



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y RENDIMIENTOS DE LOS ACTIVOS
FINANCIEROS: UN ANÁLISIS DE LA MUESTRA QUE CONFORMA
EL ÍNDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES, PERIODO 2000-2013.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS ECONÓMICAS
(ECONOMÍA FINANCIERA)

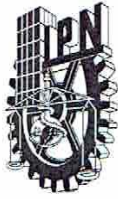
PRESENTA:

MARISOL GUADALUPE ÁLVAREZ GONZÁLEZ



MÉXICO D. F.,

NOVIEMBRE 2015



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F., siendo las 10:00 horas del día 28 del mes de octubre del año 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la SEPI ESE-IPN para examinar la tesis titulada:

Innovación tecnológica y rendimientos de los activos financieros: Un análisis de la muestra que conforma el Índice de Precios y Cotizaciones, periodo 2000-2013.

Presentada por la alumna:

Álvarez
Apellido paterno

González
Apellido materno

Marisol Guadalupe
Nombre(s)

Con registro:

B	1	3	0	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Ciencias Económicas


Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis


Dr. Francisco Venegas Martínez


Dr. Juan Marroquín Arreola


Dr. Humberto Ríos Bolívar


Dr. Ambrosio Ortiz Ramírez


Dr. Adrián Hernández del Valle



S.E.P.
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
/E.S.E.
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dr. Adrián Hernández Del Valle



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F., siendo las 10:00 horas del día miércoles 28 del mes de octubre del año 2015, el que suscribe Marisol Guadalupe Álvarez González alumna del Programa de Maestría En Ciencias Económicas, con número de registro B130425, adscrito a la SEPI ESE-IPN, manifiesta que es el autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Francisco Venegas Martínez y del Dr. Juan Marroquín Arreola y cede los derechos del trabajo titulado INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y RENDIMIENTOS DE LOS ACTIVOS FINANCIEROS: UN ANÁLISIS DE LA MUESTRA QUE CONFORMA EL ÍNDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES, PERIODO 2000-2013, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o director(es) del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Ixcateopan #246. Colonia Santa Cruz Atoyac. Delegación Benito Juárez. México D.F. (C.P.03310). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

M. EN C. (C) MARISOL GUADALUPE ÁLVAREZ GONZÁLEZ
Nombre y firma del alumno(a)

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño dedico esta tesis a mis Padres, que con su esfuerzo, amor y sacrificio siempre trataron de darme lo mejor. Por sus deseos, anhelos y sueños que depositaron en mí.

A mi padre Emilio Álvarez Godínez que nunca cuestionó mis decisiones y apoyo cada una de ellas, a ti padre que trabajaste siempre por nosotras, tus hijas.

A mi madre Guadalupe González Espinosa, por su responsabilidad, sus desvelos y su cuidado.

Gracias a ustedes, por regalarme la mejor infancia que pude tener, sus regaños y consejos, su amor incondicional y su paciencia, gracias por alentar mis sueños que ahora comienzan a realizarse, pero sobre todo por confiar y creer en mí, porque sin su amor y apoyo no sería la persona que soy.

Los amo mis viejitos hermosos.

Dedico esta tesis a mi mejor amigo y dueño de mi corazón, Miguel Ángel Martínez Guerrero, a quien conocí como compañero de clase y ahora es mi compañero de vida, gracias por tu amor, apoyo y comprensión. La confianza que me has brindado y el creer en mi capacidad, me han impulsado a terminar este proyecto, has sido una persona muy especial e importante en esta etapa de mi vida. TE AMO.

A mis peques, mis sobrinos y sobrinas a quienes amo como si fueran mis hijos, que con sus sonrisas y amor incondicional me motivan cada día, a mis hermanas y hermano que sin saberlo con sus errores y aciertos me han alentado a ser una mejor persona, mejor hija, mejor hermana, mejor estudiante y mejor amiga.

A ustedes, mi familia que ha sido un gran apoyo a lo largo de toda mi carrera y formación tanto como persona y como profesionalista, a ustedes les debo y agradezco la motivación a superarme.

Simplemente los amo.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada agradezco a Dios por poder concluir este reto, esperando con ansias muchos más.

Agradezco al Instituto Politécnico Nacional por abrirme sus puertas y permitirme entrar a un mundo lleno de conocimientos, amistades y oportunidades.

Al Dr. Francisco Venegas Martínez quien se ha ganado mi lealtad y admiración, pues su pasión por la investigación fue la inspiración y motivación para comenzar este reto, ha sido la influencia académica más positiva que podría tener, gracias por compartir sus conocimientos y por hacer de mi vida algo diferente con sus enseñanzas, platicas, consejos y apoyo en todo momento.

Agradezco al Dr. Juan Marroquín Arreola a quien admiro y respeto, gracias por su paciencia y dedicación, por su amistad, y sobre todo que en cada momento de duda estaba dispuesto detrás de su escritorio para apoyarme y ayudarme, gracias por sus comentarios y correcciones que fueron siempre lo mejor que podría brindarme. Gracias por compartir conmigo sus experiencias y conocimientos y sobre todo por confiar en mí.

A cada uno de los profesores que constituyeron parte de mi formación académica en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía, gracias por guiarme en los estudios y su entusiasmo por la investigación que me han transmitido, de igual forma agradezco a los profesores que no llegaron a impartirme alguna clase pero que se interesaban por mi trabajo.

Agradezco a los sinodales por el tiempo dedicado a este trabajo, por sus comentarios y correcciones para mejorarla.

Ha sido un privilegio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICAS	I
SIGLAS	II
GLOSARIO	III
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN	VII

CAPÍTULO 1. ASPECTOS TEÓRICOS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y RENDIMIENTOS DE LOS ACTIVOS FINANCIEROS

1.1. Teoría schumpeteriana acerca de la innovación tecnológica	1
1.1.1. Invención, innovación e imitación	3
1.1.2. Empresa y empresario	3
1.1.3. Capital desde el punto de vista de Schumpeter	4
1.2. Clases de innovación	5
1.2.1. Patentes y marcas	6
1.2.1.1. Patentes	7
1.2.1.2. Marcas	7
1.3. Ciclo de vida de las empresas, la innovación tecnológica y el mercado de capitales	8
1.4. Mercado de derivados y las opciones reales	10
1.4.1. Mercado de derivados	10
1.4.2. Opciones financieras	11
1.4.3. Opciones reales	11
1.4.3.1. Opciones de compra americanas	13
1.4.3.2. Precio de una opción de compra americana	13
1.4.4. Modelo de valoración del precio de los activos financieros (CAMP)	14

CAPÍTULO 2. LAS EMPRESAS Y LA LLEGADA DE ÉPOCAS TECNOLÓGICAS

2.1. Simplificación del modelo de Garleanu <i>et al.</i> (2012)	16
2.1.1. Supuestos	17
2.2. Extensión del modelo	19
2.2.1. Las empresas y los árboles	20
2.2.2. Los consumidores y las preferencias	22

CAPÍTULO 3. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EL MERCADO ACCIONARIO MEXICANO

3.1. Innovación tecnológica internacional	25
3.2. Innovación tecnológica en México	27
3.2.1. Fomento a la innovación tecnológica en México	27
3.2.2. Innovación tecnológica caso México	30
3.2.2.1. Patentes por empresa	36
3.3. Mercado accionario mexicano	39
3.3.1. El índice de precios y cotizaciones	41
3.3.1.1. Metodología	41
3.3.2. Comportamiento del precio de las acciones	43
3.4. Análisis del comportamiento del precio de las acciones respecto a las innovaciones tecnológicas.	46
3.4.1. Datos panel	47
3.4.2. Modelo	48
3.4.2.1. Análisis de resultados	49
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	56

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICAS

Cuadro 1. Innovaciones globales	25
Cuadro 2. Organismos promotores de la innovación tecnológica	28
Cuadro 3. Innovaciones/Inventos Mexicanos	31
Cuadro 4. Mercado financiero mexicano	39
Cuadro 5. Empresas emisoras pertenecientes a la muestra del IPC	43
Cuadro 6. Cuadro de resultados de la estimación del modelo	49
Figura 1. Ciclo de vida las empresas, la tecnología y su relación con el mercado de capitales	9
Figura 2. Patentes por empresa de 2000-2013	37
Figura 3. Comportamiento de los rendimientos de las emisoras del IPC datos mensuales de 2000-2013	45
Gráfica 1. Innovaciones globales 2000-2013	27
Gráfica 2. Principales titulares de patentes en México enero-junio 2013	32
Gráfica 3. Patentes 1995-2013	33
Gráfica 4. Total de patentes 1995-2013	34
Gráfica 5. Total de solicitudes 1995-2013	35
Gráfica 6. Total de registros 1995-2013	36
Gráfica 7. Comportamiento de los precios de las acciones 2000-2013	44

SIGLAS

ADIAT: Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico

AI: Academia de Ingeniería

AMC: Academia Mexicana de Ciencias

ANUIES: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior

BMV: Bolsa Mexicana y de Valores

CINVESTAV: Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico

CNA: Consejo Nacional Agropecuario

COMECOSO: Consejo Mexicano de Ciencias Sociales

CONACYT: Nacional Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CONCAMIN: Confederación Nacional de Cámaras Industriales

IMPI: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

IPC: Índice de precios y cotizaciones

IPN: Instituto Politécnico Nacional

MEXDER: Mercado mexicano de derivados

OTC: Mercado sobre mostrador

REDNACECYT: Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología

GLOSARIO

Acciones: una acción es un título el cual representa una parte proporcional del capital social de una empresa, la cual mediante su venta otorga un derecho de voz y voto dependiendo del tipo de acción.

Activo subyacente: es el instrumento financiero (por ejemplo, acciones, futuros, materias primas, divisas e índices) en el que se basa el precio de un derivado.

Árboles de Lucas: se denominan como cada unidad de capital, adoptando a la terminología del trabajo seminal de Lucas (1978).

Innovación: Schumpeter populariza el término, definiéndolo de manera muy sencilla en función de cómo se combinan materiales y fuerzas.

Marcas: es el nombre distintivo que hace que se identifique un producto o servicio, así como un derecho privado que conceden exclusividad de uso a su titular, mediante su validez judicial.

Mercado accionario: es un espacio físico donde se realizan operaciones de forma electrónica la emisión de acciones, en México las operaciones del mercado accionario se efectúan en la Bolsa Mexicana de Valores.

Mercado de derivados: se define como aquel donde se celebran contratos con instrumentos cuyo precio se determina por el valor de otros activos conocidos como activos subyacentes, este mercado tienen como función principal proveer instrumentos financieros de cobertura o inversión que fomenten una adecuada administración de riesgos (Banco de México).

Mercado financiero: es un foro, que mediante un conjunto de leyes, reglas e intermediarios, permite llevar a cabo negociaciones de oferta y demanda mediante la colocación títulos de crédito, los cuales proveen de inversión, financiamiento y cobertura a sus participantes.

Movimiento browniano: modela las variaciones normales que se observan todos los días.

Opciones americanas: son aquellas en las que su derecho de compra o de venta se puede ejercer en cualquier momento del tiempo de vida.

Opciones financieras: son instrumentos denominados derivados y sus características es que cuando se efectúan se establece un contrato, en el cual se otorga a su comprador el derecho, mas no la obligación ya sea de comprar o de vender el activo subyacente, este tipo de contratos estipulan una fecha preestablecida y un precio predeterminado.

Opciones reales: sirven como herramientas para las empresas, donde se aplican técnicas de valuación de opciones financieras, en su toma de decisiones sobre proyectos de inversión o estrategias de negocios cuando existe la flexibilidad u opcionalidad de tomar en el futuro nuevas decisiones relacionadas a los proyectos de inversión.

Patentes: es el derecho exclusivo que se concede sobre una invención, otorga la facultad a su titular de si su invención puede ser utilizada por un tercero o exclusivamente él.

Proceso de Poisson: modela las variaciones abruptas que suceden eventualmente, pero que seguramente aparecerán.

RESUMEN

Este trabajo analiza la relación del comportamiento de los precios de los activos, los cuales presentan ocasionalmente saltos bruscos e inesperados ya sea hacia arriba o hacia abajo y, las innovaciones tecnológicas y su impacto sobre las mismas.

Se examinan las características de la innovación tecnológica de manera general y particular, es decir, innovaciones a nivel internacional e innovaciones a nivel país, así como el comportamiento del mercado accionario mexicano, específicamente de un conjunto de ocho empresas que forman parte de la muestra del IPC y que han permanecido en dicha muestra durante el periodo de estudio (2000-2013).

Para ilustrar las relaciones entre los shocks de innovaciones tecnológicas y el rendimiento de los activos, se trabaja con un modelo de equilibrio general propuesto por Garleanu *et al.* (2012) añadiendo saldos monetarios reales y saltos de Poisson. Posteriormente se plantea y estima un modelo de datos panel para visualizar las relaciones e impacto entre dichas variables. Se utilizan bases de datos del Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI) para conocer el número de patentes por empresa y para los rendimientos de los activos se utilizan bases de datos de precios de los activos.

El modelo propuesto muestra que la relación entre la innovación tecnológica (patentes) tiene un efecto positivo sobre el precio de las acciones, y por lo tanto en su rendimiento, es decir, que hay patrones en la valoración de los activos alrededor de las innovaciones tecnológicas.

ABSTRACT

This paper analyzes and clarifies the relationship of the behavior of asset prices, which occasionally occur sudden and unexpected jumps, either up or down and the technological innovations and their impact on them.

The characteristics of technological innovation in general and particularly discussed, ie , innovations internationally and innovations at the country level , as well as the behavior of the Mexican stock market are analyzed , specifically a set of eight companies that are part of the sample IPC and have remained in the sample during the study period (2000-2013) .

To illustrate the relationship between the shocks of technological innovations and return on assets, working with general equilibrium model proposed by Garleanu et al. (2012) which leaves raised by adding real money balances and Poisson jumps. Subsequently we present and estimated a model of unbalanced panel to display the relationships between these variables and impact data. Databases of the Mexican Institute of Industrial Property (IMPI) are used to determine the number of patents per company and for asset returns database asset prices are used.

The proposed model shows that the relationship between technological innovations (patents) has a positive effect on the share price, and hence its performance, that is, that there are patterns in the valuation of assets of all technological innovations.

INTRODUCCIÓN

Una de las características importantes de los mercados accionarios es que éstos ocasionalmente presentan saltos bruscos e inesperados, ya sea hacia arriba o hacia abajo, en los precios y rendimientos de las acciones y, por ende, en los índices bursátiles que conforman, característica también de las innovaciones tecnológicas, por lo cual para encontrar la relación con las innovaciones nos orientamos hacia el ciclo económico, ya que el mercado bursátil está más atento a lo que pasará en el futuro que a lo que está ocurriendo en el presente, es decir, si el escenario macroeconómico que se prevé es mejor que el actual, la bolsa tenderá a subir. Si la economía crece, los beneficios de las empresas también crecerán, y por lo tanto aumentarán las cotizaciones de las acciones y sus rendimientos.

En este sentido, para que la actividad económica crezca, se necesita que las empresas que la conforman sean competitivas, y son el desarrollo de eventos tecnológicos relevantes, tales como la aparición de las computadoras personales, el internet, los microprocesadores, la telefonía móvil que engloba la red de telefonía y los teléfonos móviles (celulares inteligentes), y las innovaciones en capital fijo, expansión y fusión de empresas, lo que desempeña un papel crítico en la competitividad de las mismas.

En la década de los setentas se trabajó en la determinación de precios para los activos financieros. Para ello, Fisher Black y Myron Scholes (1973), desarrollaron un modelo sobre la dinámica estocástica del valor de un activo, y formularon la siguiente ecuación diferencial estocástica (Karatzas y Shreve, 1991)

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

donde μ es la tasa anualizada promedio de rendimiento, σ es la volatilidad anualizada y dW_t es un componente estocástico que satisface una distribución normal $N(0, dt)$. La ecuación anterior se conoce como movimiento geométrico browniano. Para el desarrollo de modelos estocásticos en el sector financiero y económico se debe suponer que las variables relevantes se comportan acorde con el movimiento propuesto por el Robert Brown (browniano) con saltos de Poisson, con estas herramientas se pueden modelar las decisiones de

consumo y la construcción de portafolios. El movimiento browniano modela las variaciones normales que se observan todos los días y el proceso de Poisson modela las variaciones abruptas que suceden eventualmente, pero que seguramente aparecerán.

Respecto a la innovación tecnológica que es uno de los principales puntos para el éxito en la competitividad sectorial del país y el progreso de las empresas, depende de la eficacia y eficiencia en que los conocimientos científicos y técnicos son incorporados como productos o servicios a disposición de las sociedades.

