



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**“Hipótesis del Mercado Eficiente, aplicación de una prueba en  
forma débil en el Mercado Mexicano de Valores”**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Maestro en Finanzas**  
**Campo de conocimiento: Bursátiles**

Presenta:  
**Enrique Montiel Monroy**

Tutor:  
**M.F. Francisco Gerardo Serrano**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

**Ciudad de México, septiembre de 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Índice

Planteamiento del problema .....	4
Objetivos de investigación .....	6
Hipótesis.....	7
Pregunta de investigación.....	7
Metodología.....	8
Resumen capitular .....	10
Introducción .....	12
Capítulo I: Teoría de los mercados eficientes .....	15
1.1 Introducción .....	17
1.2 Antecedentes .....	18
1.3 Concepto .....	27
1.4 Marco matemático.....	27
1.5 Formas de la EMH .....	31
Eventos.....	35
1.6 Anomalías del mercado.....	37
Sesgos de comportamiento.....	39
Anomalías fundamentales .....	40
Efecto de autocorrelación.....	41
Valor, tamaño y otras regularidades .....	41
Microestructura del mercado.....	43
Comportamiento de los mercados eficientes y las burbujas financieras.....	44
1.7 Críticas a la hipótesis de los mercados eficientes .....	46
Capítulo II: S&PBMV IPC.....	50
2.1 Introducción .....	50
2.2 Representatividad del índice.....	51
2.3 Impacto de la globalización financiera en los índices bursátiles.....	53
La economía global y sus efectos en México .....	59
Incorporación de factores macroeconómicos en índices bursátiles .....	61
2.4 Efectos de la volatilidad y las crisis financieras en los índices .....	62
Crisis y sus implicaciones en el ámbito internacional .....	62
Crisis financiera y sus secuelas al sector real de México .....	65
La recuperación internacional .....	69
2.5 La eficiencia del mercado mexicano durante la crisis <i>subprime</i> .....	70
Capítulo III Modelo de estudio: Econometría de series de tiempo .....	71
3.1 Introducción .....	71

3.2 Conceptos.....	72
3.3 Propuestas para el análisis de la eficiencia del mercado de valores en México.....	75
3.4 Descripción del modelo.....	75
3.5 Descripción de los datos.....	77
3.6 Modelo estimado .....	80
Pruebas de estacionariedad.....	81
Prueba de raíz unitaria.....	85
Capítulo IV: Resultados .....	88
Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF).....	89
Prueba ADF con criterios.....	91
Prueba Phillips Perron (PP) .....	96
Análisis de prueba Phillips Perron (PP) .....	97
Prueba VR.....	99
Pruebas de autocorrelación (ACF y PACF).....	100
Análisis de anomalías (crisis financieras en México).....	103
Análisis de anomalías (efecto enero) .....	106
Conclusiones .....	112
Bibliografía .....	118
Anexo 1: Teoría de las finanzas .....	130
Anexo 2: Sectores del Mercado de Valores .....	140

## Planteamiento del problema

Los esfuerzos de expertos financieros, profesionales, reguladores de mercado y académicos para mejorar las decisiones de inversión en el mercado han persistido durante años y pese a los esfuerzos realizados por académicos, como los de (Bachelier, 1900), (Graham, 1934), (Kendall M. y., 1953), (Roberts H. , 1959), (Cootner, 1964), (Samuelson P. , Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly, 1965), (Jensen, 1967), (Fama, 1970), (Rubinstein, Securities market efficiency in an Arrow-Debreu economy, 1975), (Marsh P. , 1979), (Taylor, Forecasting market prices, 1988) y (Brock W. e., 1996), han hecho una notable contribución a la explicación del comportamiento de los mercados de valores para mejorar decisiones de inversión. Asimismo, estudios recientes, como los de (Laopodis, 2004), (Ferson, 2005), (Lim, 2008), (Skosgsvik, 2008), (Balsara, 2007), (Bettman, 2009), (Hatemi-J, 2009), (Borges, 2010) y (Alexeev, 2011), han tratado de mejorar las diferencias existentes y superar algunas de las debilidades identificadas de los modelos empleados.

