, aunque del 2002 al 2004 se percibe un comportamiento más estable (Gráfico 2.7) presentando una tasa de crecimiento promedio anual de 44.5%, tomando en cuenta el crecimiento año con año, del 2007 al 2008, se presentó el mayor incremento con 243.71%²⁰, y el descenso más grande del periodo se presentó del año 2005 al 2006 con una pérdida del 52.6%.

Gráfico 7

Total Aportado FOMIX nacional



Fuente: Elaboración propia con base en Situación Financiera de los fondos CONACYT, Junio 2010

Cabe destacar que la información estadística para medir los niveles de inversión no se encuentra disponible a nivel estatal, salvo los recursos que se otorgan a través de los FOMIX. Por esta razón, para cuestiones del presente estudio se utilizarán dos indicadores como variables *proxy* que permitan tener una aproximación a los

¹⁹ Diagnostico de la Política Científica, Tecnológica y de Fomento a la Innovación 2000-2006 Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

²⁰ Cabe destacar que el 2008 Incluye la Convocatoria de proyectos estratégicos, la cual contó con recursos por 350 millones de pesos, destinados a financiar proyectos de alto impacto socio-económico en las entidades federativas.

niveles de inversión en I+D, a sabiendas que estos indicadores tienen importantes limitaciones para conocer la inversión estatal en el sector. Las variables proxy utilizadas son: Inversión Extranjera Directa e Inversión Física del Sector Público Federal.

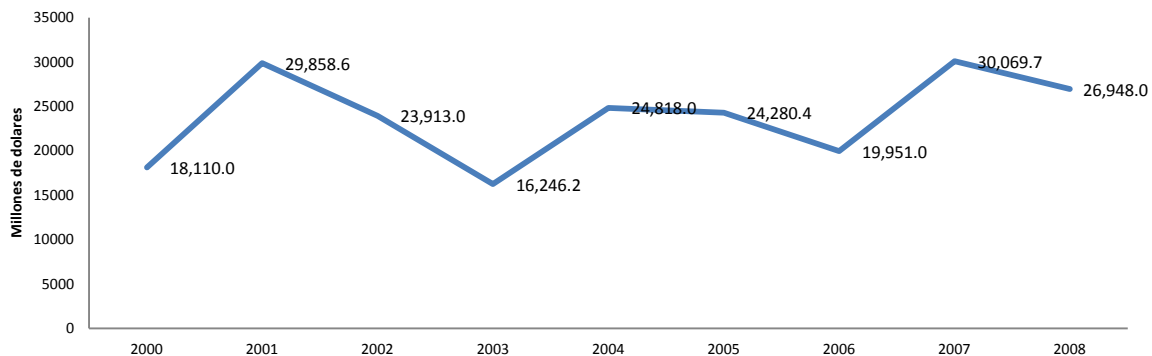
A. INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA.

La inversión Extranjera Directa (IED)²¹, se incorpora al análisis ya que es un factor que en condiciones favorables se acompaña de un componente tecnológico que se incorpora a la economía del país, por tal razón es considerada también una variable *proxy*. A nivel nacional, los flujos de IED en el periodo 2000-2008 presentan un comportamiento cíclico el cual se repite cada 3 años, teniendo como puntos más elevados los años 2001, 2004 y 2007. El mayor incremento se presentó en 2001 con una tasa de crecimiento 64.8%, por el contrario, el menor crecimiento se presentó en 2003 donde descendió 32%. En todo el periodo de estudio el crecimiento acumulado fue de 48% (Gráfico 2.8-A).

Gráfico 2.8

A

Flujos de Inversión Extranjera Directa, Total Nacional.

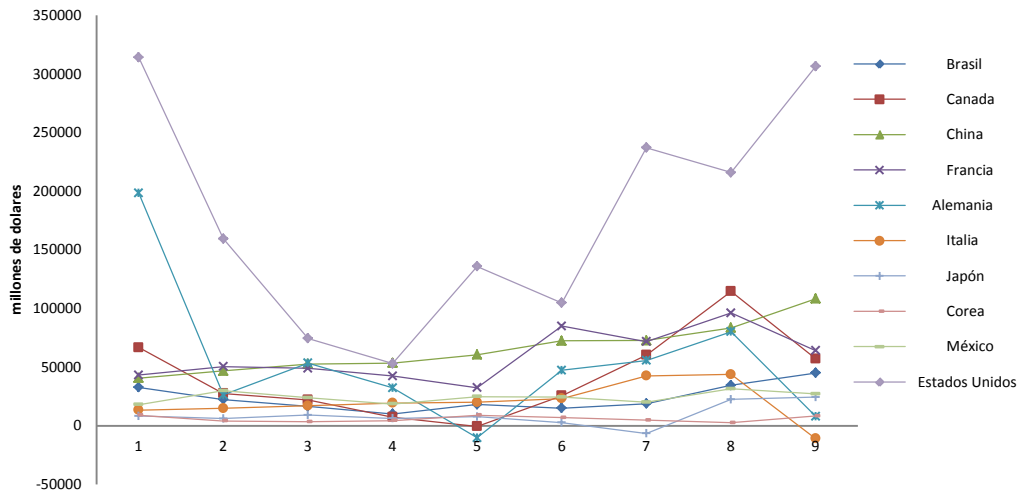


Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Economía.

²¹ Tiene el potencial de ser generadora de empleos además de incrementar la productividad y de transferir conocimientos especializados y tecnología, la IED incentiva el comercio exterior y contribuye al desarrollo económico a largo plazo de los países en desarrollo. UNCTAD. Consultado en www.unctad.org el 8 de Diciembre del 2011.

B

Inversión Extranjera Directa, Flujos de inversión Internacional.



Fuente: Elaboración propia con base en Inward and outward foreign direct investment, UNCTAD, UNCTADstat

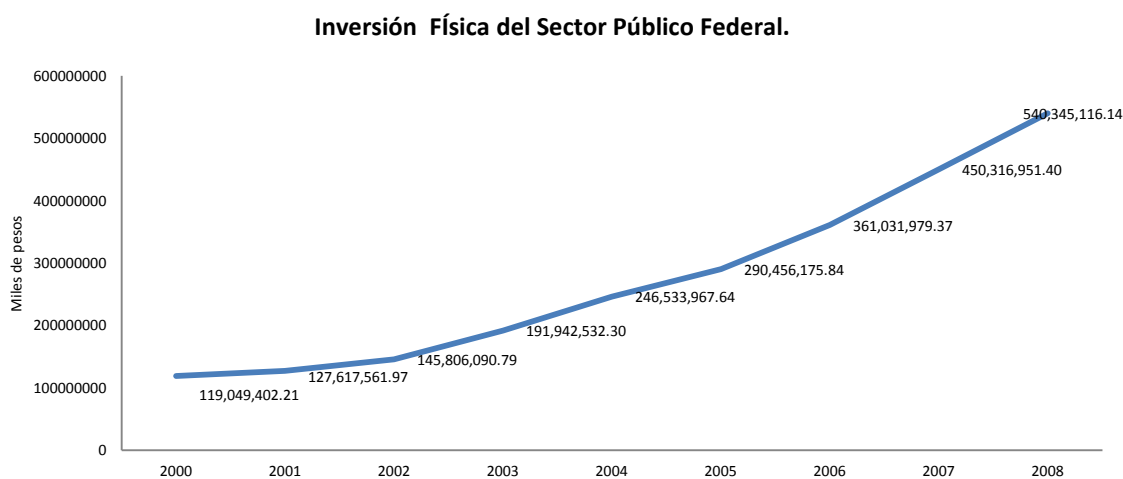
La IED se canaliza principalmente a países desarrollados como Estados Unidos, Reino Unido y Canadá, y en los últimos años hacia países emergentes que han tenido una dinámica de crecimiento mayor que el resto de los países, por ejemplo China y Brasil. En 2008 México recibía IED similar a la de Japón pero menor a lo que reciben Brasil y Canadá (45,058.15 y 57,176.86 millones de dólares, respectivamente (Gráfico 2.8-B). China es el país que mayor crecimiento presentó, durante el periodo tuvo un crecimiento anual promedio 115%, cabe destacar que de una muestra de diez países sólo este país junto con Brasil y México fueron los países con tasas positivas.

B. INVERSIÓN FÍSICA DEL SECTOR PÚBLICO FEDERAL.

La Inversión Física del sector público federal es aquella destinada a la construcción, ampliación, mantenimiento y conservación de obra pública, de manera general, es cualquier egreso que tenga como fin aumentar, conservar o mejorar el capital nacional.²² Dentro de estas erogaciones se encuentran las realizadas a los centros de investigación, universidades e institutos, por lo que es importante conocer la evolución y distribución de los recursos a nivel nacional y estatal. Este indicador también fue considerado como una variable proxy de la inversión del sector público a infraestructura de CTI, dado que como fue comentado anteriormente, no existe información disponible a nivel estatal para conocer los recursos públicos destinados a este sector.

Este indicador muestra una tendencia creciente durante el periodo 2001-2008 (gráfico 2.9), donde tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 13%, el incremento acumulado fue de 165%.

Gráfico 2.9



Fuente: Elaboración propia con base en 2001, Segundo Informe de gobierno Vicente Fox, 2002 - 2008 quinto informe de gobierno Felipe Calderón

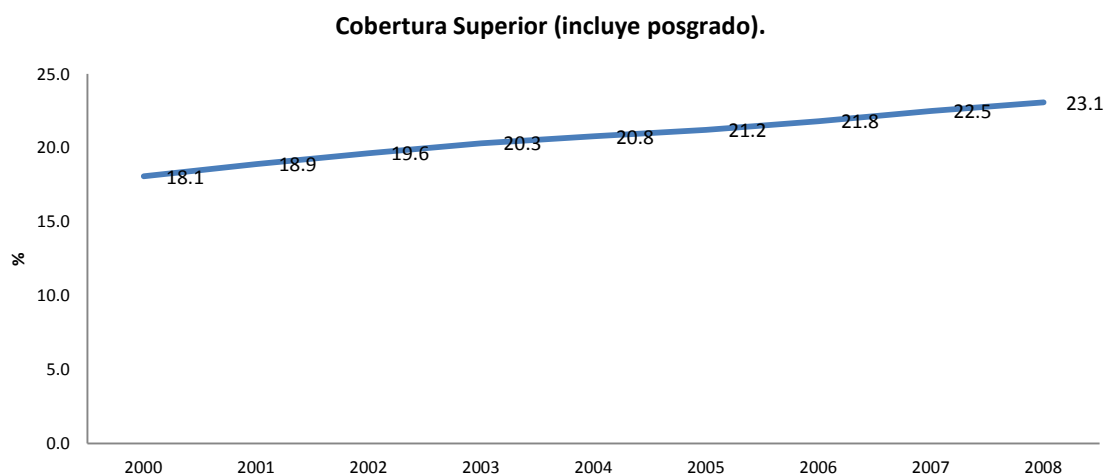
²² Glosario de Términos para el Proceso de Planeación, Programación, Presupuestación y Evaluación en la Administración Pública, INDETEC.

2.2.7 COBERTURA EN EDUCACIÓN SUPERIOR.

La cobertura en educación superior se define como el porcentaje de población nacional de entre 19 y 24 años de edad que se encuentra estudiando el nivel superior o algún posgrado en el país. Durante el periodo 2000-2008 este indicador creció 5 puntos porcentuales (Gráfico 2.9.1-A), paso de 18.1% a 23.1% para el último año del periodo. En 2008 de cada cien personas de entre 19 y 24 años, alrededor de 23 se encontraban estudiando alguna licenciatura o posgrado. Como se indicó en el primer apartado, un mayor nivel educativo y una mayor cobertura educativa permite que la población se apropie y desarrolle actividades relacionadas con la CTI.

Gráfico 2.9.1

A



Fuente: Elaboración propia con base en Reportes Principales cifras del SEM

2.2.8 EL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB).

El producto interno bruto (PIB) representa “el valor resultante de la adición del Valor agregado bruto total y el monto total de impuestos menos los subsidios, delimitado a un periodo determinado,”²³ en otras palabras, el PIB representa el valor de los bienes a precios finales de una economía en un periodo de tiempo determinado.

En el gráfico 2.10-A se describe la evolución anual del PIB constante (año base 2003), este presenta una tendencia ascendente a lo largo del periodo a excepción del último año), en el periodo 1999-2009 el PIB tuvo una tasa de crecimiento promedio anual real de 1.99%, dentro de este periodo, en 2000 se presentó la tasa de crecimiento más alta (6.5%) y en 2008 la más baja con un decrecimiento de -6% (ver Gráfico 2.10A y 2.10B).

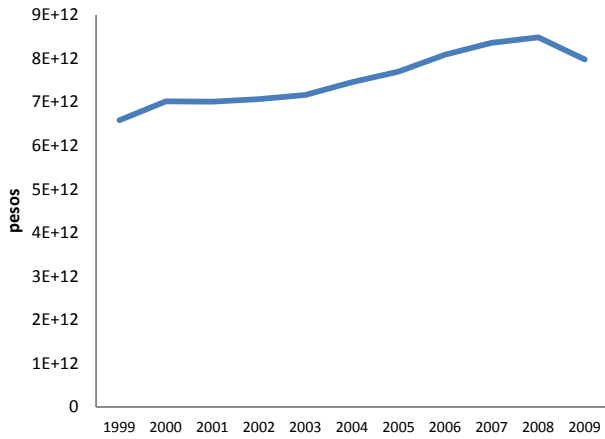
El PIB per cápita, se comporta de una manera muy similar al PIB, con una tasa de crecimiento promedio en el periodo de 1.8% anual (Gráfico 2.10, C), en el 2000 presenta la tasa más alta del periodo con 5.57%, seguida en el 2006 con una tasa de 4.13%. Del año 2000 al 2004 la velocidad de crecimiento de la población fue mayor que la velocidad de crecimiento del producto, razón por la cual el PIB per cápita se comporta de manera ligeramente descendente y se mantiene hasta el 2005, año en el cual, el indicador comienza a incrementarse.

²³ INEGI Glosario de términos.

Gráfico 2.10

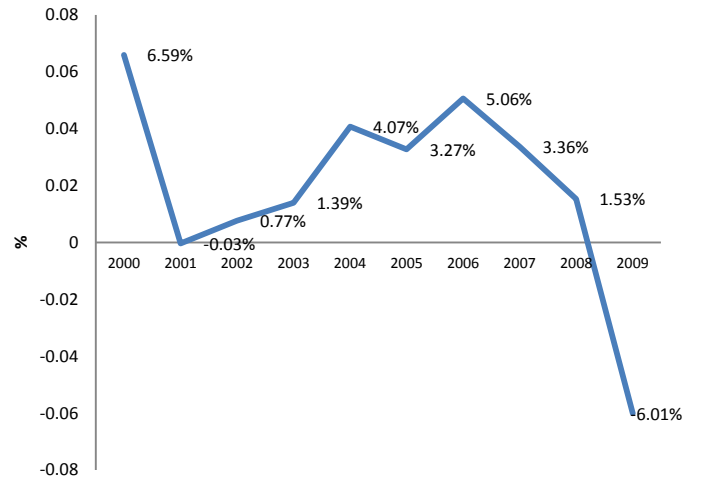
A

Producto Interno Bruto a precios constantes (2003) Total Nacional.

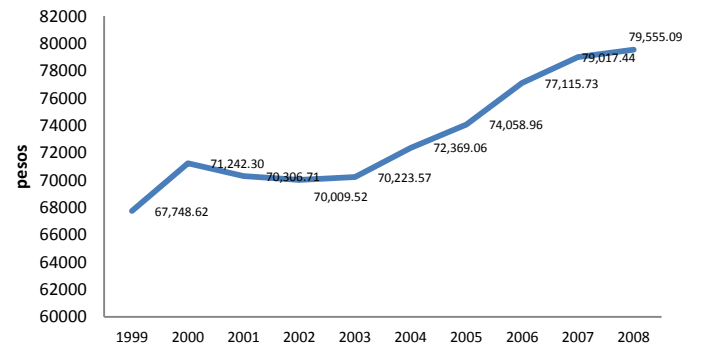


B

Tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto a precios constantes (2003) Total Nacional.



Producto Interno Bruto per Cápita base 2003 Total Nacional



C

Fuente: Elaboración propia con base en PIB, Sistema de Cuentas Nacionales Mexicanas, INEGI, los datos para 2000, 2001, 2002 fueron obtenidos proyectando el valor con base en los datos de la serie PIB constantes metodología 1993, la población del PIB per Cápita fue obtenida de CONAPO, Población a mitad de año.

2.2.9 EVOLUCIÓN CONJUNTA DE LOS INDICADORES.

A lo largo del capítulo se ha mostrado un breve análisis de algunos de los indicadores de México en materia de CTI, sin embargo, es necesario analizar la evolución de manera conjunta de todos los indicadores para así poder conocer cuál de ellos ha tenido un desempeño más dinámico y consistente.

Para analizar el crecimiento de los indicadores se creó índice base 100, tomando a 2001 como el año de referencia (Gráfico 2.11). Todos los indicadores experimentaron algún tipo de crecimiento a excepción de la Inversión extranjera directa, para algunos indicadores el periodo fue bastante dinámico, como lo es el caso del número de empresas registradas en el SIEM, para otros el comportamiento fue estático y un crecimiento modesto, como el PIB per cápita, el Grado promedio de escolaridad, y las solicitudes de patente por millón de habitantes.

La relación patentes solicitadas por millón de habitantes tuvo uno de los menores incrementos en el periodo, incluso redujo su valor a comparación de su valor inicial teniendo en el 2003 un índice de 87.3, es a partir del 2006 cuando el índice tiene un incremento constante hasta llegar a 120.4 para el 2008.

En el caso de las becas nuevas otorgadas por el CONACYT, casi triplica el valor presentado en el 2001, teniendo una ligera desaceleración de 2005 a 2007, sin embargo, de 2007 a 2008 logra una importante recuperación logrando un índice de 265.39 para el 2008.

Las empresas registradas en el SIEM tienen el comportamiento más dinámico de todos los indicadores, llegando a multiplicar en poco más de 4 veces su valor inicial, el mayor crecimiento lo tuvo en el periodo 2001- 2003, el único decremento fue del 2003 al 2004.

La inversión Física del Sector Publico Federal, (IFSPF) evoluciono de manera similar a las Becas nuevas, ya que en el 2008 ambos alcanzan aproximadamente

el mismo índice (261.6 en este caso), cabe destacar que este indicador tuvo un incremento constante durante todo el periodo.

La IED es el indicador que presenta los valores más bajos de todas las variables en el periodo. Para 2008 su índice de crecimiento fue de 90.25, lo que significó un decrecimiento de alrededor de 10% entre el año inicial del periodo y el último año.

El índice del PIB per Cápita es el más estático de todos los indicadores llegando a tener su máximo en el 2008 con un índice de 113.5 siendo en el periodo 2005-2006 donde presenta el mayor incremento.