En el siglo XX J. A. Schumpeter economista austriaco y nacionalizado americano, en su Teoría del Desarrollo Económico introdujo dos temas fundamentales respecto a la innovación: una, como la introducción de nuevos productos y métodos de producción, la apertura de nuevos mercados, el desarrollo de nuevas fuentes de materia prima u otros insumos, o bien creación de nuevas formas de organización industrial, y dos, como un requerimiento de un acto emprendedor, de esfuerzos para romper con la estática económica, las innovaciones exitosas desplazan tecnologías inferiores, a este proceso Schumpeter lo denominó como el “proceso de la destrucción creadora”.

Las empresas innovan para mantener su composición competitiva así como para hacerse de ventajas competitivas e invierten esperando ganancias de dichas inversiones. En este sentido la razón por la cual invierten en innovación es la búsqueda de rentas. Sin embargo, la innovación tecnológica genera externalidades, en forma de beneficios que también fluyen a otras entidades distintas a aquella que realizó la inversión requerida en investigación y desarrollo. Schumpeter establece que el empresario es el artífice del proceso de cambio tecnológico que genera el desarrollo del sistema capitalista. Este proceso de cambio se produce en 3 fases: la invención, la innovación y la imitación, la fase de innovación es la que interesa a la investigación.

La investigación busca conocer y determinar la relación y efectos de las innovaciones tecnológicas con el comportamiento del precio y/o rendimiento de los activos financieros de un conjunto de empresas que forman parte de la muestra del IPC que ha prevalecido en el periodo 2000-2013.

Al inicio de la investigación se cuestionan diversos puntos, los cuales ayudaron a la especificación del objetivo principal y sus objetivos particulares, las preguntas son las siguientes:

1. ¿Qué relación guardan las innovaciones tecnológicas con el comportamiento de los precios de los activos y por tanto en el comportamiento de los rendimientos?
2. ¿De qué manera afectan los saldos monetarios reales a los precios de los activos, cuando existe preferencia por la liquidez por parte de los consumidores en épocas de innovación tecnológica?
3. ¿El comportamiento observado en los rendimientos de las acciones y la innovación tecnológica son congruentes con la teoría?

Por lo anterior, este trabajo de investigación tiene como objetivo principal explicar a través de un modelo cómo los precios de los activos de las acciones que se cotizan y negocian en la Bolsa Mexicana de Valores, (específicamente de una parte de la muestra del IPC), tienen un comportamiento particular cuando hay innovaciones tecnológicas. Comportamiento que se refleja en los rendimientos de los activos.

Específicamente se busca

1. La incorporación de saltos de Poisson y los saldos monetarios reales en periodos de auge tecnológico al modelo de equilibrio de Garleanu, Panageas, y Jianfeng-Yu (2012).
2. Verificar la relación entre las innovaciones tecnológicas y los precios de los activos y, que este comportamiento sea congruente con los resultados teóricos obtenidos a través del modelo propuesto.
3. Realizar la calibración y aplicación del modelo propuesto para el caso mexicano.

Por lo que la hipótesis del trabajo de investigación es que cuando aparecen innovaciones tecnológicas, se tiene un efecto positivo respecto a los precios de los activos de las acciones que se cotizan en la BMV (específicamente de una parte de la muestra que conforma el IPC), siendo el patrón de los rendimientos a la alza, y al incorporar los saldos monetarios reales, la preferencia de liquidez de los consumidores tendrá una relación inversa.

El estudio se aplicará a empresas que cotizan en la BMV, específicamente a las empresas que han prevalecido por más años en la muestra del IPC. El periodo que se aborda es de 2000 a 2013, esto debido a que la información que se requiere para la investigación es escasa y solo se pudo abarcar esos años de manera más precisa. De tal forma la presente investigación se organiza como sigue:

En el capítulo 1 se aborda el estado del arte del tema a estudiar, comenzando por las aportaciones del economista Joseph A. Schumpeter, quien fue uno de los pioneros en vincular la innovación tecnología con el comportamiento de la economía y la empresa, se explica la clasificación internacional de lo que se consideran como innovaciones tecnológicas y las diferentes formas en que se puede presentar, se describe un poco los mercados de derivados y los tipos de activos que en él se negocian, así como las diferentes formas de la estimación de los precios de las opciones.

El capítulo 2 se plantea una simplificación del modelo de Garleanu *et al.* (2012), donde se puede ver la dinámica de las formas funcionales que otorga a los consumidores y empresas, posteriormente se esboza el problema de optimización de un consumidor racional, cuando este establece la opción de plantar un árbol, es decir, la opción de crecimiento de realizar una innovación, problema en el cual se realiza la extensión del modelo original añadiendo saltos de Poisson y los saldos monetarios reales. En este capítulo se reconoce explícitamente en el proceso de toma de decisiones de consumo y portafolio de un consumidor-inversionista racional la existencia de saltos en los precios de los activos (títulos financieros) y una restricción probabilista sobre el nivel de la riqueza final, cuando existen innovaciones tecnológicas relevantes. El modelo descrito se presta ampliamente a mayores extensiones,

debido a la compleja metodología matemática utilizada por los autores de modelo con el que se trabajó, se realizó un planteamiento del tipo Hamilton Jacob-Bellman tomando como base los diversos trabajos de Venegas-Francisco.

Por último, el capítulo 3 se enfoca a la innovación tecnológica para el caso mexicano, partiendo de manera breve de las innovaciones tecnológicas internacionales y posteriormente de manera más detallada de las innovaciones en México. Se hace un análisis del comportamiento de esta variable por medio de la medición de patentes tanto a nivel país como a nivel de las empresas que se estudian, asimismo se detallan algunas características del mercado accionario y se analiza a la par el comportamiento de los precios de las acciones del conjunto de empresas integrantes de la muestra del IPC, en tanto en el punto final del capítulo se presenta el desarrollo de un modelo de datos panel desbalanceado donde se puede observar el impacto de las innovaciones tecnológicas sobre los precios de las acciones.

CAPÍTULO 1. ASPECTOS TEÓRICOS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y RENDIMIENTOS DE LOS ACTIVOS FINANCIEROS

La innovación tecnológica desde finales del siglo XX y principios del XXI ha sido reconocida como un factor estratégico. La importancia de la innovación tecnológica es que permite tanto a la sociedad como a las empresas mejorar sus expectativas de vida, siendo factor para la elaboración de política pública y de mercado. En particular, para las empresas, la innovación tecnológica se ha transformado en un elemento trascendental en el desempeño de la economía, ya que es una variable que influye en el desarrollo y el crecimiento (Schumpeter, 1912). Los efectos e interacciones de las innovaciones tecnológicas con otras variables se han tratado de explicar desde diferentes enfoques y teorías¹.

Las innovaciones tecnológicas y los mercados de capitales tienen ciertas cualidades que las hacen muy similares, los saltos bruscos hacia arriba o hacia abajo en los precios de los activos y, por ende, en los índices bursátiles pueden estar relacionados con la aparición de innovaciones trascendentes, como, por ejemplo, la aparición del internet, los microprocesadores, la telefonía móvil, las innovaciones en capital fijo, expansión y fusión de empresas.

A continuación este trabajo se concentra en el tema de la innovación tecnológica y, posteriormente, se examinan los mercados de capitales y su comportamiento.

1.1. Teoría schumpeteriana sobre de la innovación tecnológica

Los economistas no han sido ajenos a las cuestiones relacionadas con el tema de la innovación tecnológica y su efecto e importancia en los diferentes sectores económicos. La relevancia de las innovaciones en teoría económica ha ido creciendo desde los aportes de Joseph Alois Schumpeter, economista austriaco-estadunidense, quien fue el pionero en destacar la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico. Dentro de su obra *Teoría del Desarrollo Económico* (Schumpeter, 1912) proporciona un

¹ Las teorías de crecimiento endógeno y exógeno, difieren en el papel e impacto que esta tiene en el crecimiento económico.

análisis y la conceptualización de la innovación, así como las relaciones del desarrollo tecnológico con los empresarios y el capital, el cual se aleja del paradigma clásico y estático del análisis de los ciclos económicos introduciendo un análisis dinámico.

El análisis que realiza Schumpeter, denominado como corriente circular, se desarrolla bajo el supuesto de libre competencia y retoma el trabajo de León Walras, sobre el equilibrio general, en este aspecto determina que la corriente circular se altera por diversos cambios inesperados.

Schumpeter introduce el término de desenvolvimiento económico para hacer referencia a los cambios en la economía, los cuales tienen un origen interno, es decir, dentro de la vida industrial, estableciendo que las perturbaciones del centro del equilibrio, aparecen en la esfera de las necesidades de los consumidores de productos acabados, es decir, que cuando aparecen cambios espontáneos en los gustos de los consumidores, el empresario debe de hacer frente a ese cambio repentino y satisfacer la nueva necesidad del consumidor, aplicando cambios a los productos o la introducción de otros para la nueva demanda. Aunque por lo general es el propio empresario quien crea dicho cambio, pues de alguna manera busca inducir a los consumidores para que necesiten nuevas cosas o que difieran en algún aspecto a las ya existentes.

Schumpeter populariza el término de “innovación”, definiéndolo de manera muy sencilla en función de cómo se combinan materiales y fuerzas, concepto que cubrirá los siguientes cinco casos, (Schumpeter, 1912):

- 1) La introducción de un nuevo bien (o servicio).
- 2) La introducción de un nuevo método de producción en una empresa ya existente o para la puesta en marcha de una nueva empresa para obtener una mayor ventaja competitiva.
- 3) La apertura de un nuevo mercado.
- 4) La incursión de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas o de bienes semifabricados.

5) La creación de una nueva organización de cualquier industria, como la de una posición de monopolio.

Por último es importante destacar que dentro de la obra de Schumpeter existen tres elementos que son de suma importancia para creación de las nuevas combinaciones: las propias innovaciones, las nuevas empresas, el empresario y el requerimiento de recursos para la producción de nuevas innovaciones.

1.1.1. Invención, innovación e imitación

La innovación se refiere a la creación o combinación de nuevas ideas, es decir, el desarrollo de nuevos productos o de tecnologías productivas. Considerando que no es propia de los directores o demás empleados de una empresa los cuales se limitan a desarrollar actividades rutinarias.

Las invenciones para Schumpeter (1912), carecen de importancia económica hasta que estas sean puestas en práctica, pues la aplicación de cualquier mejora en el proceso productivo es completamente diferente de la innovación.

Por otro lado, la imitación no es más que la generalización de la innovación por empresas de la competencia, "...las cuales modifican aspectos no sustanciales que llevan a productos sustitutivos similares..." (Aurelio, 2012) esta última se da cuando entran a competir más empresas, afectando a la empresa que inicio con la innovación quitándole su papel de monopolio, llevando la disminución de precios y por tanto orillándola a realizar nuevas innovaciones, lo cual se determina como "destrucción creadora".

1.1.2. Empresa y empresario

(Schumpeter, 1912) define a la empresa como "la realización de nuevas combinaciones", y a los empresarios como "los individuos encargados de dirigir dicha realización". En este aspecto

ambas definiciones pueden ser muy generales y al mismo tiempo muy limitadas, ya que esta definición considera también a los empresarios independientes, y a los empleados por una compañía, como son los directores, gerentes o miembros del consejo de administración.

A las nuevas empresas, Schumpeter les atribuye el papel mas importante, ya que son las protagonistas en la creacion de las innovaciones, estableciendo una diferencia entre las empresas que ya existen, y causando de las viejas empresas su reemplazo por las nuevas empresas.

1.1.3. Capital desde el punto de vista de Schumpeter

Las empresas para poder innovar necesitan medios de producción, los cuales se obtendrán a través de los excedentes del empresario, del crédito bancario y/o por la creación de activos financieros, estableciendo la conexión entre el financiamiento a través del crédito, el mercado de capitales y la realización de las innovaciones.

Siendo el empresario el principal factor del desarrollo económico capitalista, su beneficio es justificado por ser un agente innovador con la capacidad para crear riqueza. De acuerdo con Schumpeter (1912), las innovaciones y el financiamiento a través del crédito son factores esenciales para la producción, los cuales son retribuidos en función de su productividad marginal y con un beneficio extraordinario igual a cero de tal manera que el beneficio del empresario queda reducido al beneficio ordinario. Es decir,

“...si surge un desequilibrio, se debe a un empresario innovador que altera el equilibrio del sistema económico. Por lo tanto, este empresario va a disfrutar temporalmente de una situación de monopolio; ya que sólo él fabrica un producto de innovación. Pero pronto aparecerán muchos imitadores, creando competencia, provocando una baja de precios, restableciéndose de nuevo el equilibrio, volviendo a la situación de equilibrio donde el beneficio del empresario vuelve a ser nulo...” (Schumpeter, 1912).

Por lo tanto, cuando un empresario realice una innovación tecnológica, se creará un desequilibrio en la economía, ya que al ser el único fabricante de dicha innovación, se

convertirá por poco tiempo en monopolista, pero cuando los demás empresarios comiencen a imitar o mejorar dicha innovación, se darán una serie de cambios en la economía que impactaran en la situación de la empresa que introdujo la innovación, pues al existir productos parecidos el precio se verá afectado y bajara, lo que provocará que se converja al equilibrio.

La conexión entre las innovaciones tecnológicas y el mercado de capitales, permite estudiar de qué manera pueden afectarse una a la otra. Las empresas al desarrollar innovaciones y llevarlas a la práctica requieren de recursos para generar estos cambios, por lo cual necesita de financiamiento a través de diversos instrumentos, dentro de los cuales se encuentran la emisión de acciones u obligaciones para obtener el capital al cual Schumpeter, (1912) define de la siguiente manera “...no es sino la palanca por la cual el empresario sujeta a su control los bienes concretos que necesita no es más que un medio de retirar los factores de producción dedicándolos a nuevos usos, o de dictar una nueva dirección a la producción...”. Por lo tanto, el capital no es más que el instrumento que hace posible llevar a cabo las innovaciones.

1.2. Clases de innovación

Las innovaciones se pueden manifestar de diferentes formas y magnitudes, puesto que no es lo mismo que haya un cambio en un producto o que llegue una innovación a nivel global; las innovaciones se pueden introducir a través de nuevos bienes de inversión, lo cual conlleva a efectos en la productividad de la empresa o a otras variables económicas.

Es importante mencionar el tipo de innovaciones que una empresa puede emplear para su mejora productiva y para la cual requiere financiamiento. Actualmente, existe el “Manual de Oslo”² que es un referente importante para el análisis sobre la innovación tecnológica. Dicho manual conceptualiza y clarifica las actividades o cambios que forman parte del proceso de innovación tecnológica, dentro de las cuales se distinguen las siguientes:

² El Manual de Oslo se encarga de la medición de la innovación y pertenece a la denominada “Familia Frascati”, y forma parte de los manuales editados por la OCDE. (OCDE, 2005)

a) Innovación de producto.

Es la aportación de un nuevo bien o servicio, el cual es mejorado respecto a sus características o funciones.

b) Innovación de proceso.

Es aquel cambio en las técnicas, material o programas que se utilizan para la producción de bienes y servicios; su objetivo es la disminución de los costos de producción y distribución, así como la mejora de la calidad, producción y distribución de los productos.

c) Innovación en Marketing.

Es todo aquello relacionado al aspecto de la comercialización del bien o servicio que se ofrece y que no se ha utilizado antes en la empresa, abarca cambios en el diseño, envasado, promoción, etc.

d) Innovación en organización.

Este tipo de innovación que abarca lo relacionado a nuevas prácticas, procedimientos, relaciones exteriores (consumidores y proveedores), estrategias de productividad y reducción de costos.

1.2.1. Patentes y marcas

Las innovaciones tienen características importantes, ya que al ser creación o invención, están expuestas a la pronta imitación de otras empresas competidoras, por lo cual se protegen por medio de las patentes o marcas.

Respecto al tema de las patentes y las marcas, existe la Organización Mundial de la Protección Intelectual en lo que sigue OMPI³, y en el caso de México existe en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)⁴, ambas instituciones fomentan a los países la innovación e invención mediante la protección de la propiedad.

³ El OMPI es un organismo especializado de las naciones unidas, creado para fomentar la protección de la propiedad intelectual de manera internacional, sus orígenes se remontan al año de 1893 y se establece de manera oficial en 1967.

⁴ Es un Organismo público que tiene como objetivo administrar el sistema de propiedad industrial en nuestro país. Su creación se publicó en el diario oficial de la federación en diciembre de 1993, el IMPI es prácticamente una guía para la protección de las innovaciones, además de que realiza diversas publicaciones para conocer la situación de las patentes y marcas del país.

1.2.1.1. Patentes

El OMPI define a las patentes como “... *el derecho exclusivo que se concede sobre una invención...*” es decir, otorga la facultad a su titular de si su invención puede ser utilizada por un tercero o exclusivamente él, el documento que oficializa esto es publicado para que el público conozca todo lo relacionado con la propiedad e invención.