Un gran número de investigadores han contribuido al debate sobre la eficiencia del mercado, haciendo de esta, una de las áreas más ampliamente investigadas en el campo de las finanzas. (Roberts H. , 1959) ha declarado categóricamente que en la historia de las finanzas, los mercados y los precios de las acciones son las áreas más estudiadas, lo que resulta en varias teorías del comportamiento de los mercados de valores y técnicas que suelen indicar la dirección futura de los precios de las acciones. La creación de un modelo formal para medir la eficiencia del mercado se da en el trabajo doctoral de (Fama, 1970) en el que aumentó el interés por el estudio del mercado de valores y el comportamiento de los precios de las acciones.

Para el desarrollo de esta investigación se buscará probar la hipótesis débil en el mercado de valores mexicano y para ello se requieren supuestos y teorías propuestas por Eugene Fama en su tesis doctoral en 1970 en donde el concepto de eficiencia se materializa. En dicho trabajo se modeló una teoría financiera en las décadas subsecuentes a 1970, si bien es cierto que los mercados son impredecibles, las investigaciones que se dieron subsecuentemente, (Lo A. a., 2002) y (Clare, 1995) o (Mandelbrot, The Variation of Certain Speculative Prices, 1963) por mencionar solo a algunos, han provocado que el concepto sea diferente. A pesar que el concepto es fundamental en la teoría de portafolios, aún no existe una forma de medición aceptada para dicha teoría, así se tiene la formación de burbujas financieras, dadas a rachas irracionales no identificadas, y con ello los movimientos súbitos o de ajuste merman la confianza en los mercados.

En su clásico trabajo (Fama E. , 1970) define como eficiencia débil de mercado a la imposibilidad de obtener, en el largo plazo, rendimientos más allá de lo esperado a través del análisis de precios del activo, dejando como única posibilidad el uso del análisis fundamental o de información privilegiada, esto es,

$$E[X_{i+1}|X_1, \dots, X_n] = X_n$$

donde  $X$  es el precio del activo en el tiempo  $t$ . esta definición plantea la ausencia de patrones en los precios de las acciones, no necesariamente como un equilibrio. Tradicionalmente, esta definición de eficiencia ha sido analizada mediante diversas pruebas de covarianza y estacionariedad, (Granger C. W., 1963), (Lehmann B. , 1990) y (Pincus, 1991), quienes estudiaron los rendimientos que provienen de una martingala. Analizando el mismo problema desde otra perspectiva, (Mandelbrot, When Can Price be Arbitraged Efficiently? A limit to the validity of the Random Walk and Martingale Models, 1971) demuestran que la presencia de valores extremos en los rendimientos de mercado no viola el supuesto de martingala (solo el de proceso markoviano), pero que hacen prácticamente imposible el arbitraje en los mercados por la gran cantidad de capital necesario para hacerlo.

Este problema ya ha sido examinado en varios trabajos como el de (Oponga, 1999) y el de (Yeh, 2001), en estas investigaciones se ha aportado evidencia empírica (usualmente a través de pruebas BDS) que rechaza la independencia entre los rendimientos de diversos mercados, en la que también se rechaza la hipótesis de martingala. Este mismo punto, también ha sido discutido por (Mandelbrot, The Variation of Certain Speculative Prices, 1963). Este autor analiza la distribución de rendimientos de algunos *commodities* y sugiere que sus rendimientos siguen una distribución de Pareto, además de presentar dependencia de largo plazo (efecto José). Por lo tanto, cualquier inferencia basada en el teorema del límite central dejara de lado los efectos de colas pesadas y la recurrencia de largo plazo, asimismo rechaza la independencia de las variables aleatorias del proceso estocástico.