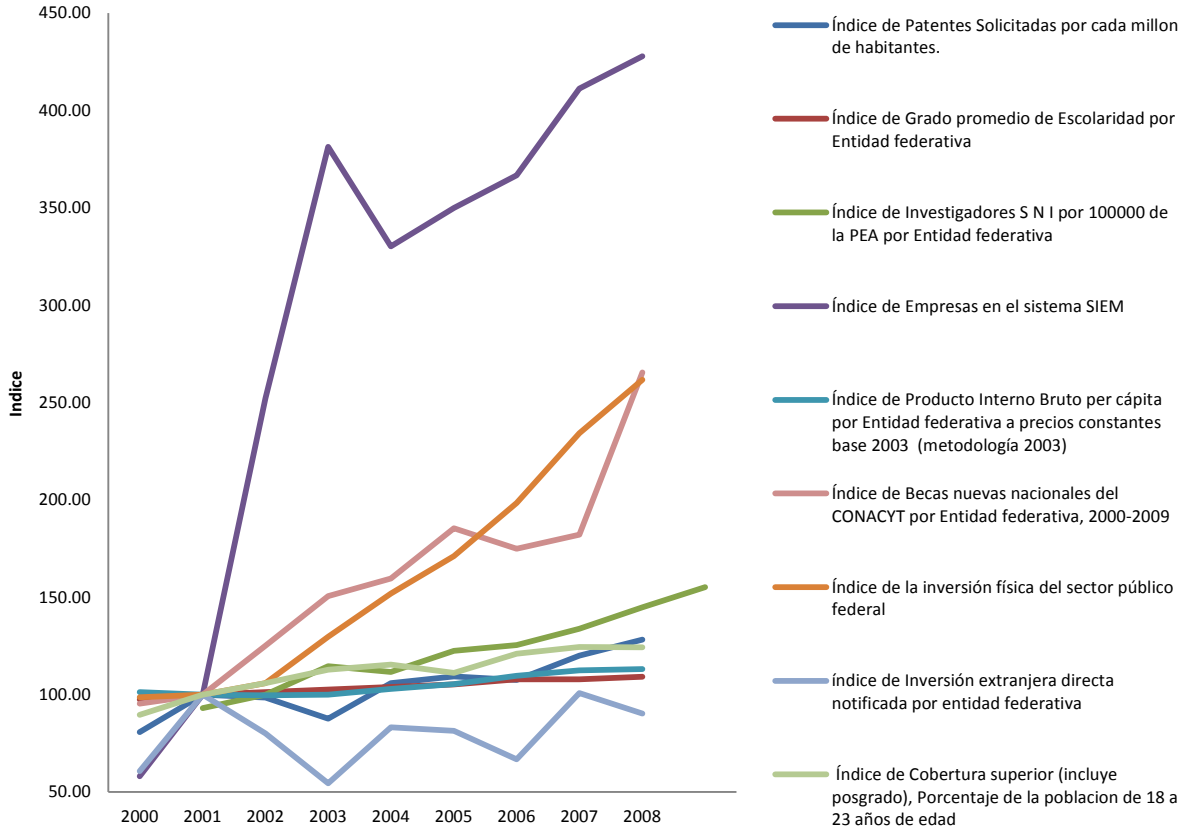
En el periodo de estudio, el indicador de cobertura superior alcanzo un índice de 124.2 para 2008, muy similar a la relación de solicitud de patentes. En el periodo 2004-2005 se nota un ligero decremento, sin embargo, del 2005 al 2006 se presenta el mayor crecimiento anual del periodo.

Con este análisis se puede observar que la mayoría de los indicadores tienen una tendencia creciente, salvo el caso de la IED. Lo que diferencia a un indicador de otro es el ritmo de crecimiento, sin embargo, lo que se resalta es la misma tendencia que sigue la mayoría de ellos y lo cual justifica la en parte la especificación del modelo que se presenta en el capítulo tres.

Gráfico 2.11

Índices de crecimiento variables nacionales 2001= 100

24



Fuente: PIB, Sistema de Cuentas Nacionales Mexicano, INEGI, los datos para 2000, 2001, 2002 fueron obtenidos proyectando el valor con base en los datos de la serie PIB constantes metodología 1993, la población del PIB per Cápita fue obtenida de Consejo Nacional de Población (CONAPO), Población a mitad de año.

Fuente: Inversión Física del Sector Público Federal 2001, segundo Informe de gobierno Vicente Fox, 2002 - 2008 quinto informe de gobierno Felipe Calderón.

Fuente: Inversión Extranjera Directa Secretaría de Economía.

Fuente: Situación Financiera de los fondos CONACYT, Junio 2010.

Fuente: Empresas certificadas ISO. Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2009, CONACYT. Unidades Económicas, Censos Económicos 2009, INEGI.

Fuente: Becas Vigentes del CONACYT, Estado General de la Ciencia y la Tecnología 2009 2008 2007 2006 2005 2004 2003 2002., Población a mitad de año Consejo Nacional de Población (CONAPO).

Fuente: Grado promedio de Escolaridad, para 2000 a 2006 anexo del 6to informe de Gobierno pág. 190 191; Para 2007 Primer informe de gobierno Felipe Calderón; Para 2008 y 2010 Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). Índice de Competitividad Estatal 2010.

Fuente: SNI por 100000 habitantes Estado General de la Ciencia y la Tecnología 2009 2008 2007 2006 2005.

²⁴ Se optó por el 2001 como año base debido a que es el año común de inicio para todos los indicadores

2.2.3 Análisis estatal de los indicadores de CTI 2000-2008.

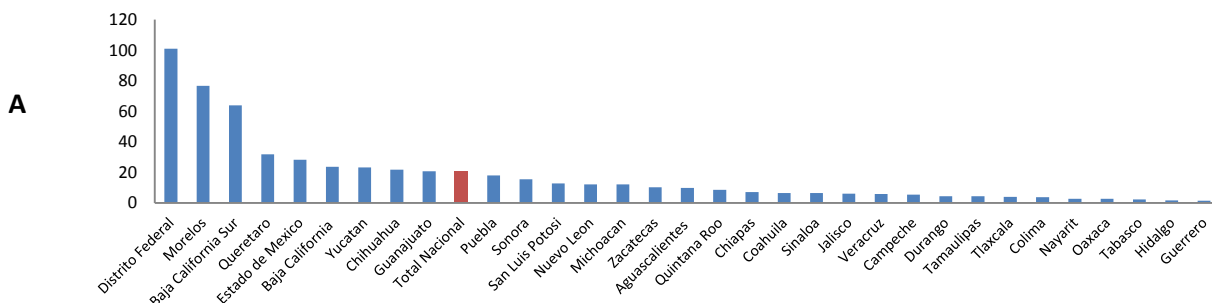
En este apartado se pretende describir el desempeño de las entidades federativas en las variables que se utilizarán para la especificación del modelo; el análisis se realiza para el año inicial (2000) y el año final (2008) del periodo, y se resalta la importancia de algunas entidades federativas sobre otras en cada uno de los indicadores.

2.3.1 INVESTIGADORES SNI

El Distrito Federal y Morelos son las entidades que cuentan con un mayor número de investigadores por cada cien mil personas de la PEA en los dos años que se analizan (Gráfico 2.12-A,B). La posición de las entidades federativas que ocupan las primeras posiciones prácticamente se mantuvo igual. Las entidades con mayor rezago en 2001 fueron Tabasco, Hidalgo y Guerrero, de estas tres entidades sólo Tabasco logró escalar posiciones para 2008. Las entidades que mantuvieron su posición durante el periodo fueron Nuevo León y Zacatecas en las posiciones trece y quince, respectivamente. Un dato importante es que Tlaxcala escaló ocho posiciones entre 2001 y 2008, pasando de la posición 27 a la 19, siendo la entidad que mayor avance presentó en el periodo.

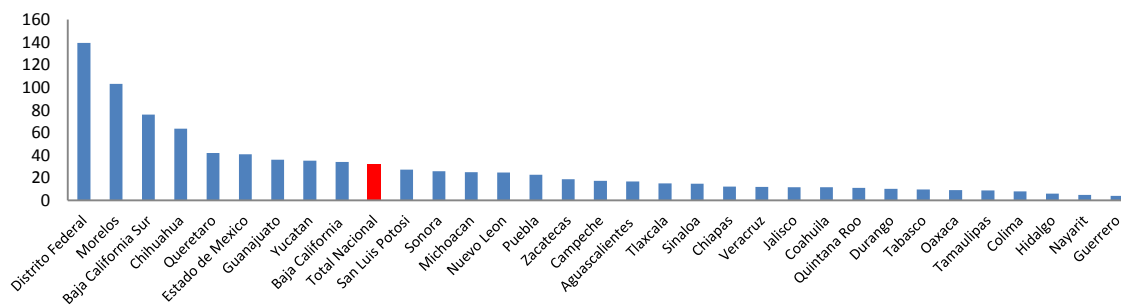
Gráfico 2.12

Investigadores S N I por cada 100,000 de la PEA, 2001



Investigadores S N I por cada 100,000 de la PEA, 2008

B



Fuente S NI por cien mil hab. 2000-2006 sexto Informe de Gobierno Vicente Fox, 2006-2009 CONAPO. S N I Estado General de la Ciencia y la Tecnología 2009 2008 2007 2006 2005

2.3.2 NIVEL DE ESCOLARIDAD

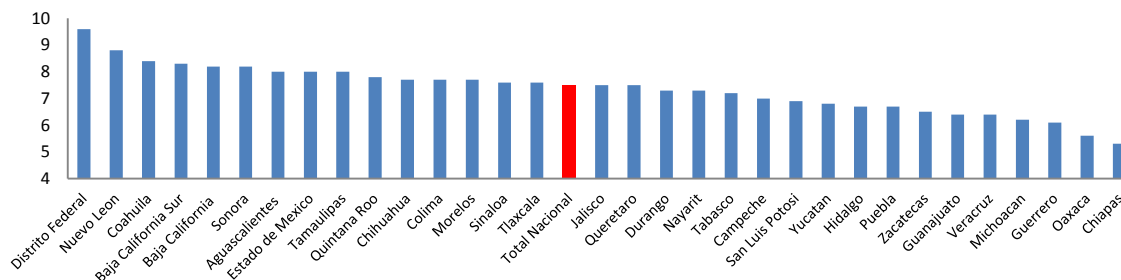
Las entidades con mayor grado promedio de escolaridad son el Distrito Federal, Nuevo León, Coahuila, Baja california Norte y Sur (gráfico 2.13-A, B). El Distrito Federal tiene casi dos años más que el promedio nacional, sin embargo su crecimiento fue de sólo 0.8%, en durante el periodo. Por el contrario las entidades con mayor rezago fueron Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

En cuanto a las tasas de crecimiento, las entidades que sobresalen son Tabasco, Campeche, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo y Quintana Roo, lo cuales tuvieron un crecimiento en el periodo de 1.2% para todos. Guerrero fue el que menos creció de todas las entidades federativas (0.8%) durante el periodo.

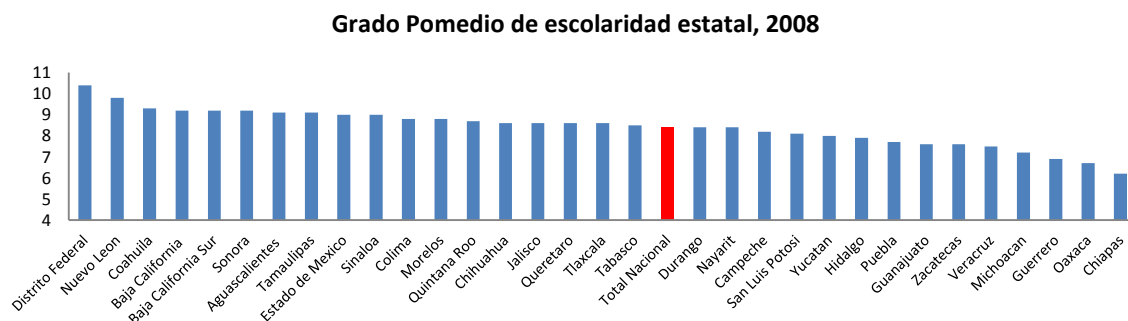
Gráfico 2.13

Grado Pomedio de escolaridad estatal, 2000

A



B



Fuente: para 2000 a 2006 anexo del 6to informe de Gobierno pág. 190 191; Para 2007 Primer informe de gobierno Felipe Calderón; Para 2008 y 2010 Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). Índice de Competitividad Estatal 2010.

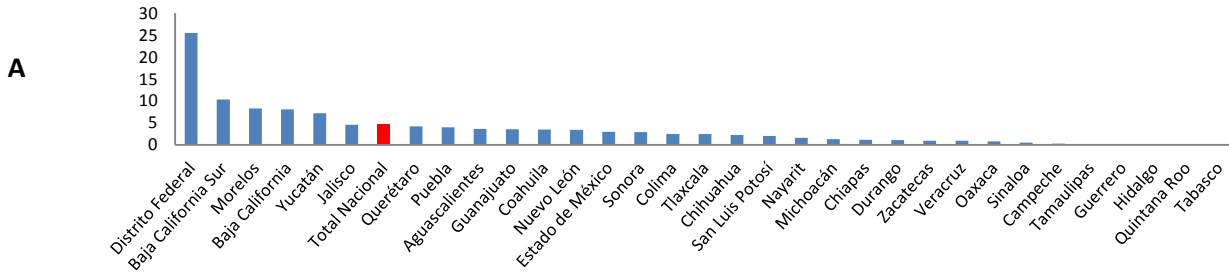
2.3.3 BECAS QUE OTORGA EL CONACYT

Los primeros lugares de este indicador los ocupan el Distrito Federal, Morelos, Yucatán, Baja California y Baja California Sur en los dos años analizados. Este indicador ha mostrado un importante crecimiento ya que en 2000 había 4.59 becas por cada cien mil habitantes en el promedio nacional, para el año 2008 este indicador era de 12.79, ese incremento también se refleja en los valores por entidad federativa ya que en el 2000, diez entidades federativas no lograban tener una beca por cada cien mil habitantes, para el 2008 solamente son dos se encontraban en esta condición: Quintana Roo y Tabasco.

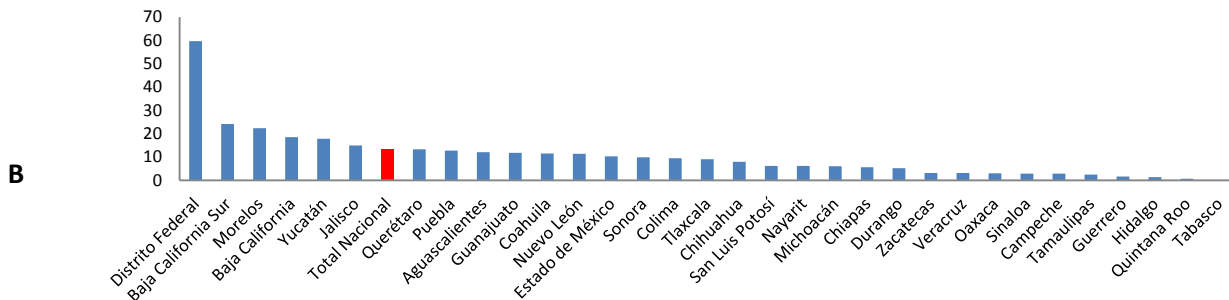
Los estados que tuvieron el mayor crecimiento en el indicador fueron (gráfico 2.14-A, B): el Distrito Federal (pasando de 25.6 a 59.6), Yucatán (pasando de 7.2 a 22.3) y Morelos (pasando de 8.2 a 24.2). Por el contrario Nayarit tuvo nulo crecimiento y Campeche decreció en el indicador

Gráfico 2. 14

Becas nuevas otorgadas por el CONACYT, 2000



Becas nuevas otorgadas por el CONACYT, 2008.



Fuente: Estado General de la Ciencia y la Tecnología 2009 2008 2007 2006 2005 2004 2003 2002

Lo que se puede observar en este indicador es que existe una importante concentración de becas en algunas entidades federativas, no sólo en términos absolutos, sino también en términos relativos.

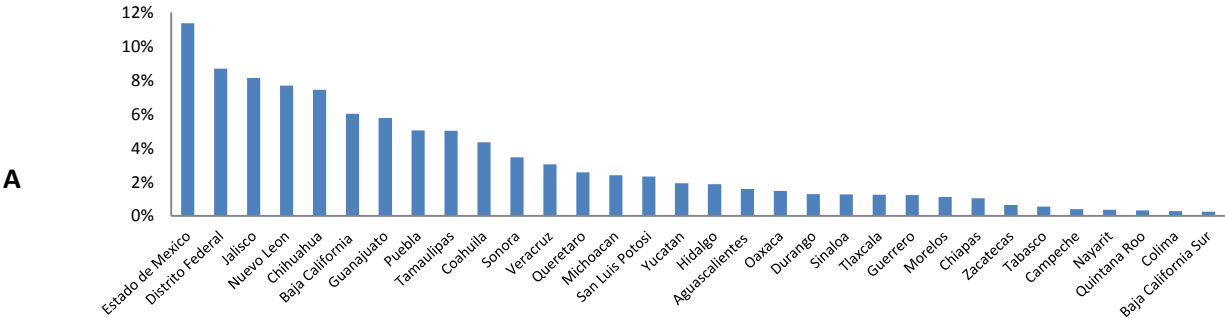
2.3.4 UNIDADES ECONÓMICAS DEL SECTOR MANUFACTURERO Y EMPRESAS CERTIFICADAS.

El primer indicador de esta sección es el número de unidades económicas de la industria manufacturera (gráfico 2.15-A, B), para el año 2003, a nivel nacional se contaban con 328,718, de las cuales 30% se concentraban en 3 estados de la república: Estado de México, Distrito Federal y Puebla. En contraste, para al mismo año, Quintana Roo, Colima y Baja California Sur, no representan juntas ni 2% del total nacional.

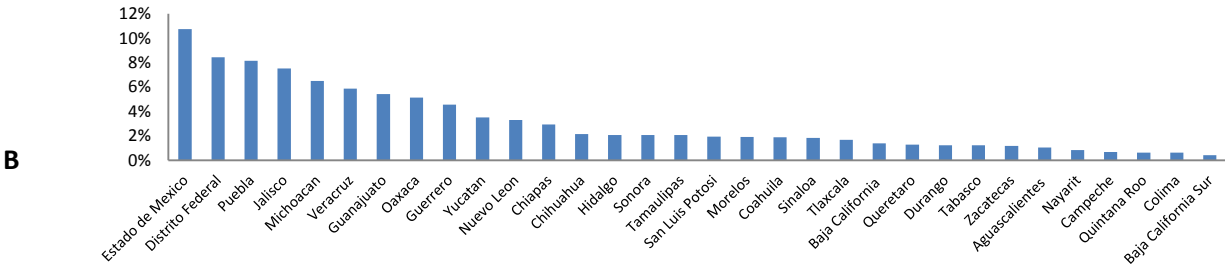
En el 2009, la concentración de las unidades económicas siguió siendo muy elevada, poco menos del 30% del total nacional se sigue repartiendo en los primeros tres lugares, sin embargo, Puebla baja al octavo lugar (pasando del 8% al 5% de las unidades manufactureras nacionales) y Jalisco asciende al tercero. En cuanto a los últimos lugares, la composición no varía.

Gráfico 2.15

Distribución unidades económicas industria manufacturera, 2009



Distribución unidades económicas industria manufacturera, 2004



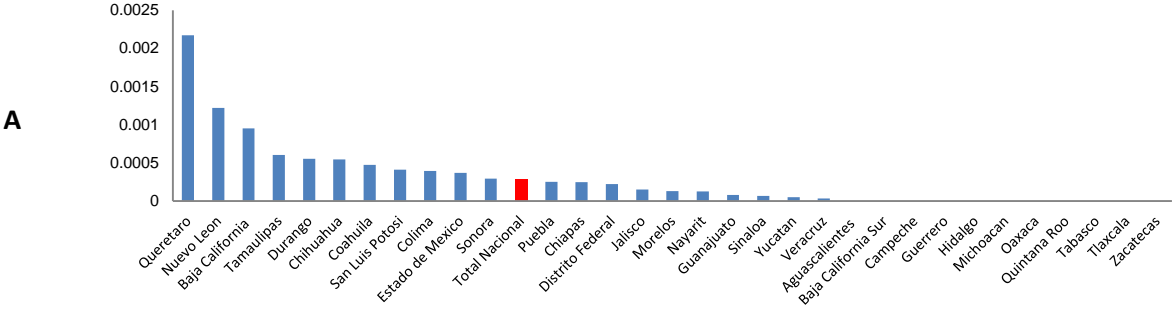
Fuente: Censos Económicos, 2004 y 2009 INEGI.

La relación entre el número de empresas que cuentan con certificación ISO respecto al número de empresas registradas en el SIEM es muy pequeña (gráfico 2.16-A, B). Las entidades con una relación mayor en 2001 fueron Querétaro (.0021), Nuevo León (.0012) y Baja California (.0009). Para el año 2009, la composición de los primeros lugares tuvo una importante modificación ya que figuraron en las tres primeras posiciones Durango, Colima, y Nuevo León. Dentro de las entidades con menor número de empresas certificadas por cada cien mil

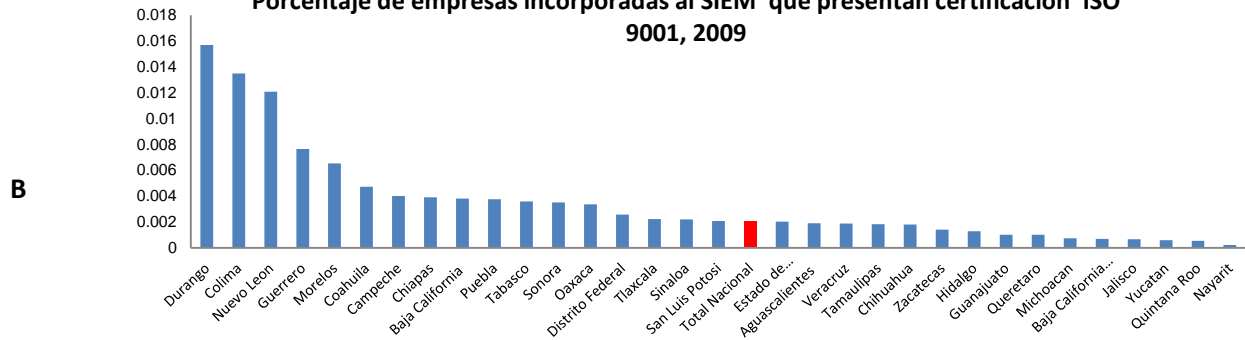
empresas del SIEM figura Yucatán, la cual no logró avanzar posiciones en el periodo de estudio.