Por lo tanto las patentes son un tipo de seguro para que las invenciones o innovaciones creadas por empresarios o agentes particulares se vean respaldados y no sean sujetos a que se explote por terceros su creación. Las características de las patentes son las siguientes:

1. Otorga un derecho de propiedad
2. Da derecho exclusivo a su titular de explotar su invención
3. La patente es válida en todo el mundo
4. Tiene un periodo limitado, por lo regular de 20 años

1.2.1.2. Marcas

Otro punto importante después de las patentes, son las marcas definidas como, el nombre distintivo que hace que se identifique un producto o servicio (Vila- Blanca 2008). Las cuales se pueden tomar, de acuerdo a la investigación como una opción de crecimiento para las empresas al fusionarse con otra u otras, pudiéndose clasificar como una innovación a la empresa.

Los planteamientos que hace el OMPI respecto a las marcas es que estas se pueden proteger mediante su registro en los diferentes organismo de protección con lo que cuentan los países. Las características de las marcas son:

1. Es un derecho privado que conceden exclusividad de uso a su titular, mediante su validez judicial.
2. La duración de propiedad de una marca es variable, pero por lo general se da de diez años, los cuales son renovables.

3. Una marca se puede representar de diversas maneras, como pueden ser: nombres, letras cifras- la combinación de ambas, dibujos, símbolos, sonidos, etc.

1.3. Ciclo de vida de las empresas, la innovación tecnológica y el mercado de capitales

De manera general se puede plantear que las empresas y la innovación tecnológica tienen como cualquier otro fenómeno un ciclo de vida. Y las diferentes etapas en que estas se desarrollan permiten estudiar la conexión entre ambas con el mercado financiero.

Si una empresa logra transformar los avances científicos y tecnológicos en nuevos productos y procesos, mediante una efectiva vinculación con la producción, la satisfacción de clientes y los requerimientos del mercado nacional e internacional, se denomina empresa innovadora (gerenciales).

La innovación tecnológica y el mercado de capitales van de la mano –ya sean innovaciones dentro de la empresa o innovaciones externas que tienen un impacto social- puesto que el cambio en el comportamiento o introducción del primero puede afectar al otro, por lo que se requiere plantear formas funcionales para poder analizar dichos cambios.

Durante el ciclo de vida de la empresa, ésta requiere de fuentes de financiamiento, que se pueden obtener de diferentes fuentes y la adopción de una se determina dependiendo de la etapa en que se esté desarrollando la empresa, ya que, en general, el financiamiento de una empresa se obtiene en un principio de aportaciones de sus creadores, y con el paso del tiempo cuando llega a la madurez, los recursos que requiere son mayores, por lo cual recurre al crédito, emisión de acciones u opciones financieras o reales.

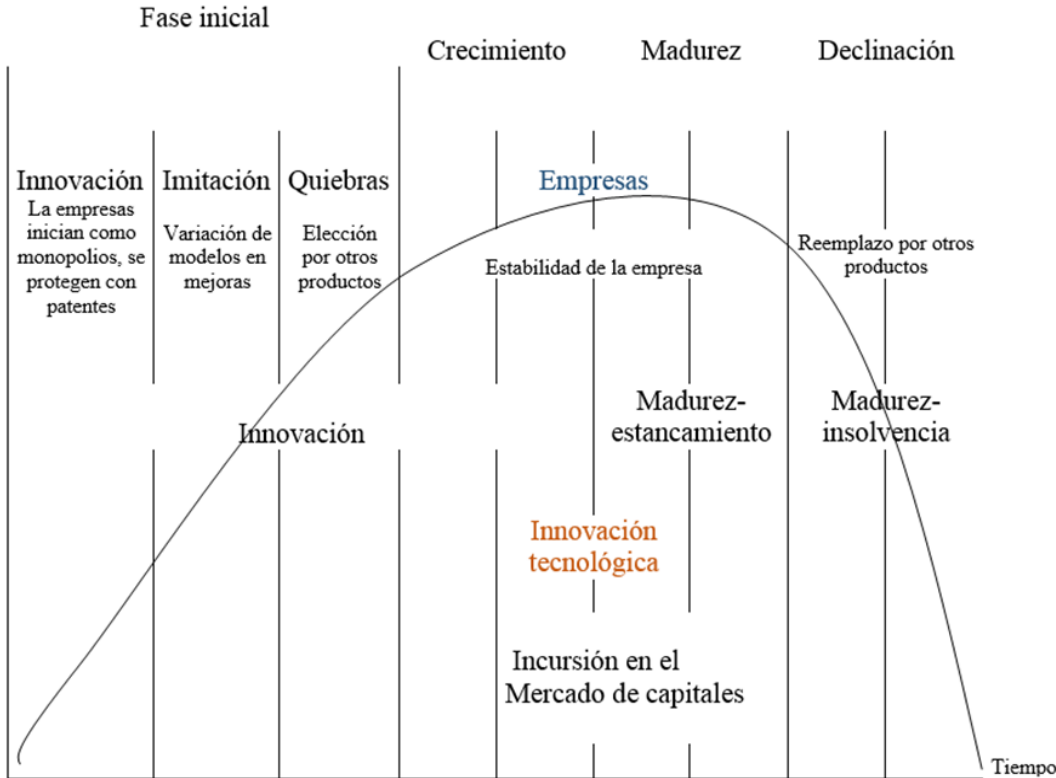
El ciclo de vida de las empresas está vinculado con el ciclo de vida de las innovaciones tecnológicas, el cual está determinado por su dinámica innovadora (Schumpeter, 1912).

Las etapas que se llegan a considerar en los ciclos de vida de la empresa y las innovaciones son similares ya que a pesar de que el análisis de dichos ciclos se realiza a partir

de diferentes temáticas -como lo es por parte de la industria, el producto o la organización⁵-, se encuentran similitudes en el comportamiento y las etapas en que se divide su transición de un estadio a otro, a pesar de que se tomen como referencia diversos factores.

En la figura 1 se puede observar de manera general el comportamiento y transición del ciclo de vida de la empresa en relación con la innovación tecnológica, y se observa que cuando la empresa llega a su madurez y decide realizar innovaciones tecnológicas, busca el financiamiento por medio del mercado de capitales, el cual para las empresas grandes y maduras es una opción adecuada de financiamiento.

Figura 1.
Ciclo de vida las empresas, la tecnología y su relación con el mercado de capitales



Fuente: elaboración propia en base al estudio realizado por Jasso y Brenta (2009).

⁵ Noemí L. Brenta, Políticas públicas ciclo de vida de empresas dinámicas en Argentina. Fundación empresa global Argentina, 2009.

Durante las primeras etapas de la innovación tecnológica, las expectativas respecto al consumo, es que éste incrementará, y que los rendimientos que proporcionarían dichas innovaciones, también serán altos.

1.4. Mercado de derivados y las opciones reales

Debido a la existencia de un gran número de instrumentos financieros, por medio de los cuales las empresas se financian, existen a su vez diferentes mercados donde se intercambia dichos instrumentos, de manera general podemos expresar dos tipos de mercados (Venegas *et al.* 2010): mercados básicos y mercados de derivados, la diferencia entre estos radica en la determinación de sus precios. En el primero el precio del instrumento se determinan sin relación a otro (acciones, bonos, commodities y servicios), y en el segundo su precio está determinado por un subyacente, es decir se negocian opciones ya sean financieras o reales, dichas opciones prevén de financiamiento a las empresas requieren como por ejemplo para invertir en proyectos de innovación tecnológica.

Así como hay clasificación en los mercados, también se encuentra una clasificación en las opciones que pueden ser de opciones de compra y/o venta del tipo americana o europea, dependiendo de la estrategia que les sea más conveniente, las cuales más adelante se describirán a detalle.

1.4.1. Mercado de derivados

Para fines de esta investigación el mercado que permitirá hacer una relación con las innovaciones tecnológicas, es el mercado de derivados. Este mercado se puede definir como aquel donde se celebran contratos con instrumentos cuyo precio se determina por el valor de otros activos conocidos como activos subyacentes, este mercado tienen como función principal proveer instrumentos financieros de cobertura o inversión que fomenten una adecuada administración de riesgos (Banco de México).

En México el mercado de derivados se divide en otros dos, uno bursátil y otro extra bursátil o sobre mostrador (OTC), el bursátil se conoce como el mercado mexicano de derivados (MexDer), donde se negocian contratos forward y de opciones.

1.4.2. Opciones financieras

Las opciones financieras son instrumentos denominados derivados y sus características es que cuando se efectúan se establece un contrato, en el cual se otorga a su comprador el derecho, mas no la obligación ya sea de comprar o de vender el activo subyacente⁶, este tipo de contratos estipulan una fecha preestablecida y un precio predeterminado (Venegas, 2008).

Estas opciones se clasifican en opciones de compra (*call*) u opciones de venta (*put*), las cuales pueden ser de tipo americanas o europeas, las opciones del tipo americanas son aquellas en las que su derecho de compra o de venta se puede ejercer en cualquier momento del tiempo de vida de la opción, mientras que en las opciones europeas solo se puede ejercer el derecho en la fecha de vencimiento.

1.4.3. Opciones reales

Las opciones reales sirven como herramientas para las empresas, donde se aplican técnicas de valuación de opciones financieras, en su toma de decisiones sobre proyectos de inversión o estrategias de negocios cuando existe la flexibilidad u opcionalidad de tomar en el futuro nuevas decisiones relacionadas a los proyectos de inversión (Venegas, 2008).

La valuación de las opciones reales puede ser sobre la expansión o crecimiento, contracción, cierre, permanencia, abandono o cambio tecnológico de las empresas. Dentro de la toma de decisiones de las empresas, existe el método del **VPN** (valor presente neto), con el

⁶ El activo subyacente es el instrumento financiero (por ejemplo, acciones, futuros, materias primas, divisas e índices) en el que se basa el precio de un derivado (Venegas, 2008).

cual aceptan o rechazan un proyecto si ($VPN > 0, VNP < 0$), respectivamente, tomando en cuenta que si el proyecto es aceptado, la inversión es irreversible, con la característica de que con este método no se puede valorar el comportamiento del ambiente económico en el futuro, las opciones reales se han convertido en la literatura en una mejor estrategia para la valuación de proyectos de inversión.

Con una opción real existe la posibilidad u opción de modificar un proyecto de inversión, es decir, se puede ejercer o no, dependiendo de si las condiciones son favorables, ya que estas tienen un valor hoy que se integra al valor intrínseco y tradicional del VPN , para valorar de manera adecuada un proyecto de inversión, que permite tomar decisiones intermedias sobre el mismo, para aceptarlo, rechazarlo o posponerlo. El valor presente de una opción con la modificación de las opciones reales puede denotarse como

$$VPN = VPN + c \quad (1.1)$$

donde VPN es el valor tradicional del proyecto y c es el valor que tiene hoy.

Una característica de las opciones reales es que al igual que las opciones financieras su valor aumenta con el tiempo de maduración y con la volatilidad del activo subyacente (Venegas, 2008), es decir, los factores que afectan a las opciones financieras también afectan a las opciones reales, ya que las opciones reales se valúan con las opciones financieras, y para valorar de forma adecuada las primeras, se debe tener completo conocimiento de las segundas.

Las opciones reales que apoyan a la investigación son las de cambio tecnológico y de crecimiento o expansión. Para fines prácticos tenemos una opción que puede ser interpretada como: producir un bien o servicio con nuevos insumos, o bien incrementar las unidades de capital y su valor intrínseco se denota por

$$c_s(S_t, T) = \max(S_{2T} - S_{1T} - K, 0) \quad (1.2)$$

siendo S_{1T} el valor presente de los flujos de efectivo esperados en T en la forma de producir actual, S_{2T} es el valor presente de los flujos esperados en T en el modo de cambio, y K es el costos del cambio, si $S_{2T} > S_{1T} + K$, se ejerce la opción de compra.

1.4.3.1. Opciones de compra americanas

Como ya se mencionó anteriormente las opciones se clasifican de acuerdo con el tiempo en que se puede ejercer el derecho que se está estipulado en el contrato, las americanas se caracterizan por que el derecho de comprar o vender se ejerce en cualquier fecha hasta el día del vencimiento, es decir, durante la vida de la opción (Venegas *et al.* 2010).

Con respecto al trabajo de Garleanu *et al.* (2012) ellos establecen que las opciones de crecimiento (aumentos de capital) que llegan a realizar las empresas, pueden ser vistas como opciones de compra americanas perpetuas, es decir, una opción de compra americana implica una posición apalancada en el activo subyacente, y se establece que las opciones de crecimiento deben tener un mayor rendimiento esperado que otros activos financieros⁷.

1.4.3.2. Precio de una opción de compra americana

Los factores que pueden determinar el precio de una opción de compra son: a) precio actual del activo subyacente, b) el precio de ejercicio de la opción, c) la tasa de interés libre de riesgo, d) los dividendos y e) la volatilidad del activo subyacente.

La metodología para la valuación de una opción de compra americana se hace mediante la descomposición del precio de está en el precio de una opción europea y el premio de ejercicio anticipado (Venegas, 2008).

⁷ Un activo financiero puede ser, los activos en su lugar “*asset place*” que la empresa posee (inmuebles, capital fijo).

El precio de la opción de compra americana se define por

$$\begin{cases} C(S_t, t) = C_{BS}(S_t, \tau) + A_2 \left(\frac{S_t}{S^*}\right)^{q_2}, & \text{si } S_t < S^*, \\ S_t - K, & \text{lo contrario} \end{cases} \quad (1.3)$$

En la década de los setentas se trabajó en la determinación de precios para los activos financieros. Para ello, Fisher Black y Myron Scholes (1973), desarrollaron un modelo sobre la dinámica estocástica del valor de un activo, este modelo es el más conocido y aplicado para la valuación en finanzas, dicho modelo fue formulado para valorar opciones y se denota por

$$dS_t = rS_t + \sigma S_t dW_t \quad (1.4)$$

donde r es una tasa de interés constante y libre de riesgo de incumplimiento, σ es la volatilidad anualizada y dW_t es un componente estocástico que satisface una distribución normal $N(0, dt)$, conocida como movimiento geométrico browniano (Venegas, 2008).

Se supone que el subyacente es una acción con una estructura de dividendos dada por

$$dD_t = qS_t dt \quad (1.5)$$

La ecuación diferencial parcial que debe satisfacer el precio de la opción es la siguiente

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S_t^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S_t^2} + (r - q)S_t \frac{\partial C}{\partial S_t} - rC = 0 \quad (1.6)$$

donde $C = C(S_t, t)$ denota el precio de la opción.

1.4.4. Modelo de valoración del precio de los activos financieros (CAMP)

Este modelo describe la relación entre el riesgo y el rendimiento esperado de un activo, además de que es muy útil para valorar acciones (títulos de capital) que las empresas emiten para financiarse. Lo que plantea este modelo es que la diferencia entre el rendimiento de una

acción y la tasa de Cetes es proporcional a la diferencia entre el rendimiento del IPC de la BMV y la tasa de Cetes (Venegas, 2008).

La ecuación formulada por Black-Scholes se puede obtener por medio del modelo CAMP, y mediante el lema de Itô y por la expansión en serie de Taylor, el rendimiento de la opción se puede escribir como:

$$dR_c = \left(\frac{\partial c}{\partial S_t} \right) dR_s \left(\frac{S_t}{c} \right) + \left(\frac{1}{c} \right) \left(\left(\frac{\partial c}{\partial t} \right) + \frac{1}{2} \sigma^2 S_t^2 \left(\frac{\partial^2 c}{\partial t^2} \right) \right) dt \quad (1.7)$$

En el desarrollo de modelos estocásticos en el sector financiero se debe suponer que las variables relevantes se comportan acorde con el movimiento propuesto por Robert Brown (browniano) con saltos de Poisson. Con estas herramientas se pueden modelar las decisiones de consumo y la construcción de portafolios. El movimiento browniano modela las variaciones normales que se observan todos los días y el proceso de Poisson modela las variaciones abruptas que suceden eventualmente, pero que seguramente aparecerán.

CAPÍTULO 2. LAS EMPRESAS Y LA LLEGADA DE ÉPOCAS TECNOLÓGICAS

Dentro de la literatura financiera podemos encontrar algunos trabajos relacionados con el tema de investigación que pueden aportar bases sobre lo que se desea alcanzar en este apartado. Owen A. Lamont (1999), plantea que el principio de que cuando cae la tasa de descuento, la inversión debería aumentar, a lo cual, con tasas de descuento variables en el tiempo, este principio implica que la inversión debe pronosticar futuros rendimientos de las acciones y positivamente covariar con rendimientos de las acciones actuales. Por su parte respecto a las opciones reales, Eduardo y Lenos (2004) realizan un estudio sobre la inversión bajo incertidumbre donde destacan que las opciones reales proporcionan las herramientas, técnicas y conocimientos que se pueden utilizar para cuantificar los elementos elusivos de flexibilidad operativa y de gestión e interacciones estratégicas ignorados o subestimados por Valor Presente Neto convencional sobre la valuación de inversiones y otros enfoques cuantitativos.