De acuerdo con la Hipótesis de mercado eficiente (EMH), conocida popularmente como la Teoría del paseo aleatorio (RW) será evaluada la eficiencia débil del mercado de valores en México, puesto que, en condiciones de equilibrio, los precios de las acciones actuales reflejan completamente toda la información disponible del mercado sobre el valor de las empresas o su riesgo de inversión. Esta información se refiere al precio pasado de las acciones, al valor actual de las variables fundamentales de la economía mexicana o a la información interna sobre las políticas corporativas de las emisoras. Para la medición de la eficiencia del mercado de valores en México se toma en cuenta que la unidad de medida del mercado es el S&PBMV IPC, y utilizando el modelo de Random walking se busca determinar mediante una prueba débil la eficiencia del mercado. En vista de algunos argumentos descritos con anterioridad, esta investigación abordará el tema de la eficiencia del mercado con control de variables de estudio y el empleo de herramientas econométricas en la búsqueda de una serie de debilidades en los estudios previos en esta área.

## Objetivos de investigación

El objetivo de este trabajo es analizar con base en la prueba débil de Eugene Fama; la eficiencia del mercado de valores mexicano en el periodo 1998-2018.

- Enfatizar y ahondar en el tema propuesto, llevando a cabo un análisis y síntesis de las investigaciones que se han realizado para probar la EMH desde diversas perspectivas en la eficiencia de los mercados.
- Plantear la Hipótesis de los Mercados Eficientes (propuesta por Eugene Fama en su tesis doctoral de 1970) como el principal eje de investigación.
- Analizar el índice del mercado de valores en México objeto de estudio, así como los eventos que influyen en los cambios de precios de sus activos en épocas de crisis y estabilidad en un periodo de veinte años.
- Definir el modelo Random Walking que se propone como métrica de la eficiencia del mercado y verificar su pertinencia teórica en el análisis del problema.
- Probar la eficiencia del mercado mexicano de valores en su forma débil con el modelo propuesto, tomando como muestra las cotizaciones de emisoras de la Bolsa Mexicana de Valores en un periodo de veinte años (1998-2018).
- Demostrar que los periodos de crisis aguda y las consecuentes caídas de la Bolsa están relacionados con la información que las compañías liberan al público inversionista, es decir, se demuestra la existencia de información que es de dominio general y su influencia en los precios de los activos. Así, detectar corridas que eliminan la sorpresa del mercado, haciéndolo temporalmente predecible.
- Analizar los resultados obtenidos de probar la eficiencia en su forma débil propuesta por Fama.
- Establecer las conclusiones y hallazgos de la investigación que se tienen de probar la eficiencia en su forma débil para el mercado de valores en México y comentar las posibles líneas de investigación que se pudieran dar.

## Hipótesis

El mercado de valores en México es eficiente cuando la información disponible para la toma de decisiones se transfiere al precio de los activos eficientemente de acuerdo a la EMH de Eugene Fama en su forma débil para el periodo 1998-2018.

## Pregunta de investigación

¿En qué medida es eficiente el mercado de valores en México?



## Metodología

La presente tesis propone una metodología de carácter integral y complementario, con el objetivo de ofrecer una opinión acerca de la eficiencia del mercado de valores en México. Tomando como punto de referencia la pregunta ¿qué tan eficiente es el mercado de valores en México? Para lograr dicho objetivo, se desarrollará un marco teórico en el que se abordaran los trabajos relativos a la EMH, partiendo de su historia, realizar un análisis de los diferentes enfoques del concepto de la EMH a lo largo de la historia, ya que se trata de un trabajo de por si polémico dentro del mundo de las finanzas se intentará en este capítulo aportar las bases teóricas que han servido para la formulación de modelos que permiten medir su eficiencia, la mayoría de trabajos consultados son estudios para los mercados de valores internacionales<sup>1</sup>, para la investigación es necesario hacer una adaptación por las características de la economía mexicana que busque una correlación entre los trabajos existentes y la presente línea de investigación.