Gráfico 2.16

Porcentaje de empresas incorporadas al SIEM que presentan certificación ISO 9001, 2001



Porcentaje de empresas incorporadas al SIEM que presentan certificación ISO 9001, 2009



Fuente: Empresas SIEM, Sistema de Información Empresarial Mexicano, Empresas certificadas ISO,. Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2009, CONACYT.

2.3.5 PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES NACIONALES

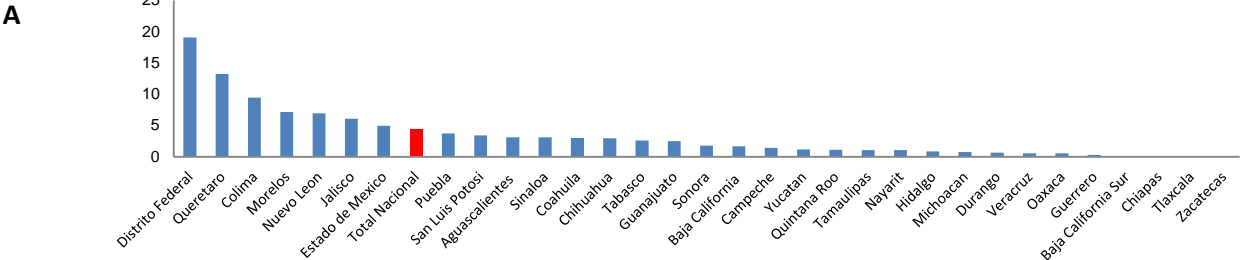
El registro de patentes en México se da principalmente en los estados donde existe un mayor dinamismo económico (gráfico 2.17-A, B); para el año 2000, el mayor número de patentes solicitadas por residentes mexicanos por cada millón de habitantes se dio en el Distrito Federal (19.1), Querétaro (13.2) y Colima (9.4). Para 2008, el Distrito Federal (24.78) se mantuvo en el primer lugar seguido por Nuevo León (22.1), el cual sube 3 lugares, y Querétaro (11.83), que bajó una posición.

En contraste, para el año 2000, las entidades que menor registro de patentes realizaron en términos relativos fueron: Veracruz (0.56), Oaxaca (0.56) y Guerrero (0.31). Cabe destacar que para dicho año Zacatecas, Tlaxcala, Chiapas y Baja California no presentaron algún registro de patentes. En 2008, las entidades con mayor rezago fueron Baja California (0.97), Quintana Roo (0.78) e Hidalgo (0.41), para este año Guerrero y Oaxaca no tuvieron registro de patentes.

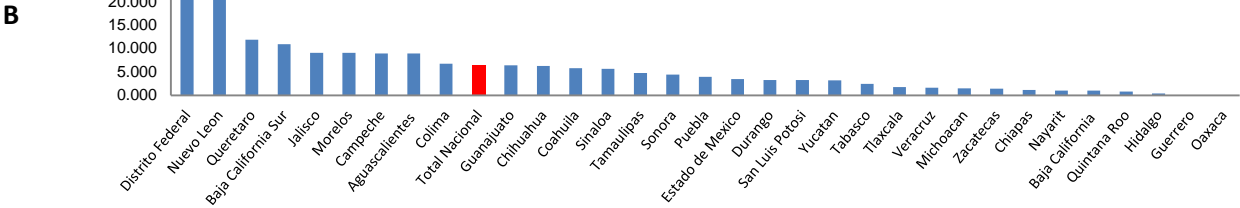
En el periodo de estudio (2000-2008) se puede observar que existe una gran disparidad entre los estados, los estados más industrializados y/o con mayor nivel de ingreso concentran el registro de patentes en el país, aun cuando el número de patentes que se registran en el país es muy bajo.

Gráfico 2.17

Patentes solicitadas por nacionales por millón de habitantes por entidad federativa, 2000.



Patentes solicitadas por nacionales por millón de habitantes por entidad federativa, 2008.



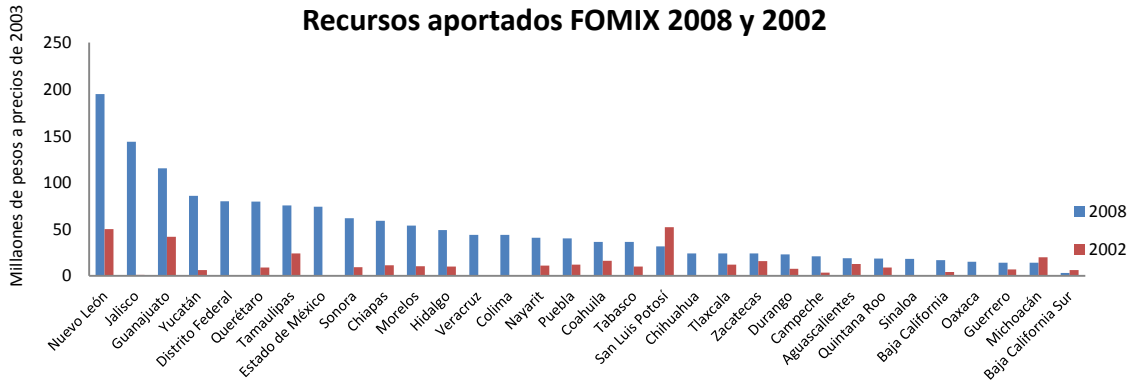
Fuente: Estado General de la Ciencia y la Tecnología 2009 2008 2007 2006 2005 2004 2003 2002, y CONAPO. Población a mitad de año

2.3.6 INVERSIÓN PÚBLICA EN CTI, FONDOS MIXTOS DEL CONACYT.

En el apartado 2.2.6 se resaltó la falta de información estadística para analizar el grado de inversión pública y privada en CTI, sobre todo nivel estatal y municipal. Sin embargo, el análisis se realiza con los tres indicadores planteados en dicha sección. En el caso de FOMIX, en el gráfico 18 se observa que para el año 2002 el monto de recursos aprobados para proyectos de CTI en los estados es muy bajo, esto se explica porque fue el año en que fueron creados. El acceso a estos fondos por parte de las entidades federativas fue paulatino, ya que para el 2002, sólo 12 estados presentaron alguna solicitud de proyecto, para el 2008, todas las entidades tenían constituidos sus FOMIX. Las entidades que han tenido constancia en la presentación y aprobación de proyectos en durante el periodo 2002-2008 han sido: Guanajuato, Yucatán, Querétaro, Sonora, Chiapas, Hidalgo, Tabasco, Campeche, Aguascalientes, Quintana Roo y Baja California, los demás probablemente no solicitaron apoyo alguno, es importante destacar este fenómeno porque los FOMIX están constituidos con la participación del gobierno federal, los gobiernos estatales y/o gobiernos municipales, y el que sólo diez estados hayan sido constantes, denota que no todos le dan la misma importancia al fomento de proyectos de CTI.

En 2008 (gráfico 2.18-A, B), los estados que recibieron mayor cantidad de recursos a través de estos fondos fueron León (194 mdp), Jalisco (143 mdp) y Guanajuato (115 mdp). En 2002 los estados que captaron mayor cantidad de recursos fueron San Luis Potosí (52 mdp), Nuevo León (50 mdp) y Guanajuato (41 mdp).

Grafico 2.18

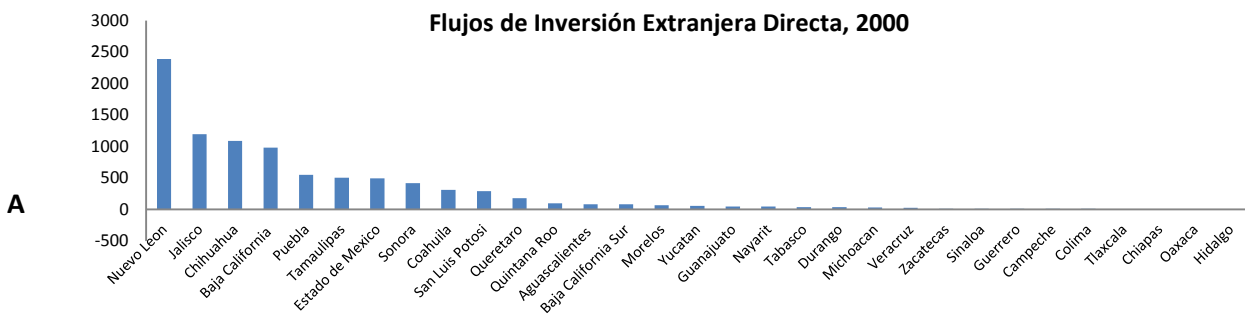


Fuente: Situación Financiera de los Fondos CONACYT, 2010.

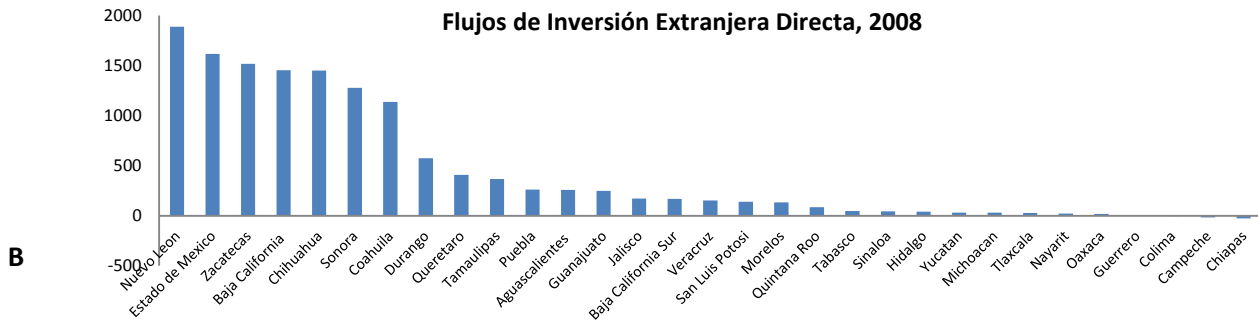
A) INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA.

La IED se concentra fundamentalmente en el Distrito Federal, tanto en 2000 como en 2008 (gráfico 2.19-A, B), el Distrito Federal concentró 49%²⁵ del total de los flujos de IED que arriban al país. Para el año 2000, Nuevo León, Jalisco y Chihuahua son las entidades que mayores flujos presentaron después del D.F., en conjunto recibieron 25% de la IED nacional. Por el contrario, en 2000 Oaxaca e Hidalgo presentaron un flujo negativo de IED, lo que significó una salida de recursos de estas entidades, esta situación se observó en 2008 pero para los estados de Colima, Campeche y Chiapas.

Gráfico 2.19



²⁵Debido a ello distorsiona por completo la grafica, por lo que se ha omitido



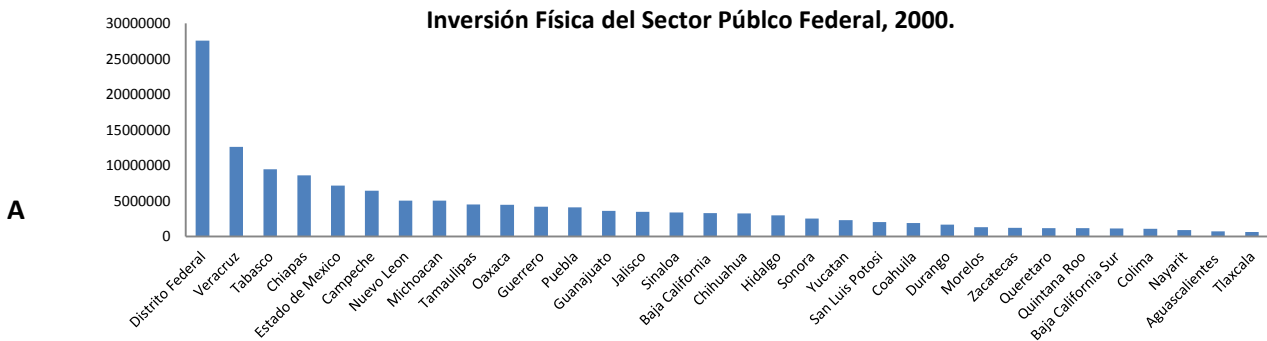
Fuente: Secretaría de Economía.

B) INVERSIÓN FÍSICA DEL SECTOR PÚBLICO FEDERAL.

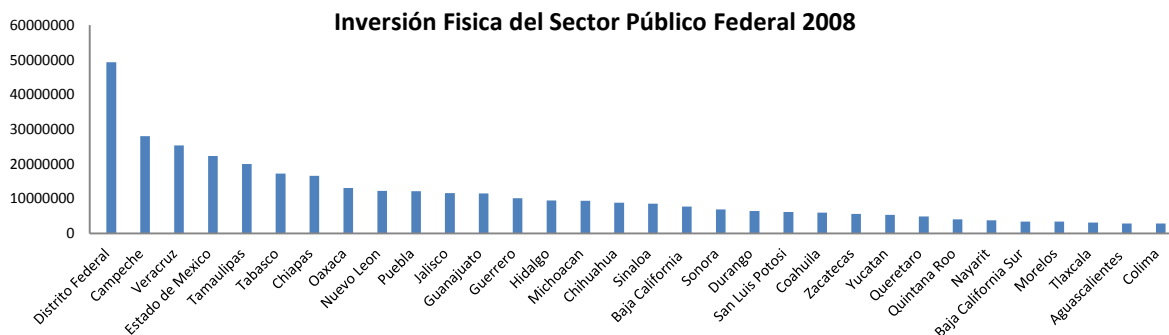
En el año 2000 (gráfico 2.20-A, B), la Inversión física del sector público federal se concentró en el Distrito Federal, Veracruz, Tabasco y Chiapas, en conjunto recibieron 38.3% del total de recursos. Es importante recordar que los montos a los que se refiere esta inversión son que realiza el gobierno federal en la entidad y no considera los recursos de los gobiernos estatales. Para el 2008, el listado de los estados con mayor recepción de estos recursos se modifica únicamente con la salida de Tabasco y la entrada de Campeche.

En el año 2000 las entidades que recibieron menor cantidad de recursos fueron, Tlaxcala, Aguascalientes y Nayarit, que en conjunto captaron 1.5% del total de la IFSPF; sin embargo, cabe destacar que estas entidades son muy pequeñas en comparación con las que reciben mayor cantidad de recursos.

Gráfico 2.20



B



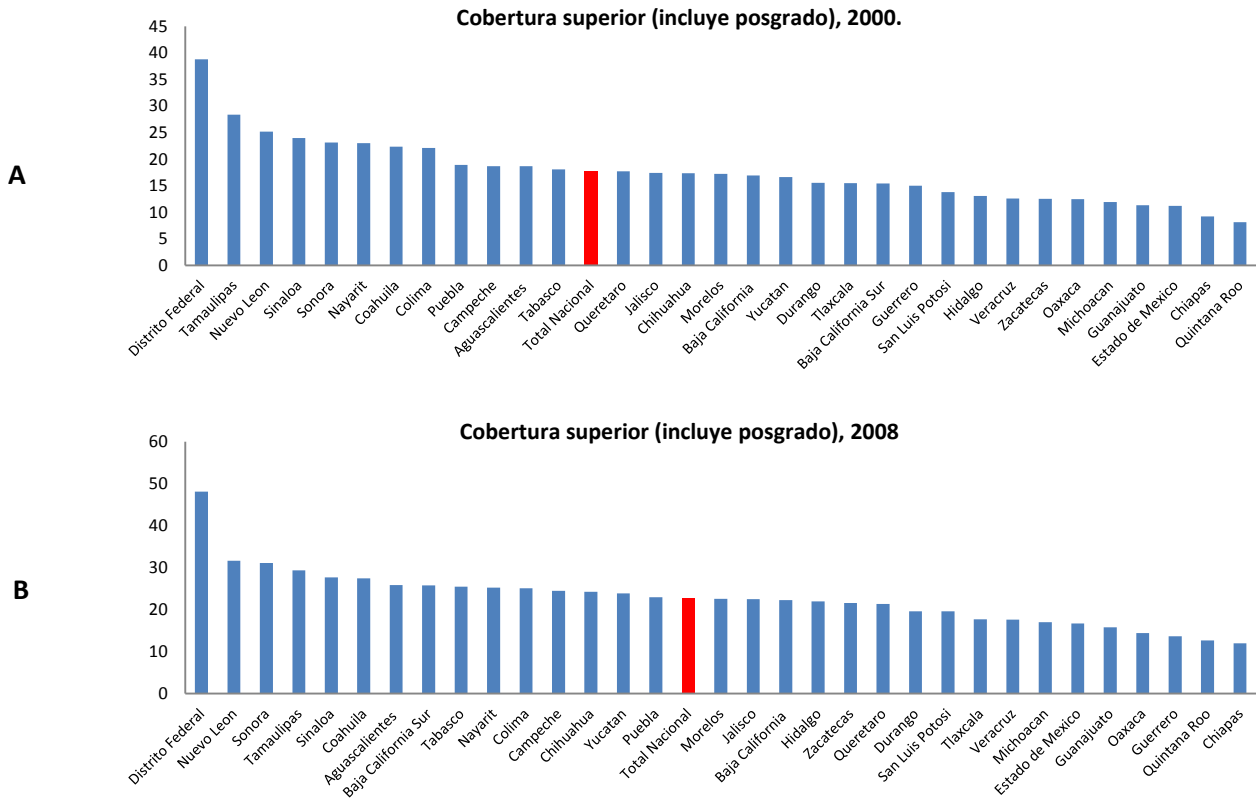
Fuente 2001, Segundo Informe de gobierno Vicente Fox, 2002 - 2008 Quinto informe de gobierno Felipe Calderón.

2.3.7 COBERTURA EN EDUCACIÓN SUPERIOR.

A nivel estatal la cobertura en educación superior presenta un escenario muy distinto al total nacional, quedan de manifiesta las disparidades que existen entre los estados con mayor nivel de ingreso y los de menor. En el año 2000 el Distrito Federal fue la entidad que mayor porcentaje de cobertura tuvo (38.76%), por el contrario, Quintana Roo fue la entidad mas rezagada de todas con sólo 8.09% de cobertura. Cabe destacar que para el año 2000 eran 12 las entidades que tenían un valor más elevado que el nacional, para el 2008, ya eran 15 las entidades por encima del valor nacional.

Para el 2008(gráfico 2.21-A, B), el Distrito Federal continuó ocupando la primera posición con una cobertura de 48.0%, casi diez puntos porcentuales más que en 2000. La lista de los cinco estados con mayor cobertura la completan Nuevo León, Sonora Tamaulipas y Sinaloa. De las 32 entidades federativas, destaca el caso de Baja California Sur que entre 2000 y 2008 escaló 14 posiciones, su cobertura pasó de 15.4% a 25.8%. Las entidades que mayor número de posiciones perdieron son Guerrero y Querétaro, la primera incluso redujo su cobertura pasando de 14.96% a 13.63% en el 2008.