En Diego Comin et al. (2009), realizan un trabajo sobre innovación tecnología y difusión como fuentes de producción y fluctuaciones en el precio de los activos, en el cual desarrollan un modelo que tiene consecuencias para los precios de las acciones y muestran que los shocks de innovaciones representan casi una tercera parte de la variación de la producción en las frecuencias del ciclo económico.

En este capítulo se plantea en el primer punto una simplificación del modelo propuesto por Garleanu, Panageas, y Jianfeng-Yu (2012), en el cual determinan que se pueden observar patrones en el comportamiento de la valoración de los activos y las innovaciones tecnológicas, y en el segundo punto se hace la incorporación de saltos de Poisson y saldos monetarios reales.

2.1. Simplificación del modelo de Garleanu *et al.* (2012)

Garleanu *et al.* (2012) construyen un modelo de equilibrio general en el que se caracteriza el comportamiento de los precios de los activos a través de la adopción del ciclo tecnológico y dentro del cual se quiere conocer el impacto de las ondas de innovación tecnológica sobre el

precio de los activos. Estos autores establecen formas funcionales adecuadas para la función producción y la función de utilidad de los consumidores.

El modelo Garleanu *et al.* (2012) es una generalización de un modelo simplificado de equilibrio parcial donde existe heterogeneidad de las empresas y, por lo tanto, de los árboles (se refiere a cada unidad de qué capital) que elijan plantar.

2.1.1. Supuestos

El modelo plantea que existe un proceso continuo de las empresas indexadas por $j \in [0, 1]$, que producen bienes de consumo, asumiendo que cada empresa posee una colección de árboles que han sido plantados en diferentes épocas, la producción de un árbol está dada por

$$Q_{n,i,t} = \gamma(i) \vartheta_t R_n \quad (2.1)$$

$\gamma(i)$ captura un componente específico para el árbol y $\gamma : [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}^+$ siendo una función positiva y estrictamente decreciente. La variable aleatoria ϑ_t es el choque de productividad, es decir, cada árbol produce un dividendo que evoluciona como un movimiento geométrico browniano

$$\frac{d\vartheta_t}{\vartheta_t} = \mu dt + \sigma dB_t \quad \text{con } \mu > 0 \text{ y } \sigma > 0 \quad (2.2)$$

En R_n , $n \in (-\infty, \dots, 0, 1, 2 \dots)$ denota la época tecnológica durante la cual el árbol se plantó, de la cual se hacen dos observaciones sobre su evolución, $R_{n+1} \geq R_n$, de modo que las vendimias de los árboles plantados en la época $n+1$ son más productivas que sus precursores (*ceteris paribus*) y $\frac{R_{n+1}}{R_n}$ aumenta en el grado de la adopción tecnológica que ocurrió en la época n . Si $K_{n,t} \in [0, 1]$ denota la masa de árboles plantados en la época n antes del tiempo t y ε_{n+1} el tiempo de la llegada de la época $n+1$, se postula la dinámica para $n+1$

$$R_{n+1} = R_n \left(1 + \int_0^{K_{n,\varepsilon_{n+1}}} \gamma(i) di \right) \quad (2.3)$$

Las épocas tecnológicas llegan de manera exógena a la tasa de Poisson $\lambda > 0$. A lo largo de todo el proceso, nos indica la hora de llegada de la época n como ε_n . Una vez que llegue la época n , cada firma j dibuja un número aleatorio $i_{n,j}$ con una distribución uniforme en $[0, 1]$, número que informa a la empresa que puede plantar un árbol con productividad específica $\gamma(i_{n,j})$ en la época n y plantar un árbol en el tiempo t requiere un costo fijo de q_t

El índice de la productividad ($i_{n,j}$) a través de las épocas indica que no hay ningún vínculo entre la decisión de plantar un árbol en esta época o en cualquier época futura.

En consecuencia, todas las empresas en la época N resuelve el siguiente problema

$$A_{N,j,t}^0 \equiv \sup_{\varepsilon_j} E_t \left\{ \mathbf{1}_{(\varepsilon_j < \varepsilon_{N+1})} \left[(R_N \gamma(i_{N,j})) \int_{\varepsilon_j}^{\infty} \frac{F_s}{F_t} \gamma ds \right] - \frac{F_{\varepsilon_j}}{F_t} q_{\varepsilon_j} \right\}. \quad (2.4)$$

donde F_s es el factor de descuento estocástico y $A_{N,j,t}^0$, t denota el valor de la opción real de plantar un nuevo árbol.

N denota la época tecnológica en el tiempo t y $\mathbf{1}_{\{x_{n,j}=1\}}$ indica 1 si la empresa j ya ha plantado un árbol en época tecnológica n y cero en caso contrario.

El valor de la empresa se determinara por tres factores:

- i) El valor de los activos en su lugar (K_t)
- ii) El valor de la opción de crecimiento en la época tecnológica actual (B_t)
- iii) El valor de las opciones de crecimiento en todas las épocas subsecuentes (Q_t)

El consumo agregado está dado por el $C_t \equiv \int_0^1 Q_{j,t} dj$ asumiendo que las empresas con más árboles productivos plantan sus árboles primero y se obtiene el siguiente resultado. Suponiendo que hay una probabilidad positiva que $K_{n,t} > 0$ para todo n , C_t está dada por

$$C_t = R_N \theta_t [1 + F(K_{N,t})] \quad (2.5)$$

donde $K_{N,t}$ es un proceso que consigue ponerse a cero cada vez que una nueva época llega.

Para endogeneizar el factor de descuento estocástico y el costo de la plantación de un árbol, se supone un consumidor representativo, el cual posee todas las firmas en la economía y también es el abastecedor del trabajo, se supone solo es útil en la producción de bienes de inversión, es decir, los árboles. Se supone que la utilidad del consumidor depende tanto su propio consumo y su consumo relación con algún nivel de referencia. El nivel de referencia que maximiza el consumo agregado está dado por $M_t^C \equiv \max_{s \leq t} \{C_s\}$, la especificación de la utilidad instantánea es

$$U(c_t, M_t^C) = \left[\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{c_t}{M_t^C} \right)^{1-\alpha} c_t^\alpha \right]^{1-\varphi} \quad (2.6)$$

c_t es el consumo del agente y φ denota la aversión al riesgo. Para la utilidad unida a las preferencias relativas de la aversión del riesgo constantes ($\alpha = 1$) y ($\alpha = 0$) en casos especiales, Abel (1999) y Chan y Kogan (2002).

2.2. Extensión del modelo

Con el propósito de obtener soluciones que faciliten el análisis, la estructura de la economía se plantea pequeña, donde hay pequeños shocks de productividad que ocurren de manera más o menos frecuente y muy grandes shocks en innovación tecnológica que sólo ocurren

ocasionalmente, a lo cual, el modelo de equilibrio general reconoce el papel de los movimientos extremos en la dinámica de los precios de los activos.

Los pequeños cambios productivos se modelan con el movimiento geométrico browniano, es decir con una tendencia exponencial con fluctuaciones normales (véase Venegas, 2006). Y los grandes shocks de innovación tecnológica serán modelados con el proceso de Poisson (véase Cai, 2011). La mayor parte de los supuestos del presente capítulo coinciden con los que se establecen en el trabajo de Garleanu, Panageas, y Jianfeng-Yu (2012), pero a diferencia de su trabajo, se considera en este modelo una extensión de los parámetros de intensidad que sean una función del tiempo y el parámetro del tamaño promedio del salto, se modelará con una distribución de valor extremo, (Bass 2011). Y a diferencia de sus métodos matemáticos en este trabajo se utiliza el método Hamilton-Jacob-Bellman.

Se establece que la dinámica es conducida por un proceso de difusión con saltos. El tamaño de los saltos tiene una distribución de valor extremo del tipo Fréchet-Weibull (Pasik-Duncan, 2002). La función de utilidad considera el hábito de los consumidores relativo a un umbral determinado por el consumo máximo histórico. En este sentido, la función de utilidad se generaliza para incorporar los saldos monetarios reales, y de esta manera la preferencia de liquidez por los consumidores afecta los precios de los activos.

Se hará referencia a las innovaciones tecnológicas como la opción de crecimiento de plantar árboles, adoptando la terminología del trabajo seminal de Lucas (1978) al igual que en Garleanu *et. al.* (2012).

2.2.1. Las empresas y los arboles

Similar al modelo de Garleanu *et. al.* (2012), existe un conjunto de empresas indexadas por $j \in [0,1]$, que producen bienes de consumo, se asume que cada empresa posee una colección de árboles que han sido plantados en diferentes épocas, la producción de un árbol está dada por

$$Q_{n,i,t} = \gamma(i) \vartheta_t R_n \quad (2.7)$$

donde $\gamma(i)$ captura un componente específico de plantar árbol y $\gamma : [0, 1] \rightarrow \mathbb{R}^+$ siendo una función positiva y estrictamente decreciente.

La variable aleatoria ϑ_t se define como el choque de productividad, es decir, el dividendo que produce cada árbol y que evoluciona como un movimiento geométrico browniano, y es en este punto donde se realiza la introducción de los saltos de Poisson retomando (2.2), se tiene que

$$\frac{d\vartheta_t}{\vartheta_t} = \mu dt + \sigma dW_t + \nu dN_t \quad \text{con } \mu > 0 \text{ y } \sigma > 0 \quad (2.8)$$

donde μ representa la utilidad promedio esperada en que ningún salto ocurra, es decir un cambio en la productividad.

σ es la volatilidad esperada

$1 + \nu$ es el tamaño promedio del salto de que ocurra o no un shock de innovación tecnológica

dW_t será un proceso de Weiner estandarizado que modela el proceso de difusión de la producción distribuida normalmente con media cero y varianza dt , $N(0, dt)$, es decir su media y su varianza son expresados como $E[dW_t] = 0$ y $E[dW_t^2] = dt$.

Los saltos en la productividad siguen una distribución de tipo poisson N_t con un parámetro de intensidad λ_t , de tal forma que

$$\vartheta_t \{dN_t = 1\} = \lambda_t dt + o(dt) \quad (2.9)$$

En tanto

$$\vartheta_t \{dN_t = 0\} = 1 - \lambda_t dt + o(dt) \quad (2.10)$$

λ_t medira el número promedio de los saltos por unidad de tiempo y la probabilidad de que se presente un salto $dN_t = 1$ será proporcional a dicho instante. El número inicial de saltos se supondrá igual a cero, y por simplicidad se supondrá que W_t y N_t no están correlacionados.

2.1.2. Los consumidores y las preferencias

En el modelo original el agente representativo su riqueza se representa por tres factores, el valor de los activos en su lugar (K_t) el valor de la opción de crecimiento en la época tecnológica actual (B_t), el valor de las opciones de crecimiento en todas las épocas subsiguientes (Q_t) y en este apartado se incluirán los saldos monetarios reales como parte de la extensión del modelo, es decir, (M_t), entonces

$$\pi_t = m_t + k_t + b_t + q_t \quad (2.11)$$

donde $m_t = \frac{M_t}{P_t}$ son los saldos monetarios reales

Para endogeneizar el factor de descuento estocástico y el costo de la plantación de un árbol, se supone la existencia de un consumidor representativo, el cual posee todas las empresas de la economía y también es el abastecedor del mano de obra, cabe notar que la mano de obra no es útil en la producción de bienes de consumo, sino solo es útil en la producción de bienes de inversión, es decir, los árboles. Se supone que la utilidad del consumidor depende tanto su propio consumo, su consumo relación con algún nivel de referencia y de sus saldos monetarios.

El nivel de referencia que maximiza el consumo agregado está dado por $\Psi_t^c \equiv \max_{s \leq t} \{C_s, m_t\}$, la especificación de la utilidad instantánea es del tipo Von Neuman-Morgenstern

$$U(c_t, \Psi_t^c, m_t) = \frac{1}{1-\varphi} \left[\left(\frac{c_t}{\Psi_t^c} \right)^{1-\alpha-\beta} c_t^\alpha m_t^\beta \right]^{1-\varphi} \Big|_{F_0} \quad (2.12)$$

donde, c_t es el consumo individual del agente representativo y φ denota la aversión al riesgo, Ψ_t^c , es el umbral máximo de referencia al tiempo t , $\frac{c_t}{\Psi_t^c}$, es el consumo comparado con el umbral máximo consumo al cual desea llegar el consumidor, c_t^α , es la satisfacción por el bien mismo al tiempo t , y que el consumidor no sabe si está próximo al umbral máximo, y m_t^β , son los saldos reales, y F_0 es la información disponible en el tiempo $t = 0$.

El agente representativo derivara tanto la utilidad del consumo e inutilidad de proporcionar mano de obra necesaria para la producción de plantar un árbol. En concreto, se supone que el agente maximizará

$$\Pi_t = \max_{c_s, dls} E_t \left[\int_t^\infty e^{-\rho(s-t)} U(c_s, \Psi_t^c, m_t) ds - \int_t^\infty e^{-\rho(s-t)} \eta(s) dls \right] \quad (2.13)$$

La primera integral representa la utilidad de plantar un árbol y la segunda representa la inutilidad de plantarlo. ρ , es el factor de descuento subjetivo, $\eta(s)$, es la inutilidad asociada a plantar un árbol y $dls \geq 0$, denota el incremento en el número de árboles que se plantan, dejando q_s ponderado por la opción de plantar un árbol, denota el salario de plantar un árbol al tiempo s , suponiendo que los mercados son completos, el problema del consumidor asciende a maximizar (3.7) sujeto a la restricción presupuestaria intertemporal siguiente:

$$E_t \left(\int_t^\infty \frac{F_s}{F_t} c_s ds \right) \leq \int_0^1 A_{j,t} dj + E_T \left(\int_t^\infty \frac{F_s}{F_t} q_s dls \right). \quad (2.14)$$

La ecuación 3.14 indica, el valor actual del consumo del consumidor $E_t \left(\int_t^\infty \frac{F_s}{F_t} c_s ds \right)$, el cual no puede exceder la riqueza total de los consumidores. Su riqueza financiera es $\int_0^1 A_{j,t} dj$ y es el valor de sus pagos salariales $E_T \left(\int_t^\infty \frac{F_s}{F_t} q_s dls \right)$.

El contenido de la ecuación pretende que la aparición de una nueva época de innovación tecnológica lleva a mayores expectativas de crecimiento del consumo futuro, en el corto plazo, el crecimiento del consumo es bajo porque las empresas al principio no invierten en nueva innovación tecnológica, las tasas de interés aumentan, lo que refleja una creciente expectativa de crecimiento del consumo en el futuro, y las ganancias agregadas del exceso de retorno esperado que también aumentan, lo cual refleja la creciente importancia de las opciones de crecimiento.

Las innovaciones tecnológicas se materializan en nuevos aumentos de capital, y este proceso conduce a ciclos endógenos de producción y valoración de activos, dentro de dicho proceso se pueden observar patrones en el comportamiento de la valoración de los activos y las innovaciones tecnológicas, donde se destacan implicaciones relativas a las propiedades de series conjuntas de consumo y exceso de rentabilidad.

CAPÍTULO 3. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EL MERCADO ACCIONARIO MEXICANO

Los avances en la innovación tecnológica y el comportamiento de los precios de los activos que se negocian en el mercado accionario son poco predecibles y en algunos casos inimaginables, por ello en este capítulo se desarrolla y analiza las características de la innovación tecnológica brevemente de manera internacional y posteriormente de manera más amplia el caso de México, así como el comportamiento del mercado accionario mexicano enfocado a las empresas que son de interés para el trabajo de investigación, es decir, un conjunto de ocho empresas que forman parte de la muestra del IPC y que han permanecido en dicha muestra durante el periodo de estudio (2000-2013), planteando un modelo de datos panel desbalanceado donde se destaca la relación entre las variables de estudio.

3.1. Innovación tecnológica internacional

A diferencia de México, otros países, en particular los países desarrollados realizan innovaciones de manera continua, innovaciones que en su mayoría se vuelven internacionales y que países en vías de desarrollo como México importan, en el cuadro 1 se enlistan algunas de las innovaciones que son parte, en su mayoría, de la vida cotidiana de los agentes económicos mexicanos, las cuales se innovaron entre los años 2000-2013.