En el segundo capítulo se abordará una breve reseña de la historia de la Bolsa Mexicana de Valores, la utilidad que tiene en el financiamiento a corporativo, su evolución a tiempos modernos y hasta nuestros días, posteriormente hacer una breve mención en su evolución desde una perspectiva mundial, la globalización, economías emergentes y comentar la importancia de la Bolsa Mexicana a nivel mundial. La métrica para realizar este trabajo se basa en pruebas de la caminata aleatoria “Random walking” de la información provista por las diversas fuentes que influyen en la cotización del principal índice bursátil mexicano el S&PBMV IPC. La lógica es simple, pues tiene como extremos la eficiencia débil del mercado y verificación de la posible predictibilidad del sistema.

A pesar de la convicción de (Borges, 2010) de que la aceptabilidad de la hipótesis de los mercados eficientes (EMH) en la determinación del comportamiento de las Bolsas parece no ser tan acertada pues considera la psicología del mercado como una variable clave. Los mercados tienen fuertes ramificaciones para las teorías financieras y la inversión como sus respectivas estrategias, el resultado es un gran número de estudios sobre la validez de EMH y teorías que no han llegado a un consenso aceptable en todo el mundo.

En el capítulo tercero mediante una prueba débil basada en el modelo de (Fama E. , 1970), proponer un modelo y considerar la variable de estudio, puesto que, mediante un modelo econométrico se buscará evidenciar la eficiencia en una prueba débil que seguirá los siguientes pasos:

- I. Los datos se presentan analíticamente para usarlos para en pruebas. Basado en los precios de cierre diario ajustado del S&PBMV IPC de la Bolsa Mexicana de Valores.
- II. De acuerdo con la teoría de la EMH, la prueba puede ser explicada por el RW con deriva.

---

<sup>1</sup> Específicamente para los mercados de Estados Unidos.

- III. Además de la prueba de ADF y PP, se examinará la existencia del RW que ejecuta la prueba de VR.
- IV. Además, la evidencia en contra de la EMH es la existencia de la correlación en serie de la serie temporal.
- V. El supuesto principal de las pruebas estadísticas es la independencia de la muestra, es decir, la muestra es aleatorio.
- VI. El propósito de este paso es verificar la existencia de evidencias contra la EMH.

En el cuarto capítulo se analizarán los resultados buscando emitir una opinión acerca del grado de eficiencia del mercado de valores con su principal índice representativo, con ello se analizará la metodología empírica que sugiere la bibliografía para probar la EMH:

La elección de dicha metodología inicia desde la observación de las economías desarrolladas puesto que en México el mercado de valores que tiene la sombra de Wall Street, los inversionistas prefieren invertir en acciones del SIC que, en el mismo mercado local, de esta manera terminar el estudio de tesis con una opinión del grado de eficiencia del mercado y posiblemente recomendar la implementación de instrumentos que apoyen a una mayor participación del gran público inversionista.

## Resumen capitular

Se han publicado numerosos artículos probando la Hipótesis del Mercado Eficiente (EMH), mientras que es la base de la teoría financiera y el desarrollo de numerosas líneas de investigación en la rama bursátil. En el núcleo de la teoría de hipótesis de los mercados eficientes (EMH, por sus siglas en inglés), está la idea de que los precios futuros no se pueden predecir en base al conjunto de información actual o pasada y las variables económicas. Varios modelos econométricos han sido desarrollados a través de los años teniendo esta propiedad para las variables. Uno de los modelos más famosos y más utilizados en la bibliografía es el modelo de paseo aleatorio. El propósito de esta tesis no es ser una de las numerosas investigaciones publicadas para la eficiencia del mercado, sino aclarar para el lector la teoría y las implicaciones de esta hipótesis mediante la recopilación de los principios de diferentes fuentes, a fin de comprender profundamente su sentido.