Gráfico 2.21



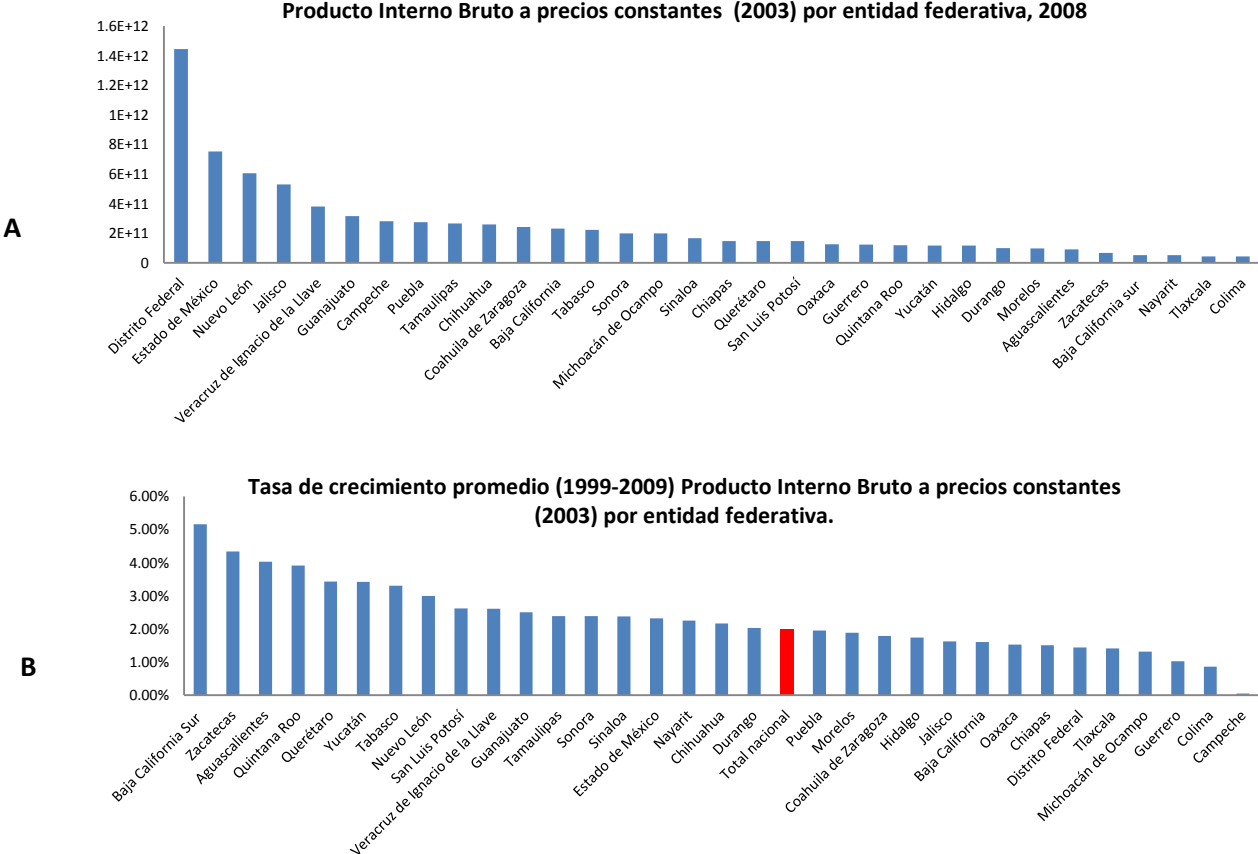
Fuente: Reportes Principales cifras del Sistema Nacional de Información Educativa SIEN

2.3.8 El PIB

Para el análisis del Producto Interno Bruto a nivel estatal, se tomo como referencia el año 2008 para ordenar los estados según su nivel de producto (ver gráfico 2.22A) y se hizo un segundo ordenamiento tomando como base la tasa de crecimiento promedio anual en el periodo 1999-2009 (ver gráfico 2.22B). En el primer caso, el Distrito Federal es la entidad que mayor producción genera en el país (18 % del PIB nacional), le siguen el Estado de México, Nuevo León, Jalisco, Veracruz y Guanajuato, estos 6 estados representan juntos el 50% del PIB nacional, lo que denota una alta concentración del producto en el país. En

contraste, Colima Tlaxcala y Nayarit son los 3 estados que menor producción generan en el país, lo cual está asociado a su tamaño de población y su economía, en conjunto generan 1.7% del producto nacional.

Gráfico 2.22



Fuente: Elaboración Propia con base en datos de INEGI, los datos para 2000, 2001, 2002 fueron obtenidos proyectando el valor con base en los datos de la serie PIB constantes metodología 1993

En cuanto a las tasas de crecimiento, los resultados muestran que no necesariamente los más favorecidos fueron los que mejor desempeño presentaron, por ejemplo, Baja California Sur, que a pesar de ser de los más atrasados en el nivel de producto, fue el mejor de todos con una tasa promedio de crecimiento de 5.16%, más de dos veces la tasa de crecimiento promedio nacional (1.98%), en contraste, se encuentra el Distrito Federal, una de las 6 entidades con el crecimiento promedio más bajo con sólo 1.44%, esto muestra que los estados más atrasados crecen a tasas más elevadas que los estados más desarrollados, este

comportamiento apoya parcialmente la convergencia entre las entidades federativas²⁶.

Un dato relevante es Campeche, ya que es la entidad con más rezago en cuanto a tasa de crecimiento se refiere, ya que desde el 2004 presenta números negativos, sin embargo, a nivel, ocupa el séptimo lugar en el 2008. Al parecer, este comportamiento se explica en gran medida por la forma en la que se ha contabilizado la producción petrolera del Golfo de México en los últimos años (Esquivel, 1999).

Puebla representa de manera aproximada el comportamiento conjunto del total nacional ya que su tasa de crecimiento promedio es muy similar al nacional. De manera individual, ninguno de los estados tuvo un crecimiento mayor al 5.2% promedio, eso evidencia el carente crecimiento en el periodo.

2.3.9 CORRELACIONES ENTRE LAS VARIABLES

En los apartados anteriores se hizo una descripción de los indicadores disponibles para generar un modelo de crecimiento económico endógeno y un modelo para una función tecnológica, las variables a explicar son el PIB per cápita y las solicitudes de patentes por millón de habitantes, la primera representa el nivel de crecimiento económico que tiene México en términos relativos y la segunda representa una aproximación del esfuerzo innovador del país.

Como un ejercicio previo a la especificación de estos modelos, en este apartado se hace un análisis de correlaciones entre las diferentes variables, definiendo el coeficiente de correlación (ρ) de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{cov,(x,y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

²⁶ Para un mayor detalle sobre convergencia ver: “Convergencia Regional en México 1940-1995”, Gerardo Esquivel. En este trabajo se probó la existencia de convergencia absoluta en el periodo 1940-1960, pero en el periodo 1960-1995, no se halló evidencia.

Donde ρ (rho) es una medida de asociación lineal entre dos variables, tomando valores entre -1 y +1, donde -1 indica una perfecta asociación lineal negativa y +1 una perfecta asociación lineal positiva.

De esta manera se muestra qué sentido guardan y que tan fuerte es la relación entre las variables, este ejercicio es la antesala a un modelo que de manera más profunda pueda determinar el impacto que tiene cada variable tanto en el PIB per Cápita como en la Solicitud de patentes. Es importante recalcar que las aseveraciones hechas en esta sección, sólo responden a la magnitud de las correlaciones entre las diferentes variables y su signo.

En el cuadro tres se pueden observar las correlaciones que existen entre el grupo de variables para el año 2000, se puede destacar en primera instancia que existe una correlación positiva entre todas las variables excepto entre la IFSPF y la relación ISO/SIEM, y el gasto en educación superior y la relación ISO/SIEM. Tomando como base el PIB per cápita, las correlaciones más elevadas las tiene con la escolaridad promedio y con la cobertura de educación superior (0.28 para ambos casos), ambas variables representan el capital humano y es de relevancia que sean las que mayor correlación guardan con el PIB per cápita ya que forman parte de la hipótesis planteada en esta investigación. Cabe destacar que no presenta ninguna correlación negativa, sin embargo, sí presenta una de las correlaciones más bajas de toda la matriz, con 0.0391 en la relación ISO– SIEM.

Cuadro 2.3. Matriz de Correlaciones, 2000.

	2000 BECNVAS00	COBSUP00	ESCOL00	INVSUP00	IED00	IFSPF00	ISOSIEM00	PATSOL00	PIBCAP00	SNIPEA00
BECNVAS00	1	0.5666574	0.5670752	0.7573159	0.77436	0.5336423	0.075559	0.7069066	0.1049451	0.9103985
COBSUP00	0.5666574	1	0.6843889	0.734558	0.6863431	0.4428688	0.2246124	0.6049951	0.288953	0.4604568
ESCOL00	0.5670752	0.6843889	1	0.507886	0.5726432	0.2030999	0.3554465	0.5594132	0.2868476	0.5144471
INVSUP00	0.7573159	0.734558	0.507886	1	0.9137003	0.7661357	-0.0108477	0.7099958	0.2422759	0.6454615
IED00	0.77436	0.6863431	0.5726432	0.9137003	1	0.8055475	0.1217189	0.7300693	0.2172876	0.6745994
IFSPF00	0.5336423	0.4428688	0.2030999	0.7661357	0.8055475	1	-0.094201	0.5048748	0.2366813	0.461259
ISOSIEM00	0.075559	0.2246124	0.3554465	-0.0108477	0.1217189	-0.094201	1	0.4679965	0.0391325	0.0916174
PATSOL00	0.7069066	0.6049951	0.5594132	0.7099958	0.7300693	0.5048748	0.4679965	1	0.1747827	0.6887171
PIBCAP00	0.1049451	0.288953	0.2868476	0.2422759	0.2172876	0.2366813	0.0391325	0.1747827	1	0.105963
SNIPEA00	0.9103985	0.4604568	0.5144471	0.6454615	0.6745994	0.461259	0.0916174	0.6887171	0.105963	1

Fuente: Elaboración Propia en E views 4

El número de investigadores SNI relacionados con la PEA presenta correlaciones más elevadas que la variable anterior, la más alta es de 0.91 y se tiene con las

Becas nuevas del CONACYT, le sigue la correlación con el número de patentes solicitadas con 0.68. Con este resultado se puede argumentar que el número de becas afecta positivamente el nivel de especialización de la población.

Las empresas certificadas en ISO en relación a las inscritas en el SIEM presenta las correlaciones más bajas de toda la matriz, todas son positivas a excepción de la inversión física del gobierno, y con el gasto en educación superior. La mayor correlación que tiene esta variable es con la solicitud de patentes (con 0.46), como se ha descrito en este capítulo, la mayor parte de las empresas mexicanas no tienen la capacidad para innovar, sin embargo esta relación plantea una relación positiva entre los niveles de certificación y el registro de patentes.

La solicitudes de patentes por millón de habitantes presenta la correlación más alta con el flujo de inversión extranjera directa (con 0.73), parte de esta inversión se concreta en el sector industrial (Hernández Laos, 2000), según este dato puede argumentarse que dicha inversión tiene alguna relación con el desarrollo innovador. Con las becas vigentes del CONACYT la correlación es de 0.70, esto muestra que existe una correspondencia entre mayor número de beneficiarios de dichas becas y el número de solicitudes de patentes, la correlación siguiente según tamaño es con los investigadores SIN.

La escolaridad promedio presenta correlaciones constantes con todas las variables, las más altas son con la cobertura de educación superior y la inversión extranjera directa, 0.68 y 0.57 respectivamente, la más baja se presenta con la solicitud de patentes y la inversión física del sector público federal, es claro que la correlación más elevada sea con los recursos que se destinan a incrementar la especialización del capital humano.

Las becas otorgadas por millón de habitantes, como ya se ha mencionado, tiene la mayor correlación con el número de investigadores del SNI, las correlaciones más bajas se presenta con el PIB per cápita con sólo 0.10 y con la relación ISO – SIEM con 0.07.

La inversión extranjera directa es la variable que mayores correlaciones tiene de toda la matriz, la más alta es de 0.91 con el gasto de educación superior. La inversión física del gobierno también está muy relacionada con la IED con 0.80. Por el contrario, El PIB per cápita tiene una correlación de apenas 0.21 con la IED.

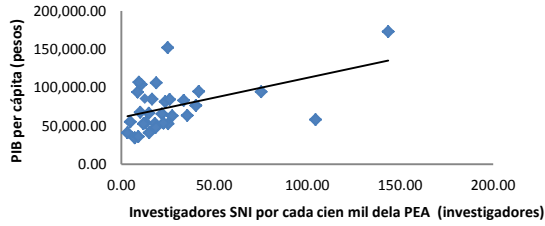
El cuadro cuatro muestra las correlaciones para el mismo grupo de variables para el año 2008, de manera general, los resultados son muy similares a los de 2000, no se observan cambios considerables en la relación positiva de la mayoría de los indicadores, salvo la correlación entre las becas CONACYT y la IED y con la relación ISO/SIEM. El PIB per cápita en general incrementó sus correlaciones con las demás variables, la más destacable es con las patentes por millón de habitantes, ya que pasó de 0.17 a 0.49, lo mismo ocurrió con las becas vigentes (paso de 0.10 a 0.19), los investigadores (paso de 0.10 a 0.20) y los años promedio de escolaridad, (paso de .28 a .35) es decir, la relación entre crecimiento e innovación parece haberse fortalecido. En el 2008 se incorporó una variable adicional la cual mide los recursos aportados, los Fondos Mixtos de CONACYT, las correlaciones que presenta no son muy elevadas, a excepción de la que se presenta con las patentes solicitadas, de 0.55. La menor de las correlaciones es con el PIB per cápita (0.08), en general esta variable no se correlaciona tanto como las antes presentadas para el 2008.

Cuadro 2.4. Matriz de Correlaciones, 2008.

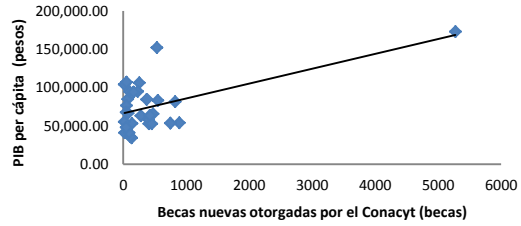
2008	BECNVAS08	COBSUP08	ESCOL08	FOMIX08	INVSUP08	IED08	IFSPFD08	ISOSIEM08	PATSOL08	PIBCAP08	SNIPEA08
BECNVAS08	1	0.716123	0.517903	0.2607334	0.6827477	0.9122112	0.5484655	-0.0052305	0.7053454	0.1978251	0.8606424
COBSUP08	0.716123	1	0.7692661	0.27682	0.8691573	0.7094257	0.4229698	0.0717392	0.7360554	0.421213	0.5948959
ESCOL08	0.517903	0.7692661	1	0.2510973	0.6545545	0.496198	0.1309368	0.1131823	0.6580533	0.3504901	0.4848065
FOMIX08	0.2607334	0.27682	0.2510973	1	0.3469728	0.2029373	0.2160164	0.1185351	0.5590786	0.0858007	0.1358715
INVSUP08	0.6827477	0.8691573	0.6545545	0.3469728	1	0.6539511	0.3451148	0.1477925	0.744175	0.446952	0.58645
IED08	0.9122112	0.7094257	0.496198	0.2029373	0.6539511	1	0.7026351	-0.0013035	0.6523081	0.2642741	0.6935879
IFSPFD08	0.5484655	0.4229698	0.1309368	0.2160164	0.3451148	0.7026351	1	-0.0782758	0.4186024	0.4737906	0.3400104
ISOSIEM08	-0.0052305	0.0717392	0.1131823	0.1185351	0.1477925	-0.0013035	-0.0782758	1	0.1932647	0.0835439	0.0147889
PATSOL08	0.7053454	0.7360554	0.6580533	0.5590786	0.744175	0.6523081	0.4186024	0.1932647	1	0.4910064	0.6715474
PIBCAP08	0.1978251	0.421213	0.3504901	0.0858007	0.446952	0.2642741	0.4737906	0.0835439	0.4910064	1	0.2053154
SNIPEA08	0.8606424	0.5948959	0.4848065	0.1358715	0.58645	0.6935879	0.3400104	0.0147889	0.6715474	0.2053154	1

Fuente: Elaboración Propia en E views 4

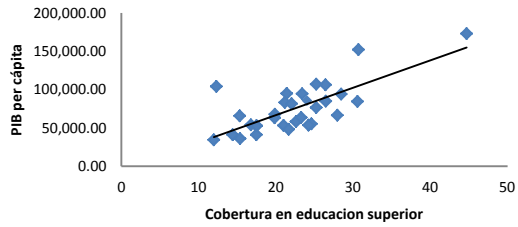
Correlación PIB per cápita con Investigadores SNI por cada cien mil dela PEA



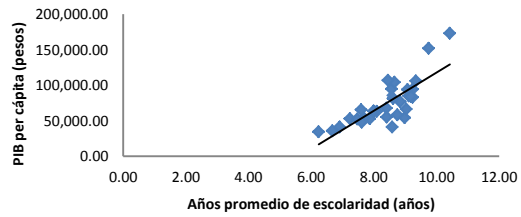
Correlación Pib per cápita con Becas nuevas otorgadas por el Conacyt



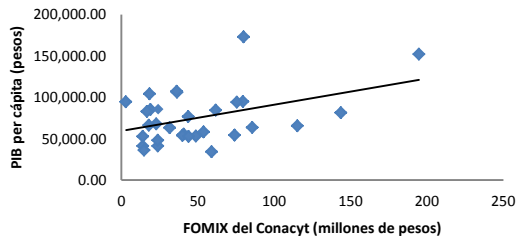
Correlación PIB per cápita Cobertura en educación superior



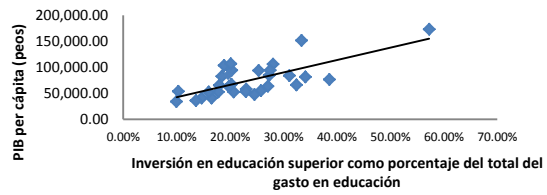
Correlación PIB per cápita con Años promedio de escolaridad



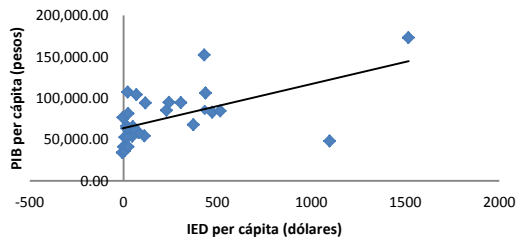
Correlación PIB per cápita con FOMIX del Conacyt



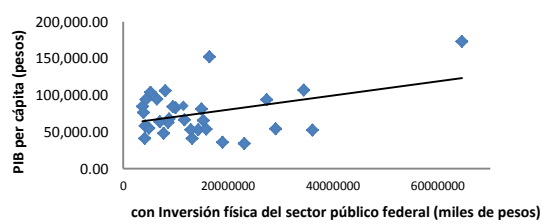
Correlación PIB per cápita con Inversión en educación superior como porcentaje del total del gasto en educación



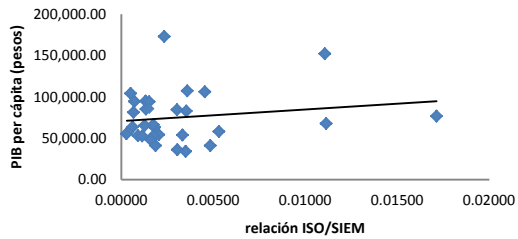
Correlación PIB per cápita con IED per cápita



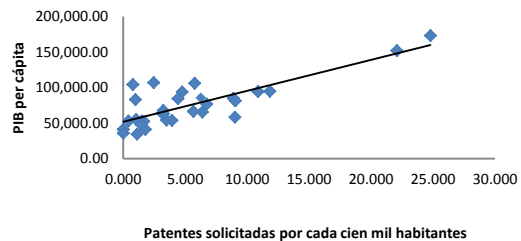
Correlación PIB per cápita con Inversión física del sector público federal



Correlación PIB per cápita con relación ISO/SIEM



Correlación Pib per cápita con Patentes solicitadas por cada cien mil habitantes



2.4 CONCLUSIONES.

A lo largo del capítulo se describió la evolución tanto nacional como por entidad federativa de los principales indicadores en materia de ciencia, tecnología e innovación, el desempeño a nivel nacional de la mayoría de los indicadores se caracteriza por incrementos modestos, sin embargo, algunas variables como las Becas vigentes del CONACYT, la Relación ISO-SIEM y los Montos aportados a los Fondos Mixtos presentaron un comportamiento destacado en relación a los demás indicadores. En el marco internacional, México se encuentra en una posición de atraso en todos los indicadores presentados, sin embargo, al tomar en cuenta las tasas de crecimiento, México sobresale dentro de los países que fueron tomados como referencia.

El entorno económico nacional en el periodo de estudio tuvo un crecimiento muy bajo, con una tasa promedio de menos de 2%, Baja California Sur, fue la entidad que presentó el mayor crecimiento de todas, con 5.16% promedio.