Cuadro 1.
Innovaciones globales

Año	Tipo de tecnología	Innovaciones tecnológicas	
2000	2G	intel pentium 4	AMD Athlon
2001	3G	AMD Athlon MP	ATI Radeon 9700 Pro
		Ipod.	Wikipedia
2002		Segway	Parche hormonal anticonceptivo
2003		Incorporación del Wi-Fi	AMD Athlon 64
		Dell UltraSharp 2001FP	IntelliMouse Explorer 3.0
		Skype	Pentium M
		SATA	AMD Opteron y el AMD Athlon 64
2004		Facebook	x86 de núcleo doble

		Mozilla Firefox	
2005		Dell UltraSharp 2405FPW	Pentium D
		Youtube	Procesadores para 1-8P x86
2006	4G	Coche inteligente a gas natural	Procesador nativo de 4 núcleos para x86
		Intel Core 2 Duo	
2007		Hitachi 7K1000	Procesadores gráficos ATI Radeon serie HD 2000
		iPhone	
2008		iPhone 3G	intel Atom
		Cell Bio	
2009		iPhone 3GS	AMD Opteron de seis núcleos
2010		iPhone 4	intel Core i3, i5 e i7 de cuatro núcleos
		iPad tipo tableta	AMD Phenom II X6 1090T Black Edition
2011		iPhone 4s	intel Core Segunda generación
		Tablet Kindle Fire/eReader	AMD Radeon HD Serie 6000M
2012		iPhone 5	AMD Radeon HD 7970 GHz y APU de AMD FirePro
2013	iPhone 5C	AMD Opteron Serie X	
	iPhone 5S	Impresoras 3D	

Fuente: elaboración propia.

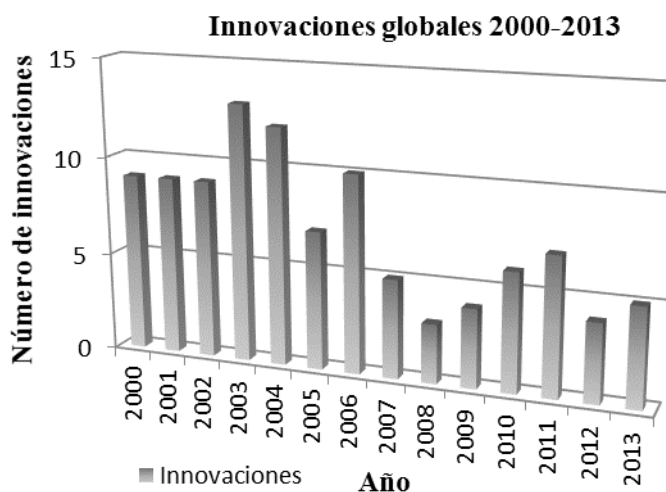
Del cuadro 1 se puede deducir que en su mayoría las innovaciones que se realizan son en la telefonía móvil, la cual se ha vuelto más que un lujo una necesidad para las personas, en el caso de los procesadores su innovación es más continua, e indispensable para las operaciones computacionales, en el aspecto de las redes sociales su importancia radica en el aspecto de la información que se comparten en ellas, y lo sobresaliente es que se puede obtener en tiempo real y los buscadores que se han integrado a las innovaciones y sobre todo al día a día de los individuos, este tipo de herramientas se ha incorporado a la existencia productiva de la sociedad, y el tipo de información que se adquiere de ellas tiene dos directrices, ambas respecto a la toma de decisiones que se toman en cualquier ámbito , ya sea de trabajo o social, que puede por un lado influir de manera positiva o negativa ya sea a una empresa o a una persona.

En el gráfico 1 se hace una representación de la cantidad de innovaciones que se dieron en el periodo 2000-20013, el recuento de las innovaciones que se tienen para esta

investigación, puede no abarcar todas las innovaciones del mismo periodo que en realidad se llevaron a cabo en todo el mundo y que se importan y adoptan en el país.

Como completo tanto del cuadro como de la gráfica 1, estas innovaciones se tomaron en cuenta debido al uso comercial y personal, estando conscientes de que la recapitulación de dichas innovaciones puede estar un poco alejada de la realidad debido a la falta de información disponible o bases de datos, lo cual llega a ser un inconveniente para la investigación.

Gráfica 1.



Fuente: elaboración propia⁸.

3.2. Innovación tecnológica en México

3.2.1. Fomento a la innovación tecnológica en México

Las instituciones y organismos públicos y privados juegan un papel sumamente importante para el desarrollo científico, tecnológico y de innovación en el país, para que con ello lo coloquen entre las economías más competitivas del mundo, por medio de la aplicación de

⁸ Tanto en el cuadro 1 y 3, como la gráfica 2, la recopilación de datos se hizo en diversas páginas de internet y debido a que su búsqueda fue un poco extenuante se evita poner una fuente exacta.

políticas y programas, incentivan y proponen la formulación, asesoramiento e incitan la investigación científica y el desarrollo e innovación tecnológica, para que con ello exista una mejora en la calidad de capacidades científicas.

Enseguida se describen de manera muy breve las entidades que buscan incrementar la productividad científica e innovadora del país puesto que juegan un papel sustancial en la economía mexicana. En el cuadro 2 se enlistan los organismos que en conjunto con el Gobierno Nacional y las universidades tanto públicas como privadas promueven la innovación tecnológica, si bien no se ahonda en su estructura, finalidad, alcance y funcionamiento respecto a la productividad científico-tecnológica e innovación de país, se hace mención de ellas debido a su importancia, considerando que si no existieran, México se encontraría en demasía más rezago en tecnología de lo que ya se encuentra, cabe mencionar que cada organismo cuenta con un marco normativo, objetivos, reglas, acuerdos, comisiones y líneas de investigación diferentes, pero con un fin en común, el constituir bases para un país más fuerte y competitivo en cuanto a investigación e innovación tecnológica.

Cuadro 2.
Organismos promotores de la innovación tecnológica

Año	Nombre	Función
<i>1873⁹</i>	Academia Nacional de Medicina	Promueve la investigación y enseñanza en el área de la medicina.
1875	Academia Mexicana de la Lengua	Preserva la pureza de la lengua española.
1910	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Forma profesionistas e investigadores destacados que son capaces de dar soluciones a las problemáticas del país.
1918	Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN)	Promueve y defiende los intereses de empresas en México.
1919	Academia Mexicana de Historia	Cultiva, ilustra, fomenta, y contribuye entre otros la historia.

⁹ Las fechas en cursiva indican que anterior a ese año, hubo transformaciones de esa entidad para darse a conocer como actualmente funciona.

1932	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Surge como cuna de desarrollo y apoyo al proceso industrial, brinda oportunidades de estudio a los menos favorecidos, dotando de capital humano líder a la sociedad.
1950	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)	Es un gremio, el cual agrupa cerca de 180 universidades, busca promover la docencia de calidad e investigación, así como la cultura.
1961	Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)	Fomenta la investigación científica y tecnológica vanguardista y la formación de capital humano de alta calidad.
1970	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Apoya en la formulación de políticas nacionales, evalúa investigaciones, difunde la actividad científica, tecnológica e innovación y determina criterios para que sean de alta calidad.
1977	Consejo Mexicano de Ciencias Sociales (COMECOSO)	Investigación y desarrollo de las ciencias sociales
1984	Consejo Nacional Agropecuario (CNA)	Representa y promueve los intereses de agropecuarios y agroindustriales.
1989	Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico (ADIAT)	Impulsa la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, para que exista una mejor práctica de la tecnología a nivel regional y nacional.
1993	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial	Protege y fomenta los derechos de propiedad intelectual de investigadores mexicanos.
1996	Academia Mexicana de Ciencias (AMC)	Promueve, orienta, fomenta, produce y contribuye en el conocimiento, mediante la ciencia, la tecnología y educación.
1998	Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT)	Fomenta la ciencia, la tecnología y la innovación.
2002	Foro Consultivo Científico y Tecnológico	Analiza el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país.
2002	Academia de Ingeniería (AI)	Se crea con la finalidad de dar solución a los problemas de ingeniería del país, mediante el estudio, análisis y discusión de dichas problemáticas.

Fuente: elaboración propia con datos de las respectivas páginas de cada entidad.

Cada organismo tiene diferentes enfoques y perspectivas para que exista un progreso mayor en el país y lo notable en todas, es el interés por ello.

3.2.2. Innovación tecnológica caso México

Los avances en la innovación tecnológica acelera y transforma a las economías y a cada agente o factor que se encuentre en ella, desafortunadamente cuando alguien se cuestiona o hace referencia a la situación en la que se encuentra México respecto a la innovación tecnológica, hasta la fecha la respuesta es, que México es uno de los países más atrasados y poco eficientes respecto a este tema, muestra de ello es que para el año 2007 se encontraba en la posición número 37 de 107 países y para 2013 en el ranking del Índice de Innovación Global¹⁰, México ocupa el lugar número 63 de 142 países, posición que muestra la baja producción científica e innovadora de país. Por otro lado, esto no quiere decir que no exista creatividad e inventiva en el capital humano mexicano, pero ahondar en los factores que lo limitan son cuestiones que nos alejarían del centro de este trabajo, pero se puede mencionar que dentro de esas limitantes existe el bajo impacto de la inversión extranjera directa, la escasa difusión del conocimiento y el insignificante gasto del Producto Interno Bruto (PIB) del país a este fin, puesto que no supera el 0.4%¹¹, sumado a un marco jurídico poco propicio.

Pero a pesar de ello México ha sido incubadora de pocos pero trascendentes innovaciones, prueba de ello, está en que algunos inventos mexicanos han traspasado las fronteras del país y que en su mayoría han sido aceptadas y reconocidas globalmente, algunas de ellas en la actualidad se siguen utilizando e innovando, en el cuadro 3 se puede apreciar algunas innovaciones tecnológicas hechas por mexicanos o que fueron pieza clave para su creación.

¹⁰The Global Innovation Index, es una publicación anual elaborada por la OMPI y la Universidad Cornell, en la cual se clasifican a los países en términos de su entorno favorable a la innovación y sus resultados de la innovación.

¹¹ Perspectivas de la OECD: México Reformas para el cambio, enero 2012.

**Cuadro 3.
Innovaciones/Inventos Mexicanos**

Año	Nombre	Autor
1910	Hélice Anáhuac	Ing. Juan Guillermo Villasana Castillo
1930	Rayos Cósmicos	Físico Manuel Sandoval Vallarta
1940	Televisión en color	Guillermo González Camarena
1948	Pilotes o losas de control	Ingeniero M. González Flores
1951	Píldora anticonceptiva	Luis Ernesto Miramontes
1954	Maquina tortilladora ¹²	Alfonso Gándara
1975	Catalizador pentametálico	Juan Manuel Lozano Gallegos
1979	Mousepad	Armando M. Fernández
1996	apoyo a la gestación Google	Héctor García Molina
1999	GNOME (GNU Network Model Environment)	Miguel de Icaza y Federico Mena
2000	Istabook	Víctor Celorio
2000	Maíz de Calidad Proteínica	Evangelina Villegas
2002	DELETUM 3000 o pintura antigrafito	Dres. Víctor Manuel Castaño y. Rogelio Rodríguez Talavera
2005	Concreto traslúcido	Ing. Joel Sosa Gutiérrez y Sergio Omar Galván Cáceres

Fuente: elaboración propia.

La innovación en México en comparación con otros países como: Estados Unidos, Japón, Suiza y Alemania, es mínima, y la cuestión es que las innovaciones que se llegan a dar, en su mayoría no llegan a tener un impacto siquiera a nivel nacional, y por ende tampoco a nivel internacional.

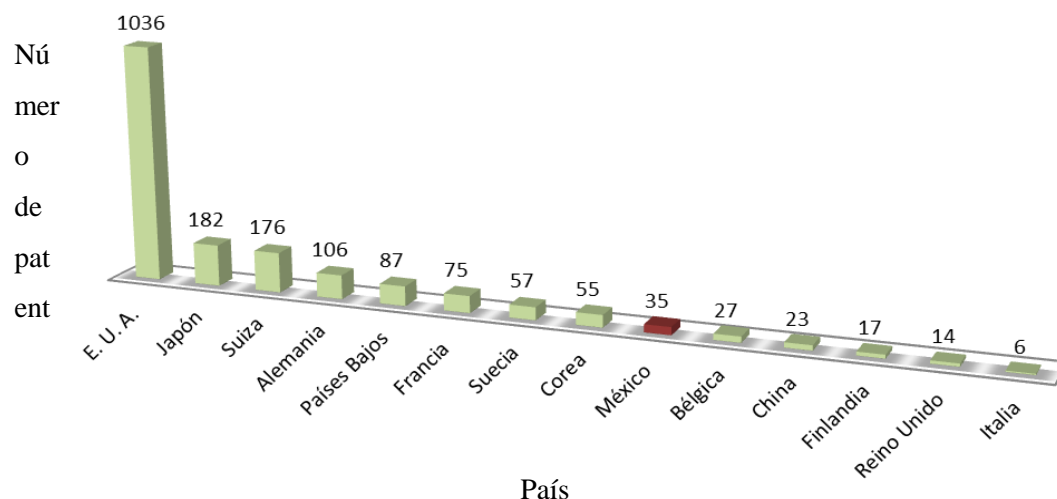
Los registros que llega a tener el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (en adelante IMPI) respecto al tema de patentes, marcas, modelos de utilidad¹³, diseño

¹²Varias pueden ser las fechas que se pueden encontrar acerca de la invención de la tortilladora, puesto que se dieron varios intentos desde 1879 antes de llegar a la que actualmente se utiliza.

industrial¹⁴, nombres comerciales¹⁵ y avisos comerciales¹⁶, son pocos en comparación a las que son solicitadas por mexicanos y extranjeros, puesto que la mayoría de las solicitudes son hechas por empresas transnacionales, siendo el mayor solicitante los Estados Unidos, seguido de Japón, Suiza y Bélgica, como se puede observar en el gráfico 2, donde de los principales titulares de patentes en México, los mexicanos ocupan el lugar número 9 de 14 países tan solo en el primer semestre de 2013.

Gráfica 2.

Principales titulares de patentes en México enero-junio 2013



Fuente: elaboración propia con datos de "El IMPI en cifras 2014".

Dentro del dato de México cabe destacar que los titulares de las patentes mexicanas, en su mayoría son instituciones educativas, ya que de los cuatro titulares, tenemos tres

¹³ Modelo de utilidad, es toda nueva forma, de algún artefacto, herramienta, instrumento, mecanismo u otro objeto o parte del mismo, que le proporciona alguna utilidad o característica que antes no tenía. “Manual para el usuario, SENADI”.

¹⁴ Diseño industrial, se refiere a la apariencia de un producto, respecto a colores, forma, textura o material. Manual para el usuario, SENADI.”

¹⁵ El nombre comercial es aquél que identifica a una empresa o establecimiento, simplemente es el nombre con el que se le conoce. “Guía del usuario, IMPI”.

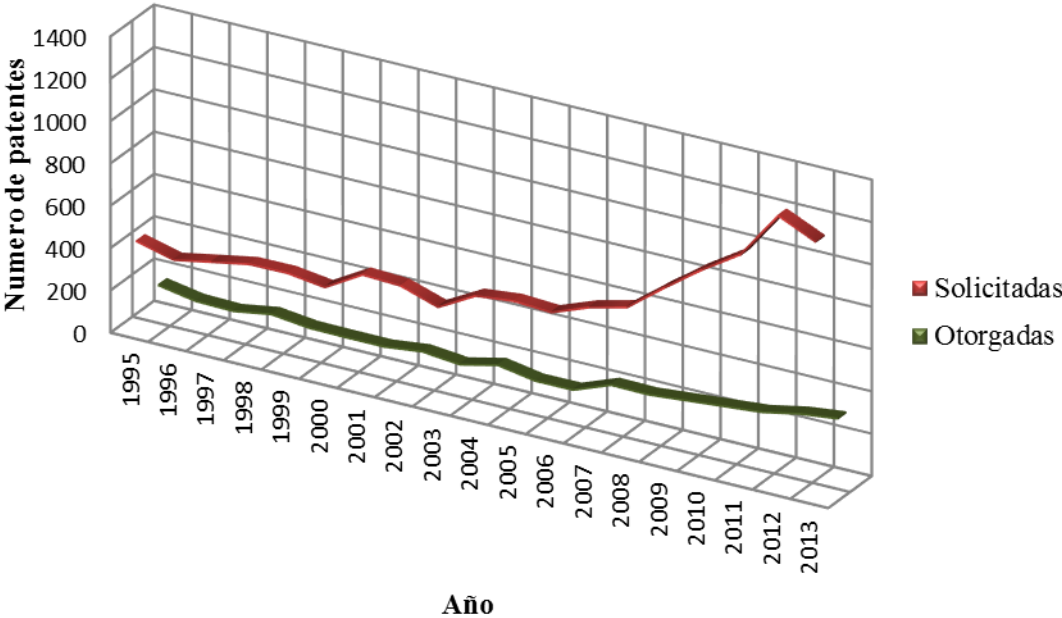
¹⁶ El aviso comercial se refiere frases u oraciones o bien un lema que tengan por objeto anunciar al público y distinguir a un producto o servicio “Guía del usuario, IMPI”.

universidades: el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y la Universidad Nacional Autónoma de México, siendo la única empresa, el Grupo Petromex, S.A. De C.V.