La Hipótesis del Mercado Eficiente es una de las nociones más considerables y discutibles en las finanzas, presupone la validez de un gran número de modelos financieros. En 1978, el economista financiero de Harvard, Michael Jensen, declaró que "no hay otra proposición en economía que tenga evidencia empírica más sólida que la respalde". De acuerdo con la Hipótesis de mercado eficiente (EMH), conocida popularmente como la Teoría del paseo aleatorio (RW), en condiciones de equilibrio, los precios de los activos financieros actuales reflejan completamente toda la información disponible del mercado sobre el valor de las empresas o su riesgo de inversión. Esta información se refiere a los precios históricos de los activos y al valor actual de las variables fundamentales de la economía o a la información interna sobre sus políticas corporativas, como resultado, no hay manera de obtener ganancias en exceso o hacer inversiones arbitrarias.

La razón clave para la existencia de un mercado eficiente es la intensa competencia entre los inversionistas para beneficiarse de cualquier información nueva, ya que la llegada de nueva información afecta los precios de los activos. Como resultado, los precios de dichos activos se ajustan rápidamente a los nuevos eventos y los inversionistas no tienen tiempo suficiente para beneficiarse de los cambios, ya que todos tienen el mismo acceso a los anuncios. En consecuencia, la idea principal es que la información es común denominador. Mientras la información juegue un papel importante en la implementación de la eficiencia del mercado, la teoría divide la eficiencia en tres formas basadas (mencionadas en el planteamiento del problema) en el conjunto de información. Cuanto más fuerte sea la forma, más difícil será mantener la eficiencia del mercado, ya que la forma sólida considera que el conjunto de información contiene toda la información pública e interna. A pesar de la gran contribución de la eficiencia del mercado en cuestiones financieras, las investigaciones empíricas han indicado que, a corto plazo, existen anomalías en el mercado. Además, muchos analistas financieros, basados en sus estudios en el análisis técnico, están en contra de la eficiencia del mercado.

La intención de esta tesis de maestría es dicotómica; La primera es la parte teórica y tiene como objetivo dar al lector el razonamiento detrás de la teoría, los principios fundamentales

y las implicaciones de la Hipótesis de Mercado Eficiente (EMH) así como un panorama general de otros trabajos de investigación basados en la eficiencia del mercado y una revisión de las actividades que realiza la Bolsa Mexicana de Valores. La segunda parte presenta un trabajo empírico, basado en herramientas utilizadas más comunes para verificar la validez de la eficiencia del mercado de valores en México. El propósito de la parte empírica es ofrecer una breve descripción general de cómo se evalúa la hipótesis del mercado eficiente al elegir al mercado de valores como objeto de estudio y utilizar como muestra, el principal indicador y referente del mercado bursátil mexicano el S&PBMV IPC.

El Capítulo 1 introduce el marco teórico y matemático de la EMH, los estudios relativos durante los siglos 20 y 21 por razones históricas y las anomalías del mercado más conocidas que se han observado en los mercados financieros. De la misma forma se analizan las pruebas que se utilizan para examinar cada forma de mercado eficiente. Es importante mencionar que este capítulo contiene abstractos de los trabajos hechos con anterioridad, que sin embargo, durante el desarrollo de la investigación no fue posible identificar un trabajo que midiera con antelación la eficiencia del IPC en México, es por ello que en este capítulo se conocen las nociones teóricas que llevan al modelado que permite en principio la caminata aleatoria mejor conocida como *Random Walking*, hasta llegar a los pronunciamientos más sobresalientes del mundo de las finanzas que es la Hipótesis de los Mercados Eficientes (EMH por sus siglas en inglés), así exploraremos los diversos pronunciamientos a tan polémica teoría que desde la perspectiva de diversos autores han llegado a concluir que los mercados son eficientes en los precios debido a la cantidad de información que circula y se refleja en los precios de las acciones.