En el ámbito de investigación, a nivel internacional México tiene menos Investigadores por cada cien mil la PEA que Argentina y Brasil, sin embargo, un dato relevante es el crecimiento elevado y constante que se tuvo en el periodo para este indicador (8.5% anual promedio).

En el ámbito empresarial esta uno de los indicadores que mayor crecimiento presentó, la relación de empresas ISO con las empresas incorporadas al SIEM, multiplicando en casi 7 veces su valor inicial. Además, se evidenció la carencia de unidades económicas nacionales capaces de generar desarrollo tecnológico, ya que para ambos años de comparación el porcentaje de empresas manufactureras medianas y grandes del total fue de sólo 2% aproximadamente, una consecuencia de esto es que el avance en el periodo de las patentes solicitadas a nivel nacional haya sido muy escaso, aunado a esto, México es el país de la OCDE con menos solicitudes de patente en el periodo, representando en 2008 el 0.15% de Japón, el principal solicitante de patentes en el mundo,

Para la sección de inversión pública en CTI , el GIDE no rebasa el 0.5% del PIB en ningún año del periodo de estudio, en el comparativo a nivel internacional, México es el país que más rezago presenta en este indicador, además no se percibe un cambio a corto plazo ya que durante el periodo la proporción casi no varía.

A nivel estatal la carencia de información repercutió en el estudio, ya que fue necesario tomar variables proxy para la inversión pública en CTI, por lo tanto, es necesario plantear la necesidad de un sistema de información estatal que incorpore un mayor número de variables y que representen el esfuerzo de inversión en esta materia.

A nivel estatal destacan el DF Nuevo León, Morelos y Jalisco como los estados que ocupan los primeros lugares en los indicadores, en contraste, Guerrero, Chiapas y Oaxaca son los estados que suelen aparecer al final de la lista, cabe destacar que Tabasco fue una entidad que presentó un gran avance en el ámbito académico y de investigación. Es importante mencionar la alta concentración que tienen las variables en ciencia y tecnología a nivel estatal, sin embargo, al comparar ambos años se puede ver que en el 2008 esta concentración a tendido a disminuir, esto gracias a políticas de descentralización (como los fondos Mixtos) que ha articulado el CONACYT.

**CAPITULO 3: MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DE DESARROLLO
TECNOLÓGICO PARA MÉXICO 2000-2008.**

3.1 INTRODUCCIÓN

Tomando como referencia el capítulo uno, el crecimiento económico después del estado estacionario²⁷, sólo será posible con la evolución del estado del arte y del desarrollo del capital humano, para fines de este análisis, la variable *proxy* del desarrollo tecnológico es la solicitud de patentes nacionales y la variable *proxy* del capital humano son los años promedio de escolaridad, por lo tanto, dichas variables son incorporadas al análisis formando parte de la función de producción nacional. En el mismo capítulo se estableció el marco teórico necesario para formular una función de producción tecnológica nacional²⁸, la cual debe contemplar la infraestructura común de innovación, el entorno de innovación y la calidad de los vínculos entre las dos dimensiones anteriores.

En el capítulo dos se describió la evolución entre el año 2000 y el 2008 de algunos indicadores tanto en materia de CTI como en materia de crecimiento económico. A nivel nacional fue posible notar la velocidad a la que se incrementa cada indicador y que nivel de correlación guarda cada variable entre sí. Por entidad federativa, se pudo notar la gran disparidad que hay debido a la gran concentración de las capacidades científicas y tecnológicas a nivel estatal. Además se expuso el escenario en el cual se pretende analizar el efecto que guardan ciertos indicadores sobre el crecimiento económico y sobre el desarrollo tecnológico, si bien la cantidad de factores que inciden sobre ellos es mayor que las variables a utilizar, la disponibilidad de datos es una cuestión que limita el análisis, ya que las variables a utilizar debían de contemplar las 32 entidades federativas y los 9 años del periodo de estudio.

El presente capítulo tiene como objetivo cuantificar los efectos que tienen un grupo de variables sobre las dos variables dependientes: el PIB per Cápita y la solicitud de Patentes por cada millón de habitantes a nivel nacional.

²⁷ Robert Solow

²⁸ Furman, Porte y Stern (2002)

3.2 ESPECIFICACIÓN DE LOS MODELOS Y METODOLOGÍA.

Con base en el marco teórico expuesto en el capítulo 1 y siguiendo el objetivo general de esta investigación, se especifican dos ecuaciones, la primera explica el crecimiento económico medido por el producto interior bruto per cápita y la segunda explica de qué manera se origina el desarrollo tecnológico, los modelos de crecimiento endógeno planteados en el capítulo 1 coinciden en la importancia que tiene dicho factor, uno de los propósitos de dichos modelos es hacer endógeno el desarrollo tecnológico.

Las ecuaciones se establecen de la siguiente manera: ²⁹

$$Y_t = F (Y_{t-1}, IECAP_t, IFSPCAP_t, H_t, A_t) \text{ (A)}$$

$$A_t = F (H_t, INVSUP_t, BECNVAS_t, SNIPEA_t) \text{ (B)}$$

Siendo:

Y_t : PIB per cápita

$IECAP_t$: Inversión extranjera directa per cápita.

$IFSPCAP_t$: Inversión Física del Sector Público Federal per cápita

H_t : Capital Humano aproximado por Años promedio de escolaridad

A_t : Variable tecnológica aproximada por las Patentes solicitadas por cada millón de habitantes

$INVSUP_t$: Inversión en educación superior como porcentaje de la Inversión total en educación.

$BECNVAS_t$: Becas nuevas nacionales del CONACYT.

$SNIPEA_t$: Investigadores SNI por cada cien mil de la PEA por entidad federativa.

²⁹ los resultados pueden incluir rezagos adicionales en las variables independientes

En la ecuación de crecimiento se estipula que el Pib per cápita es función de la inversión en capital físico, del capital humano y el desarrollo tecnológico, donde cada variable influye de la siguiente manera:

- a) La inversión en capital físico condiciona la dotación de capital por trabajador y la productividad. A mayor capital físico mayor productividad. (Temple, 1988)

- b) El capital humano también incrementará la productividad, esto será debido, en primer lugar, al mejor aprovechamiento de las dotaciones de capital físico, y en segundo lugar, el capital humano es un factor clave en el desarrollo de nuevas ideas las cuales pueden resultar en una innovación, con ello se permite conseguir un mayor nivel en el producto (Romer, 1990)

- c) El desarrollo tecnológico permite que los recursos disponibles sean más productivos, al desarrollar formas más eficientes de combinar los recursos y los factores, de esta manera, las nuevas tecnologías permiten alcanzar incrementos sucesivos en la intensidad del factor capital, además, la inversión en tecnología incentiva a realizar inversiones adicionales en capital físico y humano, incrementando el efecto sobre el crecimiento (Romer, 1990).

En el capítulo anterior, las variables a utilizar presentaron correlaciones lineales positivas que van de moderadas a muy altas³⁰ mostrando la gran relación que existe entre ellas, esta situación es útil al momento de describir un cierto grado de relación entre las variables, sin embargo, las correlaciones elevadas suelen causar

³⁰ un valor de r entre: indica una relación: (Cohen, 1988),
0 y .20 muy baja,
.20 y .40 baja
.40 y .60 moderada
.60 y .80 apreciable, más bien alta
.80 y 1 alta o muy alta

problemas de multicolinealidad (Gujarati 2002) además que el periodo de estudio es relativamente corto para obtener coeficientes adecuados (Mejores Estimadores Linealmente Insesgados), por lo tanto, la metodología a utilizar para calcular los coeficientes nacionales es un modelo econométrico de *panel de datos o datos longitudinales*, la cual tiene como principales ventajas capturar la heterogeneidad individual no observable entre las diferentes entidades federativas, menos colinealidad entre las variables y mas grados de libertad, mejor capacidad de identificar y medir efectos que no son detectables en datos puros de sección cruzada o de series temporales y también mejor capacidad de análisis en comportamientos más complicados.(Baltagi 2001)

Esta metodología se utiliza para la ecuación del PIB per cápita y para la ecuación de desarrollo tecnológico, con sus respectivas variantes en cada caso. Cada variable es una matriz de 9 x 32 con 288 elementos cada uno, el panel está fuertemente balanceado y no hacen falta observaciones (9 por el periodo de estudio 2000–2008 y 32 por cada entidad federativa excluyendo el valor nacional).

Los datos de panel permiten enriquecer el análisis contemplando los datos de manera temporal y de sección cruzada a la vez, como parte de la heterogeneidad individual no observable, se pueden capturar tanto los efectos individuales específicos y los efectos temporales³¹, los efectos individuales específicos son aquellos que afectan de manera diferente a cada una de las entidades federativas y que no varían en el tiempo, los efectos temporales son aquellos que afectan por igual a todas las entidades federativas y que si varían en el tiempo, por ejemplo algún choque macroeconómico que afecte al país.

La especificación del modelo de datos de panel general es:

$$Y_{it} = \alpha_i + X_{it} \beta + U_{it} \quad (1)$$

Donde $i = 1 \dots N$ y $t = 1 \dots T$

³¹ Pindyck y Rubinfeld (1994).

Para el presente análisis “ i ” es cada entidad federativa y “ t ” es el año en cuestión (N=32 T=9), α es un vector columna de interceptos (32) y β es un vector columna de K coeficientes (K= número de variables explicativas)

Otra manera de especificar el modelo es por su término de error “U”: (Baltagi 1999)

$$U_{it} = \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

μ representa los efectos individuales específicos (efectos no observables que sí varían entre las entidades federativas pero que no varían en el tiempo).

δ son los efectos temporales (efectos no observables que sí varían en el tiempo pero no entre las entidades federativas).

ε es el término de error puramente aleatorio.

Tomando el supuesto de que el panel de datos a utilizar no tiene efectos temporales de gran relevancia³² se puede asumir que $\delta = 0$, por lo que se tienen 3 opciones para asumir el componente de error que queda (μ_i).

El caso más sencillo es el que considera al $\mu_i = 0$, es decir, no existe heterogeneidad no observable entre las entidades federativas (recordando, no existen efectos que repercutan de manera diferente a cada una de las entidades federativas y que no varían en el tiempo). Dado lo anterior, los U_{it} satisfacen todos los supuestos del modelo lineal general, por lo cual el método de estimación de mínimos cuadrados ordinarios produce los mejores estimadores lineales e insesgados.

La segunda posibilidad consiste en suponer a μ_i un efecto fijo y distinto para cada entidad federativa. En este caso, la heterogeneidad no observable se incorpora a la constante del modelo, este modelo contempla interceptos diferentes, pero los coeficientes (pendientes) son las mismas en cada entidad federativa.

³² Debido a esto se estableció que el marco temporal de la investigación fuese hasta 2008, debido al choque macroeconómico que vivió México en el 2009.

La tercera alternativa es tratar a μ_i como una variable aleatoria no observable que varía entre las entidades federativas pero no en el tiempo.

Es de suponerse que al establecer los modelos presentados al inicio de la sección se esté incurriendo en un sesgo de especificación por variable omitida grave, sin embargo, excuso este problema debido a la falta de información (a nivel estatal) que limita el uso de un mayor número de variables explicativas, por lo tanto, a manera de advertencia, la interpretación de los coeficientes deberá hacerse con cautela tomando en cuenta que los estimadores no son del todo insesgados, pero, podrán ser eficientes³³, para tener una mejor idea sobre la relación que guardan las variables explicativas con las variables a explicar se presentan los resultados según diferentes metodologías.

3.3 MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

En esta sección se presenta el método de estimación de la ecuación de crecimiento, así como la especificación a utilizar en cada caso y los principales resultados, los cuales apoyan claramente la hipótesis que motivaron este trabajo de investigación.

3.3.1 PROBLEMAS DE ESTIMACIÓN Y METODOLOGÍA

Recordemos que para el caso del modelo de crecimiento económico se establece el siguiente modelo, el cual examina el impacto en el PIB per cápita de un grupo de variables en un panel de datos que comprende 32 entidades federativas y 9 años (2000-2008)

$$y_{it} = \delta y_{it-1} + \beta_1 IECAP_{it} + \beta_2 IfSPCAP_{it} + \beta_3 H_{it} + \beta_4 A_{it} + \varepsilon_{it(3)}$$

En donde se expone que el PIB per cápita del periodo t depende de su valor rezagado un periodo t-1, de la inversión extranjera directa, de la inversión física

³³ Gujarati Econometría.

del sector público federal, de los años promedio de escolaridad y de las patentes solicitadas. Varios problemas econométricos pueden surgir de dicha ecuación (Mileva, 2007).

1. Los datos utilizados en econometría aplicada son típicamente de naturaleza no experimental, esto hace que la hipótesis de exogeneidad de regresores sea insostenible, las variables independientes en este caso son endógenas al modelo, debido a que la causalidad puede ir en ambas direcciones (del PIB per cápita a la IED y viceversa) estos regresores pueden estar correlacionados con el término de error.
2. Efectos individuales específicos que no varían en el tiempo (μ), tales como la geografía o la demografía estatal, pueden estar correlacionados con las variables explicativas. Retomando de la sección anterior:

$$U_{it} = \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

3. La presencia de la variable dependiente rezagada provoca autocorrelación.
4. El panel tiene una dimensión temporal más corta (9 años) que la dimensión estatal (32 entidades).

Un estimador que corrige estos problemas es el “Método Generalizado de Momentos de Arellano-Bond³⁴” (GMM), el cual transforma la ecuación 3 con primeras diferencias en:

$$\Delta y_{it} = \delta \Delta y_{it-1} + \beta_1 \Delta IECAP_{it} + \beta_2 \Delta IFSPCAP_{it} + \beta_3 \Delta H_{it} + \beta_4 \Delta A_{it} + \Delta \varepsilon_{it} \quad (4)$$

De esta manera los efectos fijos desaparecen (problema 2) ya que son invariantes en el tiempo:

$$\Delta U_{it} = \Delta \mu_{it} + \Delta \delta_{it} + \Delta \varepsilon_{it} \quad (5)$$

³⁴ Arellano, M. and S. Bond. (1991). Some tests of specification for panel data

Además, el rezago de la variable dependiente también está en primeras diferencias por lo que la autocorrelación se corrige (problema 3), al utilizar variables instrumentales en las variables explicativas endógenas el problema 1 se resuelve y finalmente, en paneles en los que la dimensión temporal es larga, el tiempo atenúa las relaciones con el término de error (Roodman, 2006) por lo que si fuera el caso no sería necesario usar el estimador GMM (problema 4).

El modelo Arellano-Bond ha sido ampliamente utilizado para aquellas situaciones que tengan pocos periodos de tiempo y numerosas observaciones de corte transversal, variables independientes que no son estrictamente exógenas, correlación con el error tanto pasado como actual, efectos fijos, Heterocedasticidad y autocorrelación entre individuos.

3.3.2 RESULTADO DE LAS ESTIMACIONES

En el cuadro 3.1 se presentan los resultados obtenidos según el estimador GMM³⁵, cada modelo presenta las mismas variables independientes, sin embargo, el número de rezagos (ya fueren especificados en la ecuación o utilizados como instrumentos de las variables) es lo que marca la diferencia entre ellos.

La elección de los rezagos en el modelo responde a dos razones, una empírica y otra teórica, en el caso empírico es importante recalcar que el número de instrumentos (rezagos) no debe ser mayor que el número de grupos (Roodman, 2006) para evitar la sobre identificación del modelo, además en este caso los periodos son muy pocos, por lo que al utilizar varios rezagos se tendría una pérdida de grados de libertad, por ello los rezagos utilizados como instrumentos para contrarrestar la endogeneidad de las variables independientes se dividen en dos, el primero utiliza 2 y 3 rezagos en todas las variables, el segundo utiliza 2 y 3 rezagos en la variable dependiente y 1 y 3 en las variables independientes.

³⁵ Existen dos estimadores GMM disponibles en Stata uno es XTABOND y otro escrito por Roodman (2006) XTABOND2, este último fue el utilizado para realizar las estimaciones debido a su flexibilidad. Para mayor detalle sobre este estimador ver.: Roodman, D. (December 2006). How to do xtabond2: an introduction to "Difference" and "System" GMM in Stata. Center for Global Development Working Paper Number 103.

DIAGRAMA 3.1 Modelos estimados, PIB per Cápita



En el caso teórico, es necesario tomar en cuenta el periodo entre la fecha de solicitud de una patente y su posible fecha de otorgamiento, periodo que según el Manual de Estadísticas de Patentes de la OCDE va de 3 a 5 años³⁶, por ello se incorporó un rezago de 3 periodos en la solicitud de patentes³⁷. Los rezagos presentes en los años promedio de escolaridad pretenden medir el efecto que tienen los niveles anteriores de capital humano en el actual nivel de producto.

Todos los resultados son consistentes, no presentan autocorrelación de segundo orden y se acepta de primer orden (lo que es correcto), no cumplen con el Test de Sargan (situación que es complicada en la mayoría de los modelos de panel dinámico), en el cual se busca la existencia de correlación serial en las perturbaciones, dado que ésta provoca que un estimador por variables instrumentales con variables retardadas como instrumentos no sea consistente. (Arellano y Bond, 1991), en este test la hipótesis nula es de no auto correlación, por lo que en los seis modelos se rechaza esta hipótesis, aceptando que existe autocorrelación de primer orden pero no de segundo orden, por otro lado, todos

³⁶ En ocasiones puede llegar a los 10 años según la misma fuente.

³⁷ Un rezago mayor sería deseable pero debido al marco temporal tan reducido no es recomendable.

cumplen con el Test de Hansen el cual es robusto a Heterocedasticidad y Autocorrelación, por lo que los instrumentos son válidos.

Cuadro 3.1
Resultados Modelo de crecimiento económico

Modelos de crecimiento								
1			2			3		
Variable	Unidad	Coefficiente	Variable	Unidad	Coefficiente	Variable	Unidad	Coefficiente
L.pibcap	(pesos)	0.67	L.pibcap	(pesos)	0.66	L.pibcap	(pesos)	0.67
<i>p value</i>		0.00	<i>p value</i>		0.00	<i>p value</i>		0.00
IEDCAP	(dólares per cápita)	3.28	IEDCAP	(dólares per cápita)	2.25	IEDCAP	(dólares per cápita)	3.27
<i>p value</i>		0.01	<i>p value</i>		0.09	<i>p value</i>		0.01
L.IFSPFCAP	(miles de pesos per cápita)	477.34	L.IFSPFCAP	(miles de pesos per cápita)	541.03	L.IFSPFCAP	(miles de pesos per cápita)	508.58
<i>p value</i>		0.03	<i>p value</i>		0.00	<i>p value</i>		0.02
3.PATSOLHABM	(patentes/millón de hab.)	119.94	3.PATSOLHABM	(patentes/millón de hab.)	128.93	3.PATSOLHABM	(patentes/millón de hab.)	121.43
<i>p value</i>		0.09	<i>p value</i>		0.08	<i>p value</i>		0.09
ESCOL	(años)	3,475.24	ESCOL	(años)	3,542.17	I2.ESCOL	(años)	3,096.87
<i>p value</i>		0.00	<i>p value</i>		0.01	<i>p value</i>		0.01
alue Test de Sargan		0	alue Test de Sargan		0	alue Test de Sargan		0
lues Test de Hansen		0.955	lues Test de Hansen		1	lues Test de Hansen		0.953
4			5			6		
Variable	Unidad	Coefficiente	Variable	Unidad	Coefficiente	Variable	Unidad	Coefficiente
L.pibcap	(pesos)	0.66	L.pibcap	(pesos)	0.68	L.pibcap	(pesos)	0.68
<i>p value</i>		0.00	<i>p value</i>		0.00	<i>p value</i>		0.00
IEDCAP	(dólares per cápita)	2.22	IEDCAP	(dólares per cápita)	3.35	IEDCAP	(dólares per cápita)	2.30
<i>p value</i>		0.09	<i>p value</i>		0.01	<i>p value</i>		0.08
L.IFSPFCAP	(miles de pesos per cápita)	562.38	L.IFSPFCAP	(miles de pesos per cápita)	526.30	L.IFSPFCAP	(miles de pesos per cápita)	578.03
<i>p value</i>		0.00	<i>p value</i>		0.02	<i>p value</i>		0.00
3.PATSOLHABM	(patentes/millón de hab.)	131.14	3.PATSOLHABM	(patentes/millón de hab.)	119.17	3.PATSOLHABM	(patentes/millón de hab.)	128.95
<i>p value</i>		0.08	<i>p value</i>		0.10	<i>p value</i>		0.08
I2.ESCOL	(años)	3,134.91	I3.ESCOL	(años)	2,758.93	I3.ESCOL	(años)	2,750.89
<i>p value</i>		0.01	<i>p value</i>		0.01	<i>p value</i>		0.02
alue Test de Sargan		0	alue Test de Sargan		0	alue Test de Sargan		0
lues Test de Hansen		1	lues Test de Hansen		0.955	lues Test de Hansen		1

Fuente: Elaboración Propia en Stata 11.0

En los seis modelos presentados, el PIB per cápita del periodo anterior (L.PIBCAP), la inversión física del sector público federal per cápita del periodo anterior (L.IFSPFCAP) y la escolaridad promedio (ESCOL) resultan significativas al 99% de confianza.