En la gráfica 3, se puede observar el poco crecimiento de las patentes otorgadas en el país, notando que la diferencia entre las solicitudes y registros deja mucho que desear, pues en tan solo 19 años el crecimiento anual de las patentes solicitadas ha sido del 5.6% aproximadamente, y en contraste, el crecimiento anual de las patentes otorgadas ha sido del 3.5% aproximadamente.

Gráfica 3.

Patentes 1995-2013



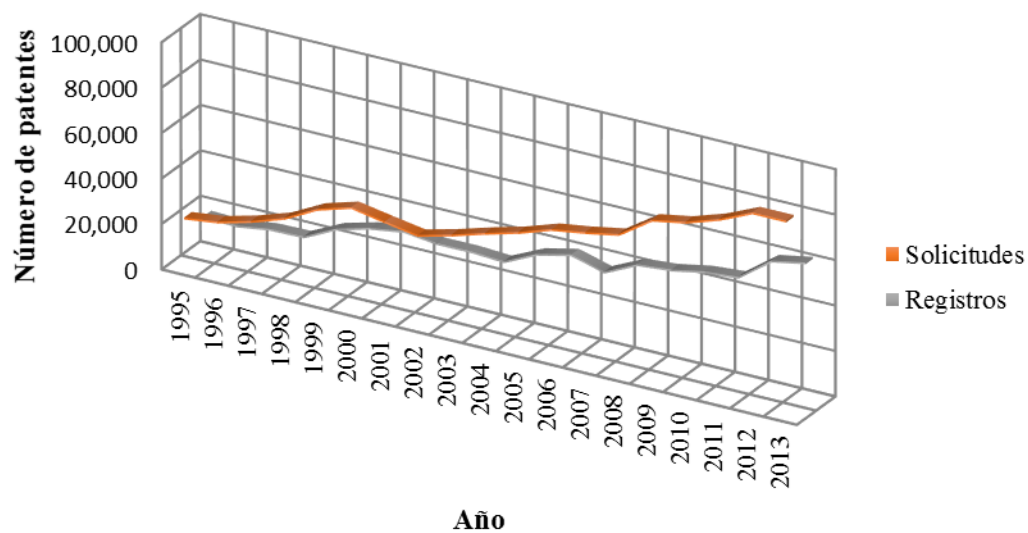
Fuente: elaboración propia con datos de "El IMPI en cifras 2014".

La importancia que se da al tema de las patentes es debido a que las estadísticas sobre ellas contienen información sobre los posibles cambios en las oportunidades de innovación tecnológica de los países, lo cual llega a provocar cambios en los mercados debido a las acciones tomadas de manera impulsiva por expectativas en el futuro¹⁷.

Véase ahora la gráfica 4, donde se observa el comportamiento y crecimiento del total de las diferentes marcas, modelos de utilidad, diseño industrial, nombres y avisos comerciales respecto a su número de solicitudes y registro.

Gráfica 4.

**Total de patentes
1995-2013**



Fuente: elaboración propia con datos de "El IMPI en cifras 2014".

Las patentes otorgadas se dividen en áreas tecnológicas las cuales son:

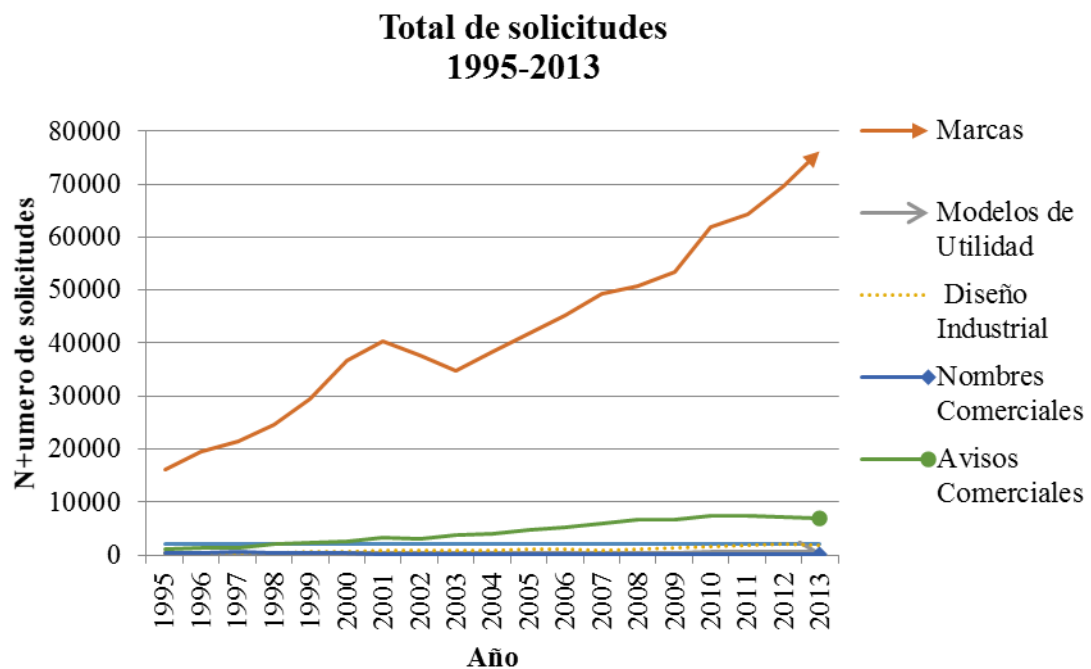
1. Artículos de uso y consumo

¹⁷ Pakes 1985

2. Técnicas industriales diversas
3. Química y metalurgia
4. Textil y papel, construcciones fijas
5. Mecánica
6. Física y electricidad

De las cuales las áreas que más patentes solicitaron y registraron fueron las tres primeras áreas, patrón que se sigue en las solicitudes y registro de otros productos cuyo comportamiento se puede observar en la gráfica 5 y 6.

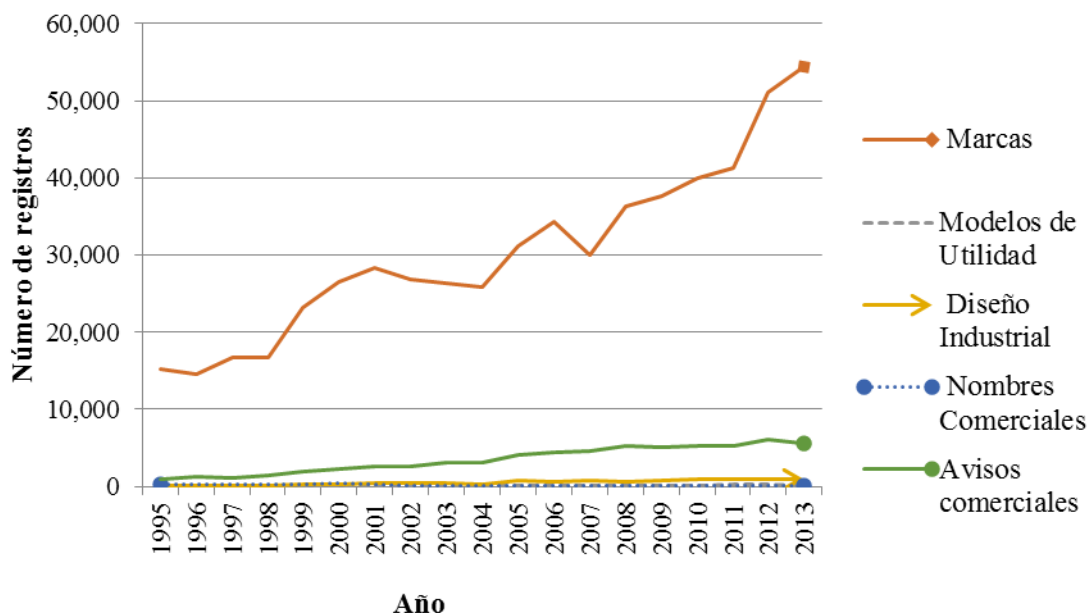
Gráfica 5.



Fuente: elaboración propia con datos de "El IMPI en cifras 2014".

Gráfica 6.

**Total de registros
1995-2013**



Fuente: elaboración propia con datos de "El IMPI en cifras 2014".

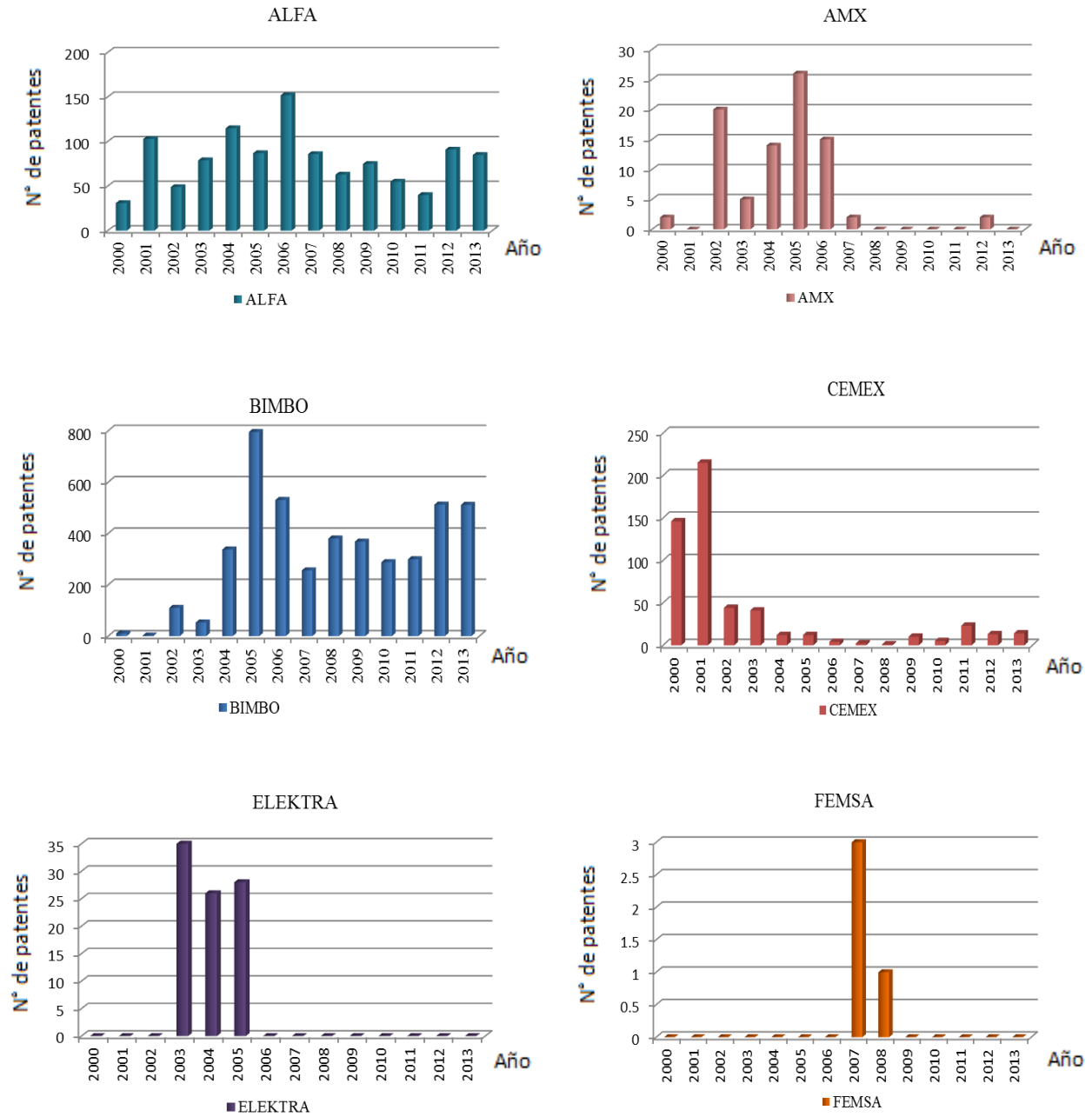
3.2.2.1. Patentes por empresa

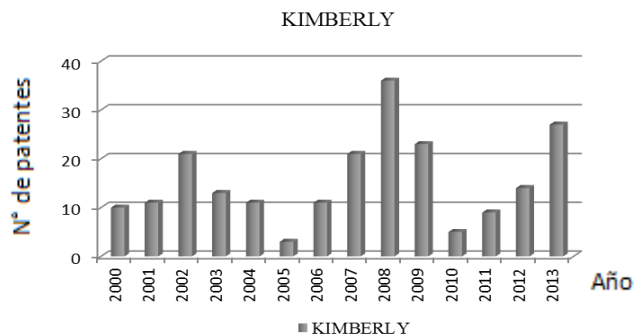
Debido a que la mayoría de las empresas realizan innovaciones ya sean de producto, marca, servicio o producción, estas protegen sus innovaciones mediante patentes, de manera particular se puede observar y conocer el número de patentes que por empresa concede el IMPI, en este apartado se muestran las patentes concedidas a algunas de las empresas que cotizan en la BMV.

En la figura 2 se muestran las patentes de las empresas emisoras de la BMV, las cuales forman parte de la muestra del Índice de Precios y Cotizaciones (en adelante IPC), para mayor detalle se trabaja este tema en el punto 3.3.1.

Figura 2.

Patentes por empresa de 2000-2013





Fuente: elaboración propia con datos de la página oficial del IMPI.

En general se trabajó con la suma de concesiones de patentes, marcas, avisos comerciales, nombres comerciales, modelos de utilidad y diseño industrial, ya que con el paso de los años las empresas van innovando sus logos, el mensaje de cada uno de sus servicios y por ende los productos que ofrecen, sin tomar en cuenta los permisos o concesiones de uso debido a que esto no es considerado como patente, pero que la mayoría de las empresas emplea.

De las siete empresas que se muestran en la figura 2, se puede notar que ALFA y KIMBERLY son las emisoras que más innovaron en los 13 años que se analizan, siguiéndoles AMX, BIMBO y CEMEX, siendo las que menos tuvieron innovaciones ELEKTRA y FEMSA, cabe señalar que el mayor registro que tienen estas empresas como concesiones en el IMPI, no son innovaciones sino permisos de uso autorizado.

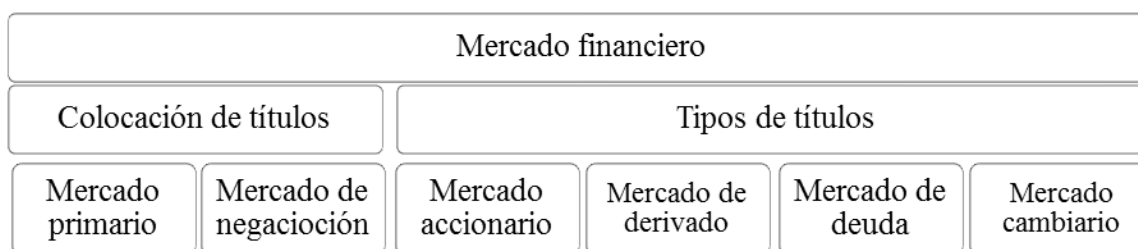
Como ya se mencionó las empresas anteriores son emisoras de la BMV, y se denominan Sociedades Anónimas Bursátiles de Capital Variable, es decir, S.A.B. de C.V y en el ámbito comercial solo como Sociedades Anónimas de Capital Variable, es decir, S.A. de C.V, el recuento que se hizo de las patentes abarcan estas dos denominaciones, ya que existen registros diferentes de cada uno de ellas, y para el caso de grupos que conforman una sociedad como por ejemplo ALFA que la integran 5 empresas, se realizó en recuento de cada empresa, como de la misma sociedad.

3.3. Mercado accionario mexicano

Al mercado financiero se le define como un foro, que mediante un conjunto de leyes, reglas e intermediarios, permite llevar a cabo negociaciones de oferta y demanda mediante la colocación títulos de crédito, los cuales proveen de inversión, financiamiento y cobertura a sus participantes.

El mercado financiero mexicano está integrado por cuatro mercados¹⁸ y debido a su división tan amplia, este se clasifica en dos categorías donde se subdividen el tipo de mercados que lo conforman a lo cual tenemos:

Cuadro 4.
Mercado financiero mexicano



Fuente: elaboración propia.

El mercado primario hace referencia a la colocación por primera vez de un título de crédito u acción, y en el mercado de negociación o mercado secundario se llevan a cabo la compra-venta de aquellos títulos que ya han sido emitidos en el mercado primario, dentro del mercado de negociación, las operaciones que se pueden celebrar son dos, ya sea en directo o en reporto.