En cuanto a la inversión extranjera directa per cápita (IEDCAP), esta resulta significativa al 99% en los modelos en los que se utilizan dos y tres rezagos como instrumentos en todas las variables, para los casos en los que los rezagos se distribuyen, resulta significativa al 90%.

La solicitud de patentes por cada millón de habitantes rezagada tres periodos (L3.PATSOLHABM) resulta significativa en todos los casos al 90% de confianza, dado que los coeficientes sólo son significativos a ese nivel, es preciso aclarar que deben ser tomados sólo como referencia, esta advertencia se suma a la expuesta al final de la sección 3.2

3.3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El crecimiento económico es un proceso complejo en sí mismo que involucra una vasta cantidad de factores y a todos los sectores de la economía, por lo que proponer un modelo que represente este proceso es una tarea que siempre se verá incompleta, ya que a la fecha no existe un modelo de crecimiento económico “verdadero” (Hand Book of Economic Growth 2005).

Es importante resaltar que en la función de producción planteada en esta investigación, se tienen tres tipos de variables, las que representan el capital físico, la que representa el capital humano y la que representa el desarrollo tecnológico, como parte del primer tipo están: la Inversión extranjera directa (representando al capital privado) y la Inversión física del sector público federal (representando al capital público); como parte del segundo tipo esta los Años promedio de escolaridad y como parte del tercero, la Solicitud de patentes por cada millón de habitantes .

Analizando el primer grupo, para la IFSPF en todas las estimaciones se tiene un coeficiente positivo y significativo estadísticamente, por lo que es correcto decir que la inversión pública per cápita rezagada un periodo afecta de manera positiva al PIB per cápita actual. Tomando como referencia el modelo 1, el coeficiente de la

IFSPF representa que, manteniendo todo lo demás constante, un incremento de 114 mil millones de pesos³⁸ (este monto representa un 20 % del total gastado en el 2008) tendrá un incremento de 477 pesos en el PIB per cápita. Se ha reconocido en la teoría del crecimiento endógeno que la inversión pública complementa, en vez de desplazar a la inversión privada, ya que el estado no sólo provee bienes públicos o regula las externalidades negativas sino que provee la infraestructura necesaria para el crecimiento, además, la inversión pública tiene la capacidad de incidir de manera directa en la demanda agregada, por lo que de manera indirecta también afecta las expectativas del sector privado (Dornbush, 2001).

Para la IED, en todas las estimaciones realizadas el coeficiente es positivo y significativo. Tomando como referencia el modelo 1, el coeficiente de la IED per cápita representa que, manteniendo todo lo demás constante, un incremento de 114 millones de dólares³⁹ tendrá un incremento de 3.28 pesos en el PIB per cápita. Suponiendo el mismo nivel de IED que ingresó en el 2008, (26,948 miles de millones de dólares) el incremento total en el PIB per cápita debido a ese monto fue de sólo 771 pesos. Según las ideas de liberalización económica se pretende que la IED que arriba a México contribuya al crecimiento económico, con este resultado se confirma dicho planteamiento, sin embargo su aporte es bastante reducido, ya que la IED se ha caracterizado por estar enfocada al sector manufacturero de maquila interrumpiendo los encadenamientos productivos posibles debido a la importación de la mayor parte de los insumos, por lo que la industria local ha resentido los efectos de competir con empresas que disponen de insumos más baratos⁴⁰. Un efecto indirecto ha sido que al dinamizar las exportaciones, también ha incrementado las importaciones.

³⁸Equivalente a incrementar en una unidad la IFSPF per cápita, asumiendo una población de 114 millones de habitantes

³⁹Equivalente a incrementar en una unidad la IED per cápita, asumiendo una población de 114 millones de habitantes

⁴⁰Rosa Mendoza UAM Azcapotzalco, Ángeles Castro y Ortiz Galindo Escuela superior de Economía IPN, Pacheco López, Kent University

Al analizar los resultados de las variables del segundo y tercer grupo se cumple el objetivo general de esta investigación: *“Conocer el impacto mediante los coeficientes obtenidos a nivel nacional del capital humano y del desarrollo tecnológico en el crecimiento económico nacional”* y además, se comprueba la hipótesis planteada en un principio: *“El capital humano y el desarrollo tecnológico son factores que determinan en gran medida el crecimiento económico de México”*.

Se puede notar el gran efecto que tienen el capital humano y el desarrollo tecnológico en el nivel del producto per cápita, al presentar coeficientes positivos y significativos estadísticamente

Antes de analizar los resultados, es preciso recordar el artículo de Paul Romer esbozado en el capítulo uno, (donde la economía se divide en tres sectores, el desarrollo tecnológico es el núcleo del crecimiento económico y la tecnología es un bien no rival), para comprender que el intercambio entre el sector de investigación y el sector intermedio es el que permite la materialización de una patente en un nuevo producto (una innovación), una vez creado el nuevo conocimiento este se difunde por toda la economía sin que el inventor pueda evitarlo, son entonces, la derrama tecnológica y la fijación de precios debido al monopolio temporal, las características básicas para incorporar la tecnología en un modelo de crecimiento.

Como demuestran los resultados, en el caso de México el componente del desarrollo tecnológico tiene un gran aporte en el PIB per cápita, Tomando como referencia el modelo 1, el coeficiente de las patentes solicitadas por cada millón de habitantes representa que, manteniendo todo lo demás constante, un incremento de 114 solicitudes⁴¹ tendrá un incremento de 119.9 pesos en el PIB per cápita, esta cantidad de solicitudes representa un incremento de 16.64% del total solicitado en 2008. Por otra parte, si se realiza el mismo ejercicio con el coeficiente del capital humano se tiene que, manteniendo todo lo demás constante, un

⁴¹Equivalente a incrementar en una unidad la solicitud por cada millón de habitantes, asumiendo una población de 114 millones

incremento de 1 año en la escolaridad promedio nacional tendrá un incremento de 3,475 pesos en el PIB per cápita, tomando en cuenta que para el 2008 la escolaridad era de 8.47 años, el incremento de un año significa que en promedio, la población concluyera la educación secundaria (9 años). Analizando que en todo el periodo de estudio a nivel nacional sólo creció 0.9 años la escolaridad promedio, es claro que a corto plazo no será posible incrementar el PIBpc por esta vía.

3.3.3.1 IMPACTO EN EL PIB PER CÁPITA

Una mayor magnitud en el coeficiente no implica necesariamente un mayor impacto en la variable dependiente. Si bien los coeficientes obtenidos muestran una aproximación del efecto que tendría incrementar en una unidad la variable independiente en la variable dependiente, es importante destacar que estos resultados no develan una verdad absoluta ya que están sujetos a una gran cantidad de supuestos⁴². Estando consciente de ello, en esta sección se pretende utilizar los coeficientes obtenidos en el modelo 1 para conocer el impacto que tiene cada variable en el PIBpc, para ello es necesario incorporar algunos supuestos restrictivos, por lo que los resultados deben ser tomados con cautela, recordando que solo aproximan la relación existente entre las variables. De manera concreta, se pretende conocer que impacto tendría en el PIBpc un incremento de 114 mil millones de pesos⁴³ (con el fin de homologar el impacto) ya fuese en IEDpc⁴⁴, IFSPFpc⁴⁵ o en Escolaridad⁴⁶.

⁴² Estadísticos como teóricos, además cada variable es una representación de lo que teóricamente se propone.

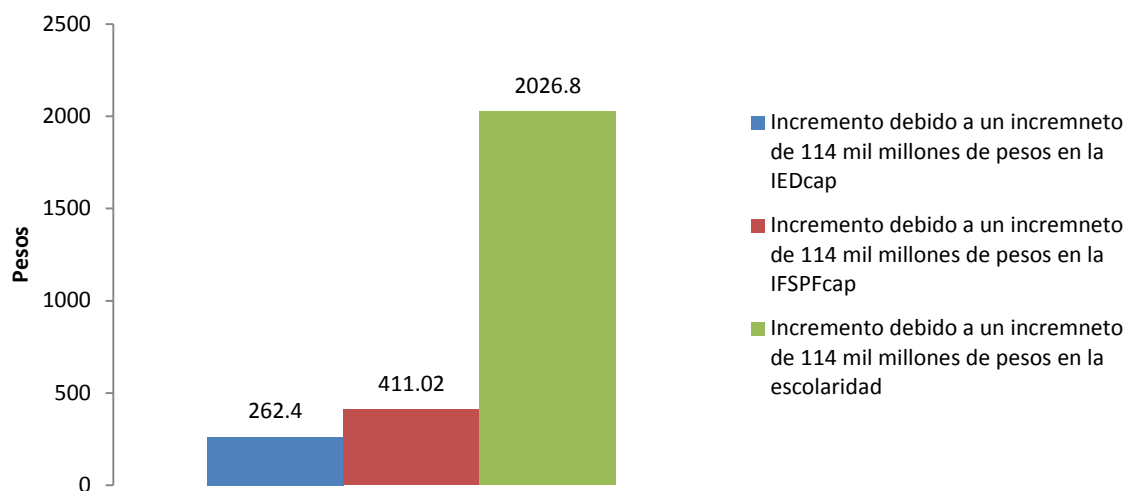
⁴³ Proporcional al 1.36 % del PIB nacional 2010

⁴⁴ Suponiendo un tipo de cambio de 12.5 y una población de 114 millones de habitantes

⁴⁵ Se eligió este monto ya que representa el incremento en una unidad en la IFSPF per cápita suponiendo una población de 114 millones de habitantes.

⁴⁶ En este caso se supone que la inversión en servicios educativos es el único factor que afecta la escolaridad, en regresión simple usando los valores nacionales se obtuvo: $Escol_t = 6.5161 + 6E-12SerEduc_t$, con un $R^2=0.92$, por lo que un incremento de 114 mil millones de pesos, incrementa en 0.58 los años promedio de escolaridad

Gráfico 3.1 Incremento en el PIBpc debido a un incremento igual en las variables.



Fuente: Elaboración propia con base en los coeficientes del modelo 1

Con base en los resultados expuestos un incremento de 114 mil millones de pesos afecta de manera distinta el PIBpc según cada variable, el modelo sugiere que invertir en capital humano tiene un impacto mayor en el PIBpc que invertir en capital físico, por lo que es recomendable articular acciones que den prioridad al fomento del capital humano ya que está altamente vinculado al crecimiento económico, la población más educada utiliza el capital físico de forma más eficiente y logra introducir innovaciones en los procesos de producción, en México este proceso refleja menores resultados, dado que el capital humano nacional incrementa a un ritmo muy lento su nivel medio de educación.

Asumiendo que los coeficientes obtenidos representan el efecto de cada variable⁴⁷ en la variable dependiente, como un segundo ejercicio se propone calcular el monto necesario de IFSPF per cápita, IED per cápita, Patentes por cada millón de habitantes ó Años promedio de escolaridad para poder alcanzar un nivel determinado de producto per cápita, por ejemplo, manteniendo todo lo demás constante ¿Qué monto sería necesario en cada caso, para poder alcanzar el producto per cápita que tienen países como Corea, España o Chile?

⁴⁷ Con sus respectivas limitaciones

Cuadro 3.2
Rango de Incrementos necesarios para cubrir el diferencial en el PIB per cápita según los
coeficientes de los 6 modelos estimados

País	Pib per cápita 2010 (dólares constantes año base 2000)	Diferencial en dólares	Diferencial en pesos	Rango de Incrementos sugerido por los modelos para cubrir el diferencial			
				IEDCAP dólares per cápita	L.IFSPFCAP miles de pesos per cápita	L3.PATSOLHABM patentes solicitadas por cada millón de Habitantes	ESCOL años promedio de escolaridad
Corea	16,219.39	10,114.11	127,801.98	DE 38,146.1 A 57,488.5	DE 227.2 A 267.7	DE 974.5 A 1,072.3	DE 36.03 A 46.4
España	15,457.72	9,352.44	118,177.57	DE 35,273.4 A 53,159.2	DE 204.4 A 247.5	DE 901.1 A 991.6	DE 33.3 A 42.96
Chile	6,430.06	324.78	4,103.90	DE 1,224.9 A 1,846.04	DE 7.0 A 8.5	DE 31.2 A 31.2	DE 1.1 A 1.4
México	6,105.28						

Fuente: Elaboración Propia con base en World Bank Data bank, el tipo de cambio usado fue de 12.63 pesos por dólar según el Official exchange rate (LCU per US\$, period average) para el 2010.

En el cuadro 3.2 se puede ver el rango de incremento necesario con base en los 6 modelos estimados (manteniendo todo lo demás constante) que debería tener cada variable para cubrir el diferencial en el PIB per cápita que tiene México con relación a ciertos países⁴⁸. De nuevo tomando como referencia el modelo 1, se eligió Chile para ejemplificar los resultados debido a que la brecha que México tiene con ese país es de sólo el 7% del PIB per cápita en el 2010. Para dicho año, Chile tuvo un PIB per cápita de 80,909.06 pesos (6,430 dólares) y México de 77,146.31 pesos (6,105 dólares); lo que representó un diferencial de 4,103 pesos.

Para cerrar esta brecha y tomando como referencia los coeficientes del modelo 1, la primer posibilidad es incrementar en 1.18 los años promedio de escolaridad en México, esto gracias al elevado coeficiente que tiene la escolaridad en el PIB per cápita, este incremento en la escolaridad permitiría que México tuviera el mismo nivel que Chile y España (9.7 años).

La segunda posibilidad es incrementar en 1,252 dólares la IED per cápita ó lo que es lo mismo, 142,728 millones de dólares, este monto significaría incrementar en 7

⁴⁸ Corea es el tercer país de solicitud de patentes solo después de Japón y EUA, Brasil y Chile son junto con México los principales receptores de IED en América Latina.

veces el total ingresado en 2010. Esto es debido a la poca influencia que tiene la IED en el producto per cápita nacional.

La tercera posibilidad es incrementar 34.2 solicitudes de patentes por cada millón de habitantes ó lo que es lo mismo, incrementar 3,898 solicitudes (en 2007 las solicitudes de patentes de residentes nacionales en México fue de 641), esto significaría aumentar en 5.6 veces las solicitudes del 2007. En el grafico 3.1 se ve que de tener este incremento se estaría por encima de los valores de Chile (19.2 solicitudes).

La cuarta posibilidad es incrementar en 8.60 la IFSPF per cápita o lo que es lo mismo, un incremento de 918 mil millones en la IFSPF, este monto equivale a incrementar en 170% la IFSPF ejercida en el 2008 (540 mil millones aprox.)

En el caso de Corea y España el diferencial con estos países es muy grande, por lo tanto, para cerrar esta brecha y considerando los coeficientes de cualquiera de los modelos planteados, sería necesario generar grandes variaciones en cada una de las variables para cubrir la brecha, por esta razón, se necesitarían incrementos de más del 500% en la escolaridad y la IED, lo que resulta imposible e ilógico en el corto y mediano plazo. Como alternativa, se puede plantear que para alcanzar dichos niveles de vida es necesario un conjunto de acciones que articulen adecuadamente incrementos tanto en el capital físico, el capital humano y el desarrollo tecnológico. Hay un elemento rescatable del análisis con estos países, para alcanzar el nivel de PIBpc que tiene Corea utilizando los incrementos en las solicitudes de patentes, sería necesario incrementar en 1,065 las solicitudes de patente por cada millón de habitantes, este valor es bastante menor que el que presenta Corea (2,667.6), sin embargo, el nivel de México es de apenas 8 solicitudes por cada millón de habitantes.

3.4 MODELO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

Dado que este trabajo se enmarca en las teorías de crecimiento endógeno en esta sección se describen los resultados obtenidos de los determinantes del progreso tecnológico nacional. Al volver endógeno este componente al modelo, se puede tener un grupo adicional de variables que afectan de manera indirecta al crecimiento económico.

En esta sección se presentan algunas cuestiones en la estimación del modelo de desarrollo tecnológico, como también los principales resultados, cabe destacar que al tratarse de un panel estático este puede ser estimado ya sea por efectos fijos o por efectos aleatorios, en este caso, se presentan ambos casos.

A pesar de que un panel de datos permite enriquecer el análisis contemplando los datos de manera temporal y de sección cruzada, no está exento de presentar problemas comunes como la autocorrelación⁴⁹ o la Heterocedasticidad, en esta sección también son expuestos los resultados de las pruebas de dichos problemas, así como la corrección pertinente.

3.4.1 RESULTADOS PRELIMINARES EFECTOS FIJOS Y EFECTOS ALEATORIOS

Para los resultados obtenidos por efectos fijos (Cuadro 3.2) las variables escolaridad promedio (ESCOL), y los investigadores SNI por cada cien mil habitantes de la PEA (SNIPEA) resultan no significativas⁵⁰ estadísticamente para explicar la solicitud de patentes por cada millón de habitantes (PATSOLHABM).

La variable becas nuevas (BECNVAS) presenta el coeficiente más bajo del grupo con 0.001522, siendo significativo a un nivel de confianza del 90%.

⁴⁹ Para el presente modelo solo se evaluó la autocorrelación serial de primer orden

⁵⁰ De manera individual cada variable es contrastada en una prueba de hipótesis utilizando el estadístico “t” y teniendo como hipótesis nula que el valor del coeficiente es igual a cero, si el valor p excede .05 se acepta la hipótesis nula y la variable resulta no significativa estadísticamente

La variable inversión superior como porcentaje de la educación superior (INVSUP), es la única que resulta significativa⁵¹ del grupo de variables independientes, con un coeficiente de 0.06428, es decir, manteniendo todo lo demás constante, si se incrementa en un punto porcentual la inversión en educación superior como proporción del gasto total en educación, las patentes solicitadas se incrementarán en 0.06428 solicitudes por cada millón de habitantes o en 7.32 solicitudes, este resultado preliminar evidencia la importancia del financiamiento público en el desarrollo tecnológico.

Cuadro 3.3
Resultados Modelo de Desarrollo Tecnológico
Modelos de desarrollo tecnológico

Variable	Unidad	Coeficiente		
Modelo tecnológico		FIXED EFFECTS	RANDOM EFFECTS	PCSE, HETEROSKEDASTIC
PATSOLHABM	(patentes/millón hab.)			
ESCOL	(años)	0.413498	0.65125	1.277648
<i>p value</i>		<i>0.409</i>	<i>0.084</i>	<i>0</i>
INVSUP)	(porcentaje	0.0642867	0.08491961	0.1202936
<i>p value</i>		<i>0.008</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
BECNVAS	(becas)	0.001522	0.002009	0.002137
<i>p value</i>		<i>0.089</i>	<i>0.004</i>	<i>0</i>
SNIPEA	(Investigadores/cien mil PEA)	0.042807	0.048486	0.041441
<i>p value</i>		<i>0.228</i>	<i>0.026</i>	<i>0</i>
_cons		-1.772657	-4.3728	-10.03387
<i>p value</i>		<i>0.611</i>	<i>0.116</i>	<i>0</i>
Prob > F ó		0	0	0
Prob > chi2				
R-squared				0.63

Fuente: Elaboración propia con Stata 11.0

Para los resultados obtenidos por efectos aleatorios (Cuadro 3.3) todas las variables resultan significativas al 90%, si se asume el 95% de confianza, la variable ESCOL pierde significancia estadística. En esta segunda estimación los coeficientes de las variables independientes tienden a incrementarse en relación a los obtenidos por efectos fijos, la variable SNIPEA resulta significativa en el modelo, teniendo un coeficiente de 0.048, es decir, manteniendo todo constante,

⁵¹ Tomando un nivel de confianza del 95%

al incrementarse un investigador SNI por cada cien mil de la PEA, la solicitud de patentes se incrementará en 0.048 solicitudes por cada millón de habitantes, la variable BECNVAS también resulta significativa en esta segunda estimación teniendo un coeficiente de 0.002009, es decir, manteniendo todo constante, por cada beca nueva que el CONACYT otorgue, se incrementará 0.002 solicitudes de patentes por cada millón de habitantes o lo que es lo mismo, se incrementara en .228 solicitudes. Los valores presentados obtenidos son muy pequeños, sin embargo, resulta interesante conocer los valores exactos y aclarar el signo y la significancia estadística de cada variable.

3.4.2 EFECTOS FIJOS VS. EFECTOS ALEATORIOS

Según la metodología al estimar un panel de datos⁵² es necesario escoger entre alguno de los dos modelos anteriores (efectos fijos o efectos aleatorios), para este fin es utilizado el contraste de Hausman, el cual utiliza una prueba Chi-cuadrado con la hipótesis nula de que el modelo de efectos aleatorios es el que mejor explica la relación de la variable dependiente con las explicativas (Pindyck, 1994), por tanto se tiene la hipótesis alternativa de que el mejor método que se ajusta es el de efectos fijos. En el presente análisis la prueba de Hausman (Diagrama 3.2) tiene un valor p de 0.1640, por lo que no es posible rechazar la hipótesis nula y el modelo de efectos aleatorios es el que mejor ajuste presenta.

⁵² **Diagnóstico y Especificación de Modelos Panel en Stata 8.0**

Javier Aparicio y Javier Márquez
División de Estudios Políticos, CIDE

Diagrama 3.2 Prueba de Hausman

```
. hausman patsolfx patsolrndm
```

	---- Coefficients ----			
	(b)	(B)	(b-B)	$\sqrt{\text{diag}(V_b - V_B)}$
	patsolfx	patsolrndm	Difference	S.E.
escol	.0413498	.065125	-.0237752	.0328953
invsup	.642867	.8491961	-.2063291	.118043
becnvas	.0001522	.0002009	-.0000488	.0000556
snipea	.0042807	.0048486	-.0005679	.0027979

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(4) = (b-B)' [(V_b - V_B)^(-1)] (b-B)
 = 6.51
 Prob>chi2 = 0.1640

Fuente: Elaboración propia con Stata 11.0

3.4.3 DETECCIÓN DE AUTOCORRELACIÓN Y HETEROCEDASTICIDAD EN EL MODELO.

Una vez definido que el modelo de efectos aleatorios es el más adecuado, es necesario aclarar que en un panel de datos se asume que las perturbaciones tienen una varianza homocedástica y una correlación serial nula a través de los efectos aleatorios individuales. Estos quizá sean supuestos muy restrictivos para la mayoría de los casos en donde se aplica un panel de datos, por ejemplo, las unidades de sección cruzada (entidades federativas en nuestro caso) pueden variar en tamaño y como resultado presentar Heterocedasticidad, o también, en el caso de la inversión efectuada por las empresas, un shock en este periodo puede afectar la inversión en periodos siguientes y como resultado presentar autocorrelación serial de primer orden. Dadas las situaciones anteriores es importante verificar que el modelo no presente Autocorrelación ni Heterocedasticidad, si después de las pruebas realizadas se concluye que presenta alguno de estos problemas se procede a su adecuada corrección.

En el caso de la Autocorrelación, Wooldridge desarrolló una prueba que utiliza los residuales de una regresión de primeras diferencias, observando que si u_{it} no está serial mente correlacionado, entonces la correlación entre los errores u_{it} diferenciados para el periodo t y $t-1$ es igual a -0.5 . (Wooldridge, 2002). En realidad, la prueba consiste en probar esta igualdad bajo la hipótesis nula de No Autocorrelación serial de primer orden, para este caso en particular, utilizando el comando XT SERIAL en Stata el valor p es 0.1246 (Diagrama 3.3), por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula y el modelo no presenta Autocorrelación.

Para el caso de la Heterocedasticidad, se optó por utilizar el test de Breusch y Pagan para efectos aleatorios, en relación con este y otros test⁵³ que son frecuentemente usados para probar la Heterocedasticidad en un panel, los resultados son poco relevantes en la medición de la eficiencia, ya que la hipótesis nula de estas pruebas es de Homocedasticidad en la varianza de los residuos y como se expuso anteriormente, en los modelos de panel, el error está compuesto por dos términos y un componente puramente aleatorio :

$$U_{it} = \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

Por ello es que el rechazo de la hipótesis nula no se debe completamente a la Heterocedasticidad de la varianza del residuo. Para este caso en particular usando el comando XTTEST0 de Stata se obtiene un valor p de 0.000 (Diagrama 3.4) por lo que se rechaza la hipótesis nula y nuestro modelo presenta Heterocedasticidad.

⁵³ Según Greene (1997) el Test de White y de Goldfeld-Quandt son usados muy frecuente mente

Diagrama 3.3 Prueba de Wooldridge para Autocorrelación Serial de primer orden

```
. xtserial patsolhabcm escol invsup becnvas snipea, output
```

Linear regression

Number of obs = 248
F(4, 30) = 7.32
Prob > F = 0.0003
R-squared = 0.0255
Root MSE = .25093

(Std. Err. adjusted for 31 clusters in estado)

D.		Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	escol						
	D1.	.1443918	.072143	2.00	0.054	-.0029439	.2917274
	invsup						
	D1.	.5755239	.1970911	2.92	0.007	.1730103	.9780376
	becnvas						
	D1.	-.0000535	.0001138	-0.47	0.642	-.000286	.0001791
	snipea						
	D1.	.0039524	.0019647	2.01	0.053	-.00006	.0079648

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F(1, 30) = 2.496
Prob > F = 0.1246

Fuente: Elaboración propia con Stata 11.

Diagrama 3.4 Prueba de Breusch y Pagan para Heterocedasticidad en un panel de efectos aleatorios

```
. xttest0

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

      patsolhabcm[estado,t] = Xb + u[estado] + e[estado,t]

Estimated results:
-----+-----
      patsol~cm |      .2605488      .5104398
           e |      .038485      .1961759
           u |      .0671582      .2591489

Test:   Var(u) = 0
              chi2(1) =   378.31
              Prob > chi2 =   0.0000
```

Fuente: Elaboración propia con Stata 11.0

3.4.4 CORRECCIÓN MEDIANTE “ERRORES ESTÁNDAR CORREGIDOS PARA PANEL (PCSE)”

Efectuadas las pruebas pertinentes se concluye que el modelo de desarrollo tecnológico por efectos aleatorios presenta Heterocedasticidad, por lo tanto, es necesario un método de estimación que contemple y corrija este problema, utilizando el método de Errores Estándar Corregidos para datos de Panel (PCSE) se pueden estimar los parámetros del modelo lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios permitiendo que los errores estándar sean consistentes, en concreto, se busca que los errores estándar sean robustos al hecho de que cada entidad federativa tenga varianza distinta en el error y al hecho de que cada observación estatal esté correlacionada con las observaciones de otros estados en diferentes momentos del tiempo. (Beck y Katz, ,1995).

En la estimación resultante (Cuadro 3.3) todas las variables independientes resultan estadísticamente significativas (incluso a un nivel de confianza del 99%) presentando coeficientes más elevados que las dos estimaciones anteriores. Por ello estos resultados ya son ideales para el análisis y la interpretación.

3.4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

La variable que presenta el mayor coeficiente del grupo es ESCOL con un coeficiente de 1.277, por lo que, manteniendo todo lo demás constante, si se incrementa en un año la escolaridad promedio de la población, las patentes solicitadas se incrementarán en 145.5 solicitudes⁵⁴. La educación formal es la vía principal para la difusión y socialización del conocimiento⁵⁵, por lo tanto, para incorporar la nueva tecnología a los procesos nacionales y ampliar el acervo nacional de conocimientos con el fin de innovar, es indispensable que todos los sectores de la población puedan acceder a un nivel de escolaridad más elevado. Las sociedades que cuentan con una población más preparada tienen mayores posibilidades de comprensión y ampliación de su riqueza intelectual para innovar, razón por la cual la brecha económica entre países desarrollados y los que están en proceso de desarrollo, salvo algunas notables excepciones, se esté ampliando.

El resultado obtenido en la variable SNIPEA es de gran relevancia a pesar de ser de los más pequeños del grupo, ya que evidencia una relación muy escasa entre la solicitud de patentes y el SNI. Interpretando el resultado se tiene que manteniendo lo demás constante si se incrementa un investigador por cada cien mil de la PEA⁵⁶, las patentes se incrementarán sólo en 4.72*solicitudes. En México hay un número creciente, aunque insuficiente de personas dedicadas a actividades en CTI, con este coeficiente tan pequeño se muestra que México está aún lejos de llegar a los valores necesarios para que esas actividades contribuyan eficazmente a impulsar la competitividad y el crecimiento a través del desarrollo tecnológico. Una explicación para esto es que existen pocos incentivos para que los investigadores generen desarrollos tecnológicos, la mayoría de ellos están enfocados en la investigación básica y son pocos los que tienen vínculos con el sector productivo⁵⁷, por lo que el número de aplicaciones tecnológicas que puedan resultar en innovaciones es muy reducido. Este problema tiene que ver con

⁵⁴ *Todas las interpretaciones suponen una población total de 114 millones de habitantes.

⁵⁵ Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYTI), 2008-2012 CONACYT.

⁵⁶ El incremento sería de 500 investigadores suponiendo una PEA de 50 millones

⁵⁷ Programa Nacional de Innovación 2011.

muchos factores, desde el cultural hasta la forma en cómo está normado el SNI; en el Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores⁵⁸ en el artículo 4, donde se establecen las facultades y responsabilidades de los investigadores, en ninguna de las diez fracciones que lo componen se trata el tema de creación de patentes, este tema sólo es tratado en el artículo 40, donde se establecen los productos de investigación que serán considerados para decidir sobre el ingreso, reingreso o prórroga al SNI, es decir, las patentes son tratadas como un elemento burocrático y no como una obligación de los investigadores. En la Ley de Ciencia y Tecnología del país tampoco se menciona la creación de patentes como obligación del SNI, sin embargo, en los artículos 50, 51 y 52 se establecen las bases para los Fondos de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológica, en los cuales, los investigadores que laboren en centros públicos de investigadores que reciben este apoyo podrán participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico en conjunción con el sector privado y ser partícipes de un porcentaje en los beneficios generados, si este mismo esquema fuese aplicado al SNI el aporte de este grupo destacado de investigadores sería mayor en el desarrollo tecnológico.

La variable INVSUP cuenta con un coeficiente de 0.1220, recordando las estimaciones por efectos fijos y aleatorios, esta variable siempre fue significativa pero con coeficientes menores, en este caso, manteniendo todo lo demás constante, si se incrementa en un punto porcentual la inversión en educación superior como proporción del gasto total en educación, las patentes solicitadas se incrementarán en 13.90* solicitudes. Con base en estos resultados, incrementar la inversión en educación superior es un medio importante para incrementar el desarrollo tecnológico, y de esa manera incentivar el crecimiento económico nacional. Es importante tener en cuenta que la variable INVSUP representa una aproximación de los niveles reales de inversión en CTI a nivel estatal puesto que no existe información suficiente sobre las erogaciones que se realizan por entidad federativa, por lo tanto, es imprescindible la integración de la cuenta estatal de ciencia y tecnología para poder disponer de datos completos y reales sobre la

⁵⁸ Publicado el 21 de Marzo del 2008 en el Diario Oficial de la Federación.

inversión en CTI, actualmente la cuenta nacional de ciencia y tecnología subestima⁵⁹ la inversión que se realiza en las entidades federativas, de contar con mayor información se puede inferir que resultaría un coeficiente más elevado.

De manera adicional utilizando PCSE e incorporando dos rezagos temporales en la variable BECNVAS, los resultados del modelo mejoran⁶⁰ ligeramente, incrementando el valor de todos los coeficientes

$$\text{PatSol por millón de hab.}_t = 1.339072\text{Escol}_t + 0.1354646\text{InvSup}_t + 0.00241\text{BecPos}_{t-2} + 0.043657\text{SNI}_t \text{ por cada cien mil PEA}_t$$

$$R^2 = 0.634$$

De esta manera se encontró que el efecto de invertir en capital humano mediante el otorgamiento de becas de posgrado, incrementará la solicitud de patentes aproximadamente 2 periodos después. Interpretando este resultado, se tiene que, manteniendo todo lo demás constante si se otorga una beca nueva adicional, la solicitud de patentes se incrementará en 0.2747* solicitudes. Aparentemente es un valor muy reducido, sin embargo, de las variables analizadas anteriormente es la vía más sencilla de afectar positivamente el número de solicitudes de patentes, dada la dinámica evolución que ha tenido en el periodo.

Es importante recordar que la formación de recursos humanos de alto nivel mediante el otorgamiento de becas de posgrado ha tenido como objetivo básico la formación de científicos y tecnólogos que contribuyan al desarrollo del país, según un estudio del FCCYT⁶¹ se afirma que un escenario ideal, en el cual la formación de recursos humanos de alto nivel afectaría significativamente el desarrollo tecnológico, es donde una porción importante de ex becarios apoyados por CONACYT se ubicara en el sector productivo, sin embargo, en dicho documento

⁵⁹ PECYTI 2008-2012 CONACYT

⁶⁰ La bondad de ajuste del modelo pasa de .6300 a .6348, siendo este el mejor resultado obtenido al haber probado de uno a cinco rezagos en la variable BECNVAS.

⁶¹ Diagnostico de la política Científica, Tecnológica y de Fomento a la innovación en México (2000-2006)

también se afirma que existen pocos elementos que permitan dar seguimiento concreto al programa de becas, ya que no hay suficientes indicadores para ello. Ya fuese que el ex becario laborase en la academia ó en el sector productivo, si fuese posible instrumentar mecanismos que fortalezcan el vinculo entre ambos sectores sería posible generar innovación desde la academia, tal como el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey(ITESM) lo ha hecho desde el 2006, siendo dese ese año la institución privada que más solicitudes de patente ha presentado ante el IMPI⁶², una acción concreta de dicha institución fue la creación de las “Células de Incubación de Base Tecnológica” en donde se desarrolla una empresa de base tecnológica identificando una necesidad del mercado. Bajo este mecanismo la academia se vincula con el sector productivo y genera innovaciones.

Cuadro 3.4. Comparativo modelo PCSE, variable BECNVAS

Modelos de desarrollo Tecnológico			
Variable	Unidad	Coeficiente	
Modelo tecnológico		PCSE, HETEROSKEDA STIC	Rezago 2 peirodus variable BECNVAS
PATSOLHABM	(patentes/millón hab.)		
ESCOL	(años)	1.277648	1.339072
<i>p value</i>		0	0
INVSUP)	(porcentaje)	0.1202936	0.1354646
<i>p value</i>		0	0
BECNVAS	(becas)	0.002137	0.00241
<i>p value</i>		0	0
SNIPEA	(Investigadores/ci en mil PEA)	0.041441	0.043657
<i>p value</i>		0	0
_cons		-10.03387	-10.9859
<i>p value</i>		0	0
Prob > F ó		0	0
Prob > chi2			
R-squared		0.63	0.6348

Fuente: Elaboración propia con Stata 11.0

Continuando con el ejercicio planteado al final de la sección 3.3.3 pero modificando la pregunta central (¿Qué monto sería necesario en cada caso, para

⁶² Estudio Comparativo de la Universidades Mexicanas EXECUM, explorador de datos. <http://www.execum.unam.mx> consultado el 20 de septiembre 2012.

poder alcanzar las solicitudes de patente por cada millón de habitantes que tienen países como Corea, España, Chile o Brasil?) y tomando como referencia el mismo modelo, en el cuadro 3.5 se pueden ver los valores necesarios (manteniendo todo lo demás constante) que debería tener cada variable para cubrir el diferencial en solicitudes de patente por cada millón de habitantes que tiene México en relación a los países seleccionados

Cuadro 3.5
Incrementos necesarios para alcanzar las Patentes solicitadas por residentes por cada millón de habitantes según los coeficientes

País	Patentes solicitadas por cada millón de habitantes 2010	Diferencial	ESCOL años promedio de escolaridad	INVSUP Porcentaje de la inversión total en educación que es destinado a la educación superior	BECNVAS Becas posgrado	SNIPEA investigadores SNI por cada cien mil de la PEA
Corea	2667.58	265.92	1,985.85	19,630.17	1,103,399.53	60,911.03
España	77.40	6.9	51.54	509.49	28,638.08	1,580.91
Chile	19.17	1.08	8.05	79.59	4,473.61	246.96
Brasil	13.88	0.55	4.1	40.54	2,278.45	125.78
México	8.38					

Fuente: Elaboración Propia según datos de World Bank Data Bank.

Se elige a Brasil y Chile para ejemplificar los resultados, dado que con España y Corea el diferencial es enorme⁶³. Para el año 2010, Brasil tiene 13.9 solicitudes por cada millón de habitantes (2,705 solicitudes), Chile tiene 19.2 solicitudes por cada millón de habitantes (328 solicitudes) y México tiene 8.3 solicitudes por cada millón de habitantes (951 solicitudes), la primer posibilidad para cerrar la brecha en este caso es incrementar los años de escolaridad, para el caso de Brasil sería necesario incrementarse en 4.1 años, este dato es relevante ya que para alcanzar el nivel de solicitudes que tiene Brasil, México debería tener en promedio la educación media superior (12.6 años), cuando Brasil a penas tiene cubierta la educación secundaria (7.4 años). En el caso de Chile, el incremento debería ser de 8.05 años, es decir, casi el doble de lo que México tiene actualmente. Como se expuso en la sección anterior, a corto plazo esta medida es muy difícil de

⁶³ España representa 9.2 veces el valor de México y Corea representa 317.5 veces el valor de México

instrumentar bajo las condiciones que existen actualmente, en nueve años (2000-2008) México apenas incrementó en 0.9 años su nivel de escolaridad.

La segunda posibilidad es incrementar la inversión en educación superior como porcentaje del total invertido en educación, para alcanzar a Brasil el porcentaje debería de incrementarse en 40 puntos porcentuales, con lo que tomando como referencia el 2008, el monto debería representar el 62.2% del total invertido en educación. En el caso de Chile el incremento necesario para cerrar el diferencial es de 79.59 puntos porcentuales por lo que el monto de educación superior debería representar el 101.5% del total invertido en educación. Esta proporción ha tenido muy pequeñas variaciones a lo largo del periodo de estudio por lo que a corto plazo no se vislumbra un incremento sustancial.

La tercera posibilidad es incrementa el número de becas nuevas otorgadas por el CONACYT, en el caso de Brasil el incremento necesario seria de 2,278 becas, (es decir 16.5% más del total otorgado en 2009), con lo que el total seria de 16,381 becas, en el caso de Chile el incremento necesario seria de 4,473 becas, (es decir 31.7% más del total otorgado en 2009), con lo que el total seria de 18,576 becas. Este rubro resulta interesante ya que el incremento promedio en el periodo de estudio fue de 1,140 becas por año, por lo que en el corto plazo, afectar la solicitud de patentes por esta vía resulta posible y recomendable a comparación de las posibilidades anteriores.

La cuarta posibilidad es incrementar el número de investigadores SNI por cada cien mil de la PEA, en el caso de Brasil el incremento necesario seria de 125.78 investigadores por cada cien mil de la PEA ó 62,890 investigadores, por lo que tomando como referencia el 2009 serian necesarios 78,455 investigadores. En el caso de Chile el incremento necesario es de 246.96 investigadores por cada cien mil de la PEA ó 123,480 investigadores, igualmente tomando como referencia el

2009 el total necesario sería de 139,045⁶⁴, si bien el número de miembros del SNI ha crecido rápidamente (44% en el periodo de estudio) los incrementos necesarios evidencian que a corto plazo la solicitud de patentes no puede ser afectada sustancialmente por esta vía, sin embargo, es posible que a mediano plazo e instrumentando medidas de vinculación con el sector productivo pueda incrementar su efecto y sobre todo, que el marco normativo genere las condiciones necesarias para que los investigadores puedan realizar desarrollos tecnológicos orientados hacia el mercado.