- 1) En el directo, el comprador es dueño de los títulos hasta su vencimiento y puede venderlos en el tiempo que el desee antes de su vencimiento.
- 2) El reporto y consiste en un reportador y un reportado, el reportador tiene el dinero en efectivo y el reportado tiene títulos de valores, los que cede en

¹⁸ La división del mercado financiero de México es de cuatro mercados, los cuales son: de deuda, cambiario, accionario y de derivados, donde los dos últimos son de interés para la investigación.

garantía al reportador, mediante un plazo (más de 91 días) de devolución establecido a cambio del el principal prestado más un premio previamente preestablecido.

El mercado accionario es un espacio físico donde se realizan operaciones de forma electrónica la emisión de acciones, en México las operaciones del mercado accionario se efectúan en la Bolsa Mexicana de Valores (en adelante BMV), la cual esta supervisada bajo la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, pero que debido a sus características tiene facultades para establecer normas para supervisar y sancionar por si misma las acciones que su parecer afecten la dinámica de sus operaciones.

Los tipos de instrumentos que se negocian en la BMV pueden producir de forma pública o privada, donde la diferencia entre ambas es la forma en que se llevan a cabo, es decir la pública se hace mediante un medio de comunicación masiva y la privado no, siendo una característica de la privada, que su colocación es de un paquete de títulos entre un grupo de accionistas.

Entre los instrumentos bursátiles (de capital, de desarrollo y deuda) que se negocian en la BMV son los siguientes:

Acciones.- Una acción es un título el cual representa una parte proporcional del capital social de una empresa, la cual mediante su venta otorga un derecho de voz y voto dependiendo del tipo de acción.

Rendimientos [Dividendos
Ganancia de capital

Fibras.- Financiamiento de bienes raíces

CKSes.- Títulos o valores fiduciarios destinados para el financiamiento de proyectos, mediante la adquisición empresas promovidas

Rendimientos | Dependenden del usufructo de cada proyecto

Deuda gubernamental.- abarca CETES, Udibonos, bonos de desarrollo, pagares de indemnización carretera y bonos BPAS.

Instrumentos de deuda de corto, mediano y largo plazo.

De los instrumentos que se negocian en la BMV cabe mencionar que sus inversionistas o emisores pueden ser tanto empresas mexicanas como extranjeras e incluso acciones de otros mercados extranjeros.

3.3.1. El índice de precios y cotizaciones

En la BMV existen índices que examinan el comportamiento del mercado accionario, ya sea por medio de un número de empresas con alguna característica particular o bien de todo el mercado en su conjunto, lo que depende del enfoque y especialidad de cada una, uno de los principales índices bursátiles¹⁹ es el índice de precios y cotizaciones (en adelante IPC), su estructura es la siguiente:

Está formado mediante una muestra de 35 empresas, las cuales tienen la característica de ser las más bursátiles, este índice sirve como una medida del mercado respecto a su evolución en los precios de las empresas listadas, además de que otorga a los inversionistas información si desean aminorar el riesgo en la compra de acciones.

3.3.1.1. Metodología

Las variables que se utilizan para el cálculo del índice para cada serie en un tiempo determinado son las siguientes:

1. Número de operaciones acumuladas, es decir, su número de operaciones realizadas.
2. Importe operado acumulado respecto a su volumen y su precio.

¹⁹ El índice bursátil es un indicador donde se ve reflejado el nivel de negociación de las emisoras de una bolsa, en el caso de México el índice se calcula en tiempo real, Venegas 2008.

Posterior al cálculo del índice se calcula el índice de bursatilidad, la fórmula para el cálculo del IPC²⁰ es la siguiente:

$$G_t = G_{t-1} \left(\frac{\sum P_{it} * (K_{it} * FAF_i)}{\sum P_{it} * (K_{it} * FAF_i) * f_{it-1}} \right) \quad 3.1)$$

donde G_t : índice al tiempo t ,

P_{it} : precio de la serie accionaria i al tiempo t ,

K_{it} : acciones inscritas de la serie accionaria i al tiempo t ,

FAF_i : factor de ajuste por acciones flotantes de la serie accionaria i ,

f_i es el factor de ajuste por ex – derechos de la serie accionaria i al tiempo t

e $i = 1, 2, 3, \dots, n$

El índice se conforma de una muestra de 35 empresas y para poder seleccionar las empresas correctas están deben de cumplir con ciertos criterios o filtros, los cuales son:

- 1) Tiempo mínimo de selección continua
- 2) Porcentaje mínimo de acciones flotantes
- 3) Valor de capitalización flotado mínimo
- 4) Mayor factor de rotación
- 5) Calificación conjunta de los siguientes indicadores

Antes de seleccionar las 35 emisoras, se califican a 55 empresas mediante del Valor de capitalización flotado y la mediana de las medianas mensuales del IPC de sus series accionarias más bursátiles, ambos puntos de los últimos 12 meses.

²⁰ Basado en la Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) Nota Metodológica 2013, BMV.

3.3.2. Comportamiento del precio de las acciones

De las empresas que forman parte de la muestra del IPC, y en base al periodo de estudio de la investigación (2000-2013), se hizo un cotejo de las empresas que durante esos años han prevalecido²¹ en dicha muestra y solo 7 emisoras han podido posicionarse durante todo ese periodo entre las más bursátiles, más 1 emisora que desde 2001 a 2013 se posiciono con ellas, las cuales son las siguientes:

Cuadro 5.
Empresas emisoras pertenecientes a la muestra del IPC

Emisoras			
ALFA	BIMBO	ELEKTRA	GFNORTE
AMX ²²	CEMEX	FEMSA	KIMBER

Fuente: elaboración propia con datos de la BMV.

ALFA: integrada por cinco empresas, Alpek, Nematik, Sigma, Alestra y Newpek juntas son el más grande productor de dispositivos de aluminio para la industria automotriz y productos de poliéster petroquímicos, carnes frías y servicios de telecomunicaciones y tecnologías de información para las empresarial.

AMX: conocida como American Movil, proporciona servicios de telecomunicaciones a nivel nacional o internacional.

BIMBO: Grupo Bimbo se orienta a la panificación, dulces y botanas, siendo parte de él, Marinela, Barcel y Ricolino.

CEMEX: Cementos de México, dedicado a la elaboración de materiales para la industria de la construcción

²¹ Dentro de la muestra hay una empresa adicional conocida como WALMEX, pero no es significativa para lo que se requiere en la investigación, Por lo cual no es tomada en cuenta.

²² AMXL ha permanecido en la muestra del IPC desde el año de 2001 a 2013, por ello también se toma como base para el trabajo de investigación, para ampliar los datos.

ELEKTRA: opera comercialmente mediante la adquisición, administración y arrendamiento de inmuebles.

FEMSA: conocido como Fomento Económico Mexicano, es embotellador de Coca-Cola, cuenta con una cadena de tiendas comerciales conocidas como OXXOS.

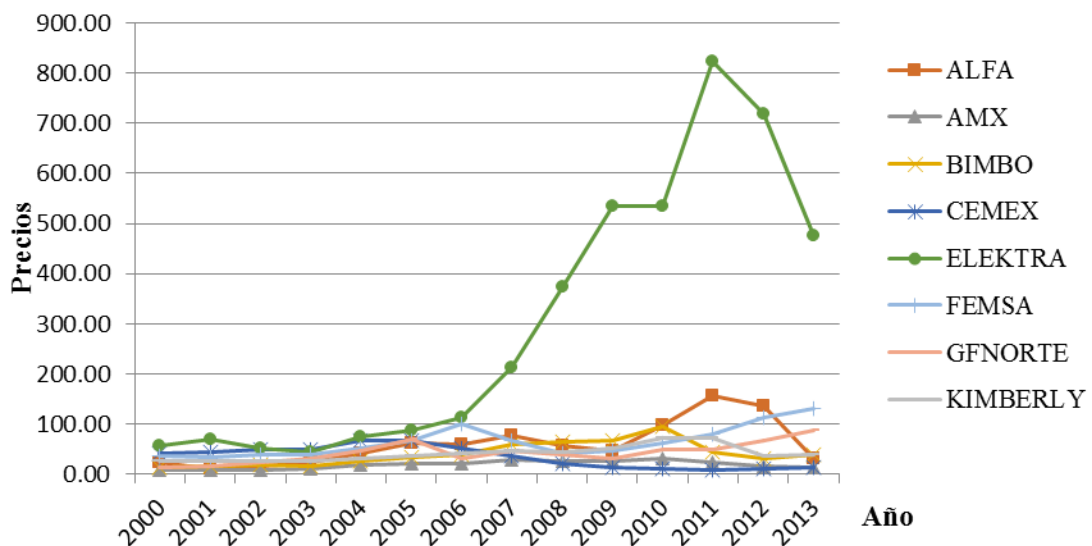
GFNORTE: mejor conocido como Grupo Financiero Banorte, otorga servicios financieros

KIMBERA: o Kimberly-Clark Corporation, dedicada a la manufactura y comercialización de productos de consumo y cuidado de la salud.

De manera simple en el gráfico 7 muestra el comportamiento de los precios de cada emisora en el periodo de 2000-2013, los datos utilizados son el precio de cierre de las acciones obtenidas de manera mensual de la página de Yahoo Finance, la cual tiene un registro de todas las acciones que se emiten en todas las Bolsas de Valores del mundo.

Gráfica 7.

**Comportamiento de los precios de las acciones
2000-2013**

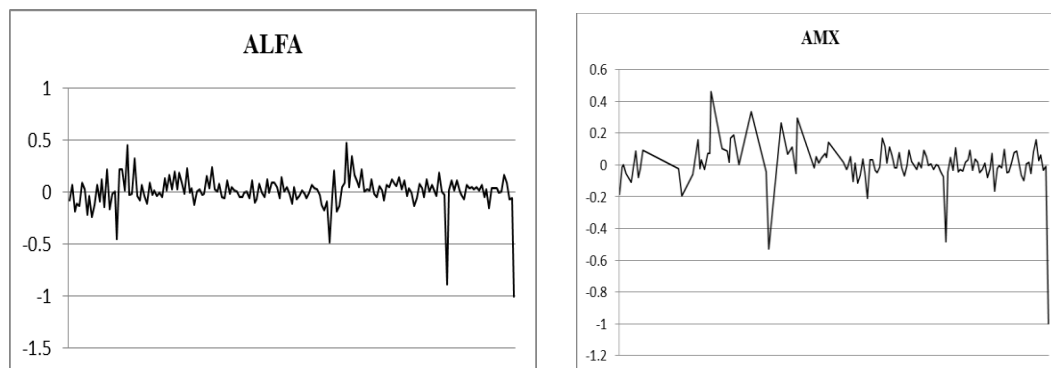


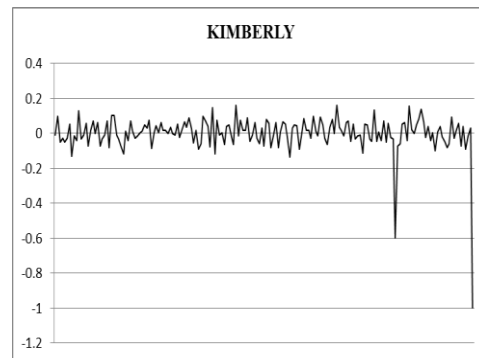
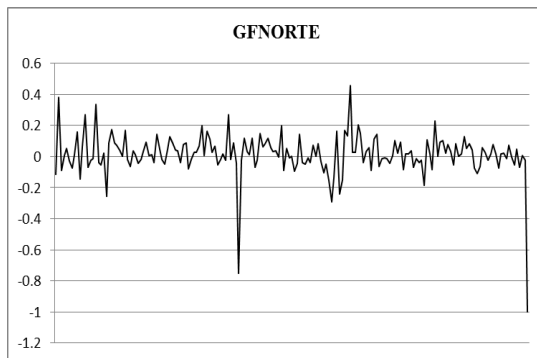
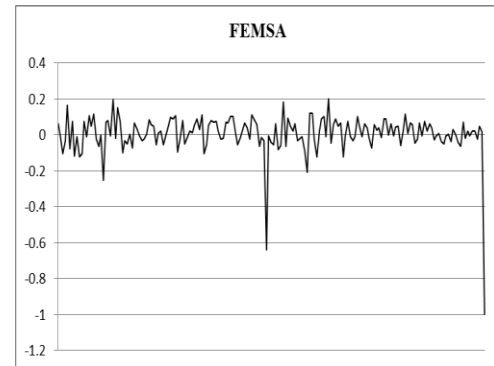
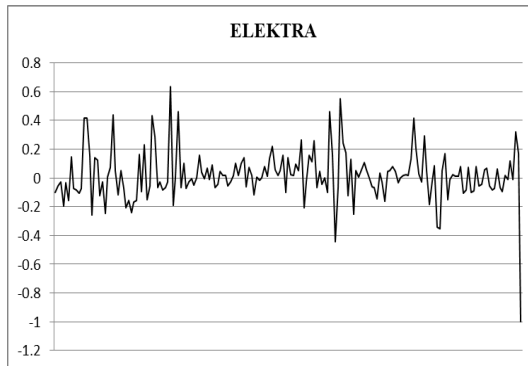
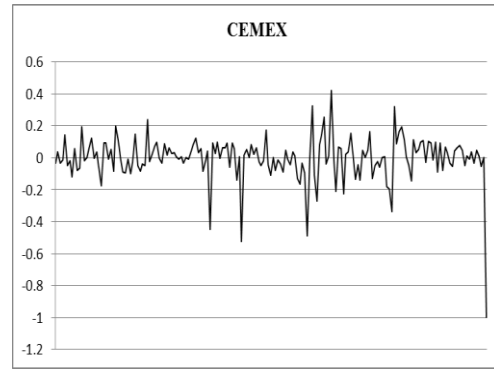
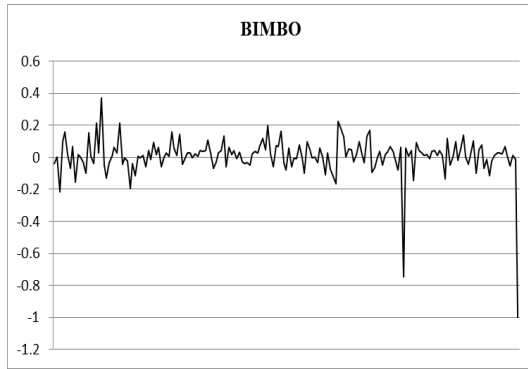
Fuente: elaboración propia basado en los datos históricos de los precios, publicados en Yahoo Finance.

En el gráfico anterior podemos observar que la empresa con mayor tendencia a la alza en el precio de sus acciones es Eleckta, teniendo una caída a mediados de 2008 repuntando a la alza nuevamente en 2010, para 2011 caer nuevamente dramáticamente, las empresas como Femsa, Gfnorte, Kimberly y Alfa, tienen una tendencia a la alza de 2000 a 2006 aproximadamente para después de eso verse inmersas en un descenso hasta 2009. Cemex, tiene un comportamiento a la baja a partir de 2004, Bimbo y Gfnorte ascienden mientras que Alfa y Kimberly tienen una caída a partir de 2009. El comportamiento de los precios es particularmente poco predecible debido a que la característica de la volatilidad en ellos los hace tener saltos ya sea hacia arriba o hacia abajo en tiempo y tamaño inimaginable. Muestra de ello véase la figura 2 en la que podemos observar el comportamiento de los rendimientos de las mismas empresas, donde vemos comportamientos con valores extremos o saltos muy pequeños, Cemex y Elektra tienen rendimientos con saltos más pronunciados al igual que AMX, mientras que Alfa, Bimbo y Femsa su volatilidad no es inestable pero llegan a tener picos muy altos.

Figura 3.

Comportamiento de los rendimientos de las emisoras del IPC datos mensuales de 2000-2013





Fuente: elaboración propia basado en los datos históricos de los precios, publicados en Yahoo Finance.

3.4. Análisis del comportamiento del precio de las acciones respecto a las innovaciones tecnológicas.

En esta sección se analiza el comportamiento del precio de las acciones de las emisoras que forman parte de la muestra del IPC y que han prevalecido en ella durante 13 años, las empresas que se utilizan son las mencionadas en el punto anterior, y debido a que la

disposición de datos sobre las innovaciones tecnológicas es poca, esto puede tener una afectación en los resultados de la relación entre estas variables, por lo cual para tener un resultado fiable, se hace uso de un modelo de datos panel desbalanceado.

Los datos de las innovaciones tecnológicas fueron tomados como ya se mencionó anteriormente del número de patentes por empresa, analizando año por año los registros de cada una de las empresas en el IMPI.