3.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al inicio de la investigación se planteó como hipótesis la importancia que tienen tanto el desarrollo tecnológico como el capital humano en el crecimiento económico nacional, para ello se propuso un ejercicio econométrico con el objetivo de respaldar con evidencia empírica dicho argumento, con base en los resultados obtenidos, a continuación se enumeran las principales conclusiones:

1. El modelo econométrico propuesto en esta investigación resultó adecuado para explicar el crecimiento económico de México en el periodo 2000-2008. Además, las variables representativas del capital humano y del desarrollo tecnológico afectan de manera positiva al PIB per cápita de México
2. Se presentaron distintos modelos con el fin de mostrar que los resultados son robustos, ejemplificando el impacto de las variables explicativas en la variable dependiente tomando como base el modelo 1:

$$Pib\ per\ cápita_t = 0.67pib\ per\ cápita_{t-1} + 3.28IED\ per\ cápita_t + 477.34IFSPF\ per\ cápita_{t-1} + 119.94PatSol\ por\ millón\ de\ hab._{t-3} + 3,475.24Escol_t$$

⁶⁴ Estas cifras no pueden ser comparadas a nivel internacional ya que en cada país los criterios de admisión y la manera en que está estructurada la investigación científica es diferente.

3. Un detalle muy importante a resaltar es que la variable representativa del desarrollo tecnológico resultó significativa al 90% de confianza en todos los modelos presentados, por ello, el coeficiente deberá ser tomado con cautela comprendiendo las limitantes que esto implica. Otra de las limitantes fue la falta de variables que pudieran adecuarse a un modelo de crecimiento económico endógeno, por lo que tuvo que utilizarse variables proxy, sin embargo, este modelo resulta efectivo para identificar relaciones causales entre el grupo de variables independientes y el PIB per cápita, lo que resulta útil al momento de diseñar política pública.
4. Dentro de las principales virtudes de este modelo, se encuentra que: las variables tienen un impacto positivo en la variable dependiente (acorde a lo esperado), los problemas de estimación pudieron resolverse utilizando uno de los estimadores más utilizados en la literatura para los casos en los que un panel de datos dinámico contempla variables endógenas en las variables explicativas, el modelo recoge el impacto de las diferentes variables a través del tiempo y de las 32 entidades federativas, contemplando rezagos en las variables e incorporando la heterogeneidad no observable al análisis.
5. Cabe destacar que los modelos de crecimiento resultantes en este trabajo de investigación fueron los que mejor ajuste presentaron a los datos dentro de más de 50 posibles modelos, en los que se contemplaron diferentes rezagos, tanto teóricos como instrumentales, respetando el argumento teórico en todas las especificaciones. En la ecuación de crecimiento se probó la variable “Montos invertidos por Nacional Financiera a nivel estatal” como proxy de la inversión privada resultando no significativa en el análisis, una explicación es que un sector muy amplio del sector productivo no accede a este tipo de financiamiento, por lo que no recoge adecuadamente los montos de inversión. Dentro de los rezagos utilizados, la variable tecnológica adquirió significancia estadística al rezagarla 3 periodos, debido al tiempo en que una solicitud puede ser otorgada y posteriormente convertirse en una innovación

6. En el caso de la inversión privada se utilizó la IED como variable proxy (dada la falta de información), evidenciando una relación positiva con el PIBpc. La variable representativa de la inversión pública tuvo un aporte positivo y significativo en el modelo, por lo que se confirma la participación estatal como un elemento importante en el crecimiento, es necesario resaltar que este resultado, junto con un coeficiente elevado y positivo por parte del desarrollo tecnológico en el modelo, van acorde a los supuestos planteados por las teorías de crecimiento económico endógeno.
7. Se mostró bajo una serie de supuestos, que invertir en capital humano repercute de una mayor manera en el PIBpc que invertir en capital físico.
8. En la sección que muestra los incrementos necesarios para cubrir el diferencial que México presenta con un grupo de países seleccionados en materia de crecimiento económico, se pretendió contextualizar los resultados obtenidos en el modelo a un caso concreto, de esta manera fue posible notar con qué variables sería posible cubrir el diferencial a mediano plazo con el país más cercano (Chile). La IED Y LA IFSPF se presentan como alternativas no viables en el mediano plazo, ya que los incrementos necesarios en estas variables representan un incremento de más del 100% del valor obtenido en 2008 para ambos casos. Para la variable representativa del desarrollo tecnológico la situación es similar, ya que para cubrir el diferencial es necesario incrementar en más de 5 veces el valor obtenido en 2008, por esta razón y contemplando el coeficiente positivo que sugiere el modelo para esta variable, es necesario incrementar el número de solicitudes de patente en el país. La variable representativa del capital humano se presenta como la alternativa más viable en el mediano plazo, ya que solo con incrementar en aproximadamente 1 año la escolaridad promedio en el país, sería cubierto el diferencial en el producto per cápita.

9. Para el caso del modelo de desarrollo tecnológico se encontró que las variables utilizadas en el modelo (contemplando las características sugeridas por la literatura), resultan positivas y significativas estadísticamente al 99 % de confianza. En este modelo acorde a las pruebas estadísticas pertinentes se trató la heterogeneidad no observable como una variable aleatoria, el modelo inicial presentaba heterocedasticidad, por lo que tuvo que estimarse un modelo que corrigiese los errores estándar y emitiera estimadores eficientes. Incorporando un rezago de 2 periodos en las variables BECNVAS la bondad de ajuste del modelo mejora ligeramente, así como el valor de los coeficientes se incrementa en todas las variables, la ecuación final es la siguiente⁶⁵:

$$PatSol \text{ por millón de hab.}_t = 1.339072Escol_t + 0.1354646InvSup_t + 0.00241BecPos_{t-2} + 0.043657SNI \text{ por cada cien mil PEA}_t$$

$$R^2 = 0.634$$

10. Al igual que en el modelo de crecimiento, en el modelo de desarrollo tecnológico se probaron más de 25 modelos, ya fuese utilizando efectos fijos o efectos aleatorios e incorporando más variables en la especificación. Las variables utilizadas que no resultaron significativas en el análisis fueron:

- “Montos de los fondos mixtos CONACYT por entidad federativa”, esta variable presenta bastantes deficiencias ya que solo en un año del periodo de estudio (2008) presenta valores para todas las entidades federativas.
- “Cobertura en educación superior, incluyendo posgrado” el hecho de que no resulte significativa puede deberse al hecho de que no toda la población escolar inscrita concluye la educación superior, por lo que no refleja adecuadamente la proporción de profesionistas dedicados a la investigación a nivel estatal.
- “Empresas incorporadas al SIEM”, en su mayoría son Pymes dedicadas al sector servicios, por lo que con base al modelo no son relevantes en la solitud de patentes en el país.

⁶⁵ Las unidades de cada variable pueden consultarse en el cuadro 3.4

- “Empresas con certificación ISO 9001 “En este caso la variables sí resulta significativa al 90% con un coeficiente de 0.00212, sin embargo, al incorporar esta variable la bondad de ajuste del modelo disminuye de 0.6348 a 0.553, por lo que se omitió del mismo. Este resultado enuncia una posible relación positiva con la solicitud de patentes por parte de las empresas con certificación ISO, mostrando que este tipo de empresas pueden intervenir para incrementar el desarrollo tecnológico nacional.

11. El capital humano tiene un efecto relevante en el modelo de desarrollo tecnológico. Este resultado sugiere que además de afectar de manera directa al crecimiento económico, también lo afecta de manera indirecta al ser un determinante importante de la variable representativa del desarrollo tecnológico.

12. El modelo sugiere que el impacto de los investigadores del SNI es de los más pequeños del grupo de variables, evidenciando la escasa relación que tiene el SNI con la solicitud de patentes nacional, una explicación son los pocos incentivos que tiene este sector para patentar, derivado de los sistemas de evaluación, del marco normativo que regula este sistema y a la falta de vinculación que existe con el sector productivo.

13. La Inversión en educación superior resultó ser un componente positivo y significativo, demostrando nuevamente la importancia del Estado en el análisis, sin embargo, también se presenta nuevamente el problema de la carencia de información a nivel estatal ya que esta variable solo representa una aproximación de los niveles reales de inversión en CTI, por lo que mejorar la disponibilidad en la información en esta materia es necesario para disminuir el sesgo en las investigaciones.

14. Para las becas de posgrado, el coeficiente obtenido es el más pequeño del modelo, sin embargo, dado el comportamiento que esta variable ha tenido en los últimos años, incentivar el desarrollo tecnológico por esta vía resulta la manera más viable en el corto plazo.
15. Para la sección en la que se presentan los incrementos necesarios para cubrir el diferencial con el país más cercano (Brasil) en materia de desarrollo tecnológico aproximado por el número de patentes solicitadas, se encontró que la variable de capital humano (escolaridad) no es un elemento viable a corto plazo, lo mismo sucede con la inversión en educación superior, ya que para cubrir el diferencial, sería necesario destinar el total invertido en educación solamente en educación superior. Como se mencionó en líneas anteriores, el modelo sugiere que las becas de posgrado son una manera eficiente a corto plazo para incrementar sustancialmente el desarrollo tecnológico.

En concordancia con los resultados obtenidos, se presentan algunas recomendaciones, cabe destacar que estas propuestas coinciden con las recomendaciones planteadas por la OCDE (*Perspectivas OCDE: México Políticas Clave para un Desarrollo Sostenible 2010*) en materia de crecimiento económico:

1. Incentivar los años promedio de escolaridad de la población e incrementar el número de becas de posgrado son medidas que afectarían directa e indirectamente el crecimiento económico a corto-mediano plazo. La escolaridad en México es de las más bajas en relación a los países de la OCDE, el hecho de que en México exista un bajo nivel escolaridad responde a dos problemas principales, primero, el costo de oportunidad que tiene el estudiante al elegir seguir con sus estudios, ya que en ocasiones la economía familiar los obliga a ingresar pronto al mercado laboral y segundo, el exceso de demanda que existe para cursar la educación media superior, a corto plazo quizá sea muy difícil incrementar los años promedio

de escolaridad que tiene México, pero es posible incrementar la calidad en la enseñanza e incrementar el apoyo económico a los estudiantes, lo cual tendría un efecto significativo. Para incrementar la calidad, la evaluación al magisterio y al alumnado debe ser rigurosa y periódica, aquello que no es medible no es corregible. Por otro lado, incrementar el número de becas para estudios de posgrado mostro tener un efecto positivo en el desarrollo tecnológico, sin embargo, sólo el 23% de la población en edad de estudiar una licenciatura o un posgrado lo está cursando, (llegando en algunos estados a 12%), por ello es necesario incrementar primero el número de estudiantes que llegan a la educación superior incrementado el apoyo en el nivel medio superior, incrementando el número de becas otorgadas a este nivel y cubriendo el exceso de demanda existente.

2. Es necesario incrementar el impacto que tiene el SNI en el desarrollo tecnológico por lo que es necesario modificar el reglamento vigente del SNI para que el patentamiento sea una actividad medular en sus obligaciones, además, es necesario crear mejores programas de vinculación entre la comunidad científica que labora en la academia y la empresa. por ejemplo, replicando el modelo de vinculación de algunas instituciones de educación superior privadas en instituciones públicas, de esta manera el efecto del SNI en el desarrollo tecnológico podría ser mayor.
3. En cuanto a la IED, para incrementar su impacto es importante que esta fluya de forma tal que pueda crear cadenas productivas con la industria nacional, para que complemente e impulse la producción y no para que expulse a la inversión local. Para lograr esto es importante identificar los sectores donde se requiere inversión complementaria y crear programas de incentivos para captación de inversión en estos sectores.
4. Se hace patente la necesidad de diseñar política pública que fomente el crecimiento económico de México mediante una estrategia integral; el

modelo hace evidente que es poco viable tener grandes efectos en el crecimiento económico fomentando una variable de manera aislada, sin embargo, si se hace una adecuada combinación de estrategias, sería más factible que en un menor tiempo y con el uso eficiente de recursos, podamos acotar la brecha que tenemos con respecto a otros países.

Considerando los resultados obtenidos en esta investigación, se hace evidente la conveniencia de impulsar el crecimiento económico del país mediante el desarrollo tecnológico y el capital humano, por lo que es necesario generar la política pública adecuada para que el impacto sea el mayor posible.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghion, P. y Durlauf, S., editores (2005). *Hand Book of Economic Growth*, Elsevier.
- Aghion, P. y Howitt, P., (1998). *Endogenous Growth Theory*, MIT. Press, Cambridge, MA.
- Aparicio J., (2005). *Diagnóstico y Especificación de Modelos Panel en Stata 8.0*, División de Estudios Políticos, CIDE.
- Arellano M. y Bond. S., (1991). *Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations*. The Review of Economic Studies, 58. pp. 277 – 297.
- Baltagi, B., (1995). *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons.
- Barro, R. y Sala-I-Martin, X., (1995). *Economy Growth*, Mc-Graw Hill, Madrid.
- Benhabid, J. y Spiegel, M., (1992). *The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data*, Working paper, October 1992.
- Bloom, D. y Mahal, A., (1995). *Does the Aids Epidemic Really Threaten Economic Growth?*, NBER, Working Paper No. 5148, 29 p.
- Cardona, Marleny y Osorio, (2003). *La gestión empresarial del desarrollo desde la transferencia tecnológica, las redes y las competencias laborales*, Universidad EAFIT, Medellín-Colombia.
- Castro, A. y Galindo, O., (2011). *The effects of trade and foreign direct investment on inequality. do governance and macroeconomic stability matter?*, Economía Mexicana.
- Cohen, J., (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* , 2 ed, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (CONACYT). *Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYTI)*, 2008-2012.
- Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (CONACYT). www.conacyt.mx
- Corona, T., (2005). *México: el reto de crear ambientes regionales de innovación*, CIDE-FCE México, 143 pp.
de Investigación y Desarrollo Experimental, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

Destinobles, A., (2001). *El Capital Humano en las Teorías de Crecimiento Económico*, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Esquivel, G, (1999). *Convergencia Regional en México, 1940-95*. El Trimestre Económico, Vol. LXVI, no. 264, Octubre-Diciembre, 1999, pp. 725-61.

Fisher S.y Dornbusch R. y Startz, R, (2006). *Macroeconomía*, McGraw-Hill,.5 ed.

Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (FCCyT), (2007). *Diagnostico de la Política Científica, Tecnológica y de Fomento a la Innovación 2000-2006*.

Furman, J.L. y Porter, M.E. y Stern, S., (2002). *The determinants of national innovative capacity*, Research Policy, nº 31, pp. 899-933

Guellec, D. y B. van Pottelsberghe (2000). *Applications, Grants and the Value of Patents*, Economic Letters 69, pp 109-114.

Gujarati ,D., (2002). *Econometría*, Mcgraw-Hill, 5 ed, Nueva York.

Hernández, E., (2000). *La competitividad industrial en México*, México: UAM-Plaza y Valdés.

Hicks, N.,(1979). *Growth vs Classic Needs: Is There a Trade Off?*, World Development, vol. 7, pp. 985-994.

INEGI. (Varios años). *Anuario de estadísticas por entidad federativa*. www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/default.aspx

INEGI. Banco de Información Económica. www.inegi.org.mx/sistemas/bie

Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología, Varios años, CONACYT

Instituto Mexicano para la Competitividad, Índice de Competitividad Estatal 2010. www.imco.org.mx

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Censos económicos 2003 y 2008.

Instituto para el Desarrollo Técnico De las Haciendas Publicas (INDETEC), (2005).*Glosario de Términos para el Proceso de Planeación, Programación, Presupuestación y Evaluación en la Administración Pública*.

International Human Development Indicators. www.hdr.undp.org

International Organization for Standardization. www.iso.org

Inward and outward foreign direct investment, UNCTAD, UNCTADstat. unctadstat.unctad.org/.../reportFolders.aspx

Islam, N., (1995). *Growth Empirics: A Panel Data Approach*, Quarterly Journal of Economics, vol. 100, November, pp. 1127-1170.

Keynes, J. M., (1998). *Teoría General del Empleo, el Interés y el Dinero*, Biblioteca de Grandes Economistas del Siglo XX. Introducción y comentarios de José Antonio de Aguirre. Madrid: Ediciones Aosta

López Fernández, M., (2011). *Análisis de la capacidad de innovación regional: El caso español*, Revista Venezolana de Gerencia (RVG), Año 16. N° 54.

Malthus, T. R. ([1798] 1984), *Primer Ensayo sobre la Población*. Madrid, Alianza Editorial.

Mankiw N. G., Romer D. Y Weil D., (1992) *A contribution to the empirics of economic growth*, Quarterly Journal of Economics, nº 107(2), pp. 407-437.

Mileva, E., (2007). *Using Arellano – Bond Dynamic Panel GMM Estimators in Stata*, Fordham University.

Nelson, R. Y Phelps, E., (1966). *Investments in humans, technological diffusion and economic growth*, American Economic Review, Papers and Proceedings, nº 56 (2), págs. 69-75.

OCDE, (2002). *Manual de Frascati Propuesta de Norma Práctica para Encuestas*.

OCDE, (2009). *Manual de estadística de patentes*, Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

Pacheco-López, P., (2004). *The Impact of Trade Liberalization on Exports, Imports, the Balance of Payments and Growth: the Case of Mexico*, Studies in Economics, University of Kent.

Pindyck, R. y Rubinfeld, D., (1993). *Econometric Models & Economic Forecasts*. McGraw-Hill International Editions.

Primer informe de gobierno Felipe Calderón 2007, Anexo estadístico.

Quinto Informe de gobierno de Felipe Calderón 2011, Anexo estadístico.

Razin, A., (1976). *Economic Growth and Education: New Evidence*, Economic Development and Cultural Change, pp. 317-324.

Reportes del Sistema Educativo Mexicano (2009). Secretaría de Educación Pública

Ricardo, D., ([1821] 1985). *Principios de Economía política y Tributación*. Barcelona: Orbis.

Robles G., (1995). *El grado promedio de escolaridad: un ejemplo de integración de información en la práctica del analista de políticas públicas*, Gestión y Política Pública, vol. IV, núm. 2.

Romer, P., (1986). *Increasing Returns and Long-Run Growth*, Journal of Political Economy, 94, pp. 1002

Romer, P., (1990). *Endogenous Technological Change*, Journal of Political Economy, 98, 5 parte II, pp. 571-5102

Roodman D., (2006). *How to do xtabond2: an introduction to "Difference" and "System" GMM in Stata*. Center for Global Development Working Paper Number 103.

Rosa Mendoza, J., (2009). *Los desafíos de la política comercial ante la globalización de la economía mexicana*, Libro colectivo, Área de Integración Económica, UAM-Azcapotzalco.

Sala-I-Martin, (1994). *Apuntes de Crecimiento Económico*, Antoni Bosch.

Schumpeter, J., (1963). *Teoría del desenvolvimiento económico. Una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*, Fondo de Cultura Económica.

Secretaría de Economía. www.economia.gob.mx

Segundo Informe de Gobierno Vicente Fox 2002, Anexo estadístico.

Sexto Informe de gobierno de Vicente Fox 2006, pp. 190-191

Simón, B. y Aixala, J. y Giménez, G. y Fabro, G.,(2004). *Determinantes del crecimiento económico. La interrelación entre el capital humano y tecnológico en Aragón*, Universidad de Zaragoza.

Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM). www.siem.gob.mx

Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT). www.siicyt.gob.mx

Situación Financiera de los fondos CONACYT, Junio 2010.

- Smith, A., ([1776] 1988). *La Riqueza de las Naciones*, Barcelona: Oikos-tau
- Solano E., (2012). *El financiamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación: ¿es sólo cuestión de más dinero?*, Revista de Comercio Exterior Bancomext, Vol. 62 Num.3
- Solleiro, J., (2005). *Competitividad y sistemas de innovación: los retos para la inserción de México en el contexto global*, UNAM.
- Solow, R., (1976). *La Teoría del Crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Tapia G., (1995), *Gestión y Política Pública*, vol. IV, núm. 2, 1995.
- Temple, J., (1998). *Equipment investment and the Solow model*, Oxford Economic Papers, nº 50 (1), pp. 39-62.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). www.unctad.org
- Wheeler, D., (1980). *Human Resources Development and Economic Growth in Developing Countries: A Simultaneous Model*, World Bank Staff Working Paper, No. 407, 130 p.
- Wolff, E. N., (1994). *Technology, Capital Accumulation and Long Run Growth*, Edward Elgar Publishing Ltd, pp. 53-74.
- Wooldridge J. M., (2002). *Econometric analysis of Cross-section and Panel-data*, MIT Press, Cambridge.