3.4.1. Datos panel

Este tipo de método utiliza datos, combinando series de tiempo y corte transversal de un determinado periodo, el conjunto de datos panel proporcionan información útil sobre alguna dinámica de comportamiento, el efecto de una variable sobre otra y de alguna forma minimiza el sesgo al utilizar variables con diferente medición, en este caso de las innovaciones tecnológicas y el precio de las acciones.

Existen dos tipos de datos panel, esto debido a la cantidad de información que se tenga de las variables a examinar, uno es el panel balanceado, donde se tiene todos los datos (años, índices, tasas, etc.) de las variables a estudiar, es decir, se tienen el mismo número de observaciones en el tiempo, y el panel desbalanceado, que carece de algunos datos en el periodo de estudio.

Una manera general de formular datos panel es la siguiente:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \delta_i X_{it} + \delta_{2i} X_{2it} + \dots + \delta_{\omega i} X_{\omega it} + \mu_{it} \quad (3.2)$$

donde

$$i = 1, 2, 2, \dots, n$$

$$t = 1, 2, 3, \dots, T$$

donde i representa la i -ésima unidad transversal y t el tiempo.

Se suponen las X no estocásticas en principio, y que el término de error, cumple con las suposiciones clásicas, es decir,

$$E(u_{it}) \sim N(0, \sigma^2)$$

Para la modelación de datos panel existen tres métodos:

Minimos cuadrados ordinarios (en adelante MCO).- Este método asume un intercepto común para todas las empresas.

Efectos fijos (en adelante EF).- Método que reconoce en las intersecciones que cada unidad tiene características propias de manera individual.

Efectos aleatorios (en adelante EA).- Este método supone que la intersección de una unidad individual se extrae de manera aleatoria de una población mucho más grande y que tiene valor medio constante, con lo cual, la intersección se expresa como una desviación respecto a dicho valor medio constante²³.

3.4.2. Modelo

Para conocer la relación entre las innovaciones tecnológicas y el precio de las acciones se presenta el siguiente modelo de análisis:

$$p_{accion_{it}} = \beta_0 + innova_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.3)$$

Se toma un conjunto de 9 empresas pertenecientes a la muestra del IPC, las cuales han permanecido en dicha muestra durante el periodo de estudio de 2000-2013.

Las innovaciones tecnológicas fueron tomadas realizando un análisis de los registros de cada empresa en el IMPI, se toman en cuenta como innovaciones tecnológicas los

²³ N. Gujarati Damodar y C. Porter Dawn 2009, *Econometría*. Editorial McGraw-Hill 4ta edición.

siguientes conceptos, para fines prácticos tanto de modelo como de la investigación: patentes, marcas, modelos de utilidad, diseño industrial, nombres comerciales y avisos comerciales, los cuales fueron descritos en los puntos anteriores.

donde,

paccion = precio de las acciones

innova= número de patentes concedidas por el IMPI

Se utilizara un panel desbalanceado debido a que en algunos años difiere la información de patentes respecto a los años observados.

Cuadro 6.

Resultados de la estimación del modelo

Variable dependiente: rendimientos de los activos

Variables	Métodos		
	MCO	EF	EA
linnova	-.0404213	.105662	.0840027
	0.743	0.051	0.085
cons	3.8551449	3.27476	3.446537
	0.000	0.000	0.000
F (p-value)		0.0000	
LM (p-value)		0.0028	
Hausman(p-value)			0.3136
Observaciones	89	89	89
R ²	.0472	0.0162	.0310

Fuente: elaboración propia.

3.4.2.1. Análisis de resultados

En el cuadro 6 se muestran las estimaciones econométricas de modelo de datos panel, en la primer columna se encuentra la estimación en MCO, la segunda, la estimación mediante EF y

en la tercera, los EA, y tres pruebas: la prueba F (p-value= 0.0000), la prueba LM (p-value = 0.0000) y prueba Hausman (p-value = 0.3136), las cuales nos dan como resultado que las innovaciones tecnológicas tienen un impacto en los rendimientos de los activos. Como se observa en el cuadro 6, la prueba de MCO indica que las innovaciones tienen un efecto negativo en los rendimientos, es decir, si las innovaciones aumentan en un 1%, los rendimientos disminuirán en 0.040%, sin embargo la prueba de EF y EA indican que el impacto es de manera positiva, pues por cada 1% que lleguen a aumentar las innovaciones los rendimientos aumentaran en .10% y .084% respectivamente.

Para determinar cuál de los modelos es más adecuado para la investigación, a continuación se describen las estimaciones de cada una de ellos con sus respectivas pruebas.

Prueba de efectos fijos vs mínimos cuadrados ordinarios

Para modelar el carácter individual utilizamos efectos fijos ya que no supone diferencias aleatorias, sino constantes y fijas, por ello debemos estimar cada intercepto u_i , mediante la técnica de “las variables dicotómicas de intersección diferencial”, que se expresa de la siguiente manera:

$$Y_{it} = \omega_i + \beta_1 X_{it} + e_{it} \quad (3.4)$$

donde ω_i es un vector de variables dicotómicas para cada empresa.

Para determinar qué modelo es mejor ya sea MCO o EF se utiliza una prueba F restrictiva.

Hipótesis nula

H₀: Todas las variables dicotómicas de los estados son iguales a cero

$$\omega_1 = \omega_2 = \dots = \omega_i = 0$$

Si se acepta H_0 , todos los coeficientes individuales son cero, prefiriendo MCO

Si H_0 se rechaza, nos indica que al menos algunas variables dicotómicas no son iguales a cero y se utiliza EF

El resultado de esta prueba a un nivel de confianza de 94% para el modelo fue

$$F = 5.83$$

$$\text{Prob } F = 0.0000$$

Como la probabilidad es menor a 0.05, nos indica que podemos rechazar H_0 y por lo tanto es mejor usar el método de efectos fijos.

Prueba de efectos aleatorios vs mínimos cuadrados ordinarios

El modelo de efectos aleatorios es:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{it} + e_{it} \quad (3.5)$$

donde $\alpha_i = \alpha + u_i$, es decir se considera a α como una variable aleatoria con valor medio α y una desviación aleatoria u_i de este valor medio, dando:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{it} + u_i + e_{it} \quad (3.6)$$

observamos que si la varianza de $u_i = 0$, es decir, $\sigma^2 = 0$, no existe ninguna diferencia relevante entre MCO y EA. Breusch y Pagan formularon la conocida prueba del multiplicador de Lagrange para efectos aleatorios, para determinar qué modelo es mejor MCO o EA.

Hipótesis nula

$H_0: \sigma^2 = 0$ No existe ninguna diferencia relevante entre el modelo MCO y EA

Si H_0 se rechaza, Sí existe diferencia entre MCO y EA, y se prefiere usar EA

Resultado de la prueba LM

$$\text{Chi}^2 = 7.70$$

$$\text{Prob } \text{chi}^2 = 0.0028$$

La prueba arroja una probabilidad menor a 0.05, se rechaza H_0 , por lo tanto, los efectos aleatorios u_i son relevantes, se prefiere usar EA que MCO.

Prueba de efectos fijos vs efectos aleatorios

Las pruebas de F- restrictiva de los EF y Breusch-Pagan indican que tanto el modelo de efectos fijos como el de aleatorios son mejores que el modelo de mínimos cuadrados. Para decidir cuál de los dos usar, depende de la posible correlación entre el componente del error individual u_i y las variables independientes²⁴. El modelo de efectos aleatorios supone que esta correlación es igual a cero.

La prueba de Hausman nos ayuda a determinar si es mejor usar efectos fijos o efectos aleatorios. Ya que Hausman demostró que la diferencia entre los coeficientes de efectos fijos y aleatorios ($\beta_{ef} - \beta_{ae}$) puede ser usada para probar la hipótesis nula de que u_i y las variables independientes no están correlacionadas, se plantea que:

Hipótesis nula

Ho: los estimadores de efectos aleatorios y de efectos fijos no difieren sustancialmente.

Si se rechaza H_0 , los estimadores sí difieren, concluyendo EF es más conveniente que EA.

Si se acepta H_0 , no hay sesgo y prefiere usar EA

El resultado de la prueba Hausman para el modelo

$$\text{Chi}^2 = 1.00$$

$$\text{Prob chi}^2 = 0.3163$$

²⁴ Análisis basado en las notas de estudio de Juan Marroquín Arreola.

H_0 no se rechaza; es decir, la diferencia entre los coeficientes de efectos aleatorios y fijos no es sistemática. Por lo tanto, conviene usar el método de efectos aleatorios.

En conclusión, los resultados de la estimación de modelo que se muestran en cuadro 6, de acuerdo a los resultados se prefiere al modelo de efectos aleatorios en lugar del de efectos fijos o de mínimos cuadrados ordinarios, esto relajando el nivel de confianza a un 92%²⁵. Dentro de los estimadores se muestra que la relación entre las innovaciones tecnológicas (patentes) tiene un efecto positivo en los precios de las acciones, es decir, por cada patente que se conceda a la empresa emisora esta tienen un efecto positivo y significativo de .084% en el precio de la acción. O bien si las innovaciones en la empresas aumentan en un 1% el rendimiento de las acciones incrementara en .084%.

²⁵ La probabilidad se hace a un nivel de confianza del 94% debido a que la escasez de datos afecta los resultados.

CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de esta tesis fue analizar y explicar la relación y comportamiento del precio de los activos de las acciones de algunas de las empresas que forman parte de la muestra que se cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores respecto a las innovaciones tecnológicas y aportar un modelo donde se pueda visualizar esta relación, el efecto de una sobre otra variable. La literatura relacionada con el tema de investigación fue de vital importancia para el desarrollo de la misma.

Para cumplir con la finalidad de la investigación, se organizó en tres capítulos que se resumen a continuación. El capítulo 1 describe la importancia de la innovación tecnológica como elemento en el desempeño de la economía, ya que es una variable que influye en el desarrollo y el crecimiento (Schumpeter, 1912). Se describió como las innovaciones tecnológicas y los mercados de capitales tienen ciertas cualidades que las hacen muy similares, pues los saltos bruscos hacia arriba o hacia abajo en los precios de los activos y, por ende, en los índices bursátiles se relacionan con la aparición de innovaciones trascendentes. A lo cual el capítulo se centró en el tema de la innovación tecnológica y de manera separada se examinó la cuestión de los mercados de capitales y su comportamiento.

Los capítulos 2 y 3 se centraron más en el análisis conjunto de la innovación tecnológica y el precio de los activos, en el capítulo 2 se trabajó con el modelo propuesto por Garleanu, *et. al.* (2012), examinando las relaciones funcionales entre las innovaciones tecnológicas y el rendimiento de los activos. Por lo cual se planteó de manera simplificada el modelo original para conocer la intuición de dicho modelo, con lo cual se pudo trabajar para hacer una extensión del mismo modelo al cual se le introdujeron los saldos monetarios reales y saltos de Poisson, donde se destacó que se pueden observar patrones en el comportamiento de la valoración de los activos y las innovaciones tecnológicas.

Por lo tanto en el capítulo 3 se analizaron las características de la innovación tecnológica partiendo de lo general a lo particular, es decir, se inició el apartado analizando las innovaciones internacionales y posteriormente el caso de México, así como el comportamiento del mercado accionario mexicano enfocado a las empresas que eran de interés para el trabajo de investigación, recordando que fue un conjunto de ocho empresas que formaban parte de la muestra del IPC y que han permanecido en dicha muestra durante el periodo de estudio (2000-2013), a partir de lo cual se planteó un modelo de datos panel desbalanceado, debido a la escasa información que se obtuvo respecto a las innovaciones de las empresas estudiadas. Recordando que el número de innovaciones fueron tomadas de los registros realizados en el IMPI por dichas empresas, los datos sobre los rendimientos de los activos fueron tomados de las bases de datos de Yahoo Finance.

Con el planteamiento del modelo de datos panel desbalanceado y su estimación al comparar las tres pruebas: la prueba F (p-value= 0.0000), la prueba LM (p-value = 0.0000) y prueba Hausman (p-value = 0.3136), dio como resultado que las innovaciones tecnológicas tienen un impacto en los rendimientos de los activos. Se observó que la prueba de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) indica que las innovaciones tienen un efecto negativo en los rendimientos, es decir, si las innovaciones aumentan en un 1%, los rendimientos disminuirán en 0.040%, por otro lado la prueba de efectos fijos (EF) y efectos aleatorios (EA) indicaron que el impacto es positivo, pues por cada 1% que aumenten las innovaciones los rendimientos aumentarán en .10% y .084% respectivamente.

Finalmente se concluye que el modelo de efectos aleatorios es mejor que el de efectos fijos o de mínimos cuadrados ordinarios, al relajar el nivel de confianza a un 92%. Los estimadores mostraron que la relación entre las innovaciones tecnológicas (patentes) tiene un efecto positivo en los precios de las acciones, y por ende en sus rendimientos, es decir, si las innovaciones en la empresas aumentan en un 1% el rendimiento de las acciones incrementaran en .084%. Cumpliéndose la hipótesis ya que las innovaciones tecnológicas si tienen un impacto en los rendimientos de las acciones.

BIBLIOGRAFÍA

Bass, R. (2011). Stochastic Processes. *Cambridge University Press*. Editorial Board Z. Ghahramani.

Blanca Vila Riudavets (2008). Propiedad Industrial: Las Patentes. Oficina Española de Patentes y Marcas. Universidad de Cantabria.

Cai, N. (2011). Jump Diffusion Processes in Financial Modeling. BiblioBazaar.

Comin, Mark Gertler and Ana Maria Santacreu (2009). Technology Innovation and Diffusion as Sources of Output and Asset Price Fluctuations Diego. Harvard business school. June.

Eduardo S. Schwartz y Lenos (2004). *Real Options and Investment under Uncertainty.: Classical Readings and Recent Contributions*. Trigeorgis.

Gabriel Góngora Biachi y Antonia Madrid Guijarro (2010). El apoyo a la innovación de la PyME en México. Un estudio exploratorio. *Investigacion y Ciencia*. Universidad de Aguascalientes. No. 47.

Garleanu, N., S. Panageas, and Jianfeng Yu (2012). Technological Growth and Asset Pricing. *The Journal of Finance*. Vol. 47, No. 4, pp. 1265-1292.

Javier Jasso Villazul, (2004). Trayectoria Tecnológica y ciclo de vida de las empresas: una interpretación metodológica acerca del rumbo de la innovación. *Contaduría y administración*, UNAM.

John H. Cochrane (2005). *Asset Pricing*. Princeton University Press by Princeton and Oxford.

Jonathan B. Bern, Richard C. Green, and Vasant Naik (1999). Optimal investment, Growth Options and Returns Security Returns. *The Journal of Finance*. Vol. LIV, No. 5.

Lubos Pastor and Pietro Veronesi. (2008). Technological Revolutions and Stock Prices. NBER Working Paper No. 11876. JEL No. G1.

Miguel Ángel Galindo (2008). *Schumpeter: vida y pensamiento de un polemista*. Libros de economía y empresas. Año III. Número 1.

N. Gujarati Damodar y C. Porter Dawn (2009). *Econometría*. Editorial McGraw-Hill 4ta edición.

OCDE y Eurostat. Manual de Oslo, guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera edición.

Owen A. Lamont, 22 de noviembre (1999). Investment Plans and Stock Returns. University of Chicago and NBER.

Pasik-Duncan, B. (2002). Stochastic Theory and Control: Proceedings of a Workshop held in Lawrence. Kansas, Springer.

Robert E. Lucas, Jr.(1978). Asset Prices in an Exchange Economy. *Econometrica*. Vol. 46, No. 6. pp. 1429-1445.

Schumpeter, J. (1912). "*La Teoría del Desarrollo Económico*". Fondo de cultura económica.

Venegas-Martinez, F. (2006). *Riesgos financieros y económicos*. Thomson.

Villanueva-Javier. (2003). "El crecimiento y el ciclo económico: La visión Schumpeteriana". *Boletín de lecturas sociales y económicas*. UCA. FCSE. Año 3. N° 13, pp 11-16.

Vito D. Gala (2006). Investment and Returns. Ph.D. Dissertation, The University of Chicago Booth School of Business.

Referencias electrónicas

Banco de México (Banxico)
www.banxico.org.mx

Estrategia gerencial, innovación tecnológica
<http://es.slideshare.net/JavierMadridC/linea-del-tiempo-de-la-computacion-desde-1976-hasta-2010>

<http://inciclopedia.wikia.com>
<http://kamilokalderin.blogspot.mx>
<http://listas.20minutos.es>
<http://mexico.cnn.com>
<http://siga.impi.gob.mx>
<http://www.bmv.com.mx>
<http://www.cairn.info>
<http://www.gestiopolis.com>
<http://www.invdes.com.mx>

<http://www.proyectohormiga.org>

Organismo mundial de la protección intelectual (WIPO)

<http://www.wipo.int/portal/es/>