En el capítulo segundo enuncia nuestro marco de referencia, así, revisaremos la literatura al respecto de la historia de la Bolsa Mexicana de Valores, se revisarán las funciones de la misma en la economía mexicana, así como los instrumentos listados en la Bolsa Mexicana de Valores, para posteriormente revisar los efectos de la volatilidad en las crisis financieras, así como su impacto en la economía real. El Capítulo 3 se aplica la implementación del trabajo empírico, se utilizan los datos de la Bolsa Mexicana de Valores, especialmente el S&PBMV IPC. La elección de este mercado de valores se hace porque es la bolsa de valores en la que se propone el estudio, una de los principales referentes en Latinoamérica. Por lo tanto, es interesante saber si este mercado de valores es eficiente, ya que afecta a la economía global por la interconexión que existe a nivel sistémico en los mercados financieros internacionales. Aplicando algunas pruebas que se describen analíticamente para una fácil comprensión, se demuestra que la Bolsa Mexicana de Valores es una eficiencia débil del mercado como se esperaba. Sin embargo, parece que ocurren algunas anomalías a corto plazo, como el efecto de enero. Los resultados de la investigación y una breve interpretación se muestran analíticamente. Las conclusiones del estudio se presentan en el último capítulo.

## Introducción

Los mercados financieros van adquiriendo mayor importancia a medida que aumenta la velocidad a la que se desplaza el capital en busca de oportunidades de inversión, en un contexto de globalización financiera cada vez más acentuada. Los avances en los sistemas de información y la tecnología aplicada a las finanzas profundizan la interconexión de los mercados a nivel mundial. Los mercados financieros tienen ventajas en términos de transferencia de propiedad y otorgamiento de liquidez a los activos. Al reducir los costos de transferencia, proporcionan una medida rápida de valor de mercado para los activos que allí se negocian. El precio de los activos es esencial para canalizar los flujos de inversión/ahorro, en función de la valuación que realizan los agentes, respecto de los diferentes niveles de rendimiento y riesgo asociado.

Por otra parte, la globalización financiera facilita las operaciones de arbitraje, que consisten en adquirir un activo en un mercado e inmediatamente venderlo en otro mercado a un precio superior. La existencia de agentes económicos que continuamente buscan oportunidades de arbitraje hace que el precio de los activos financieros sea prácticamente el mismo en todos los mercados donde coticen. Las diferencias menores que pueden observarse estarían determinadas por los costos de transacción, que impiden (hacen que no sea rentable) poder aprovecharlas. Un mercado es eficiente cuando no existen oportunidades de arbitraje, para lo cual es fundamental la homogeneidad de los activos que se negocian y la minimización de los costos de transacción. En los mercados financieros, los participantes están permanentemente buscando nueva información que les permita sacar ventaja y beneficiarse en una evolución futura de los precios de las acciones. Estas diferencias informacionales entre los agentes económicos se conocen como “información asimétrica” y dan origen a la inversión especulativa. El inversionista busca conseguir información que le permita comprar un activo en un momento determinado, mantenerlo en su poder (asumiendo por ende un riesgo), para luego venderlo cuando el precio de mercado evolucione favorablemente una vez que esta información sea difundida en forma generalizada.

La ganancia de los agentes participantes depende de los costos en que deban incurrir para conseguir la información (en algunos casos privilegiada) y los beneficios que con ella puedan obtener. La competencia en la búsqueda de nueva información y en su adecuada interpretación genera el debate de si en los mercados financieros el precio de las acciones constituye un buen estimador de los resultados futuros. La Real Academia de las Ciencias de Suecia otorgó el Premio Nobel de Economía 2013 a tres economistas estadounidenses: Eugene F. Fama, Robert J. Shiller y Lars Peter Hansen por sus contribuciones empíricas sobre la predicción del comportamiento de los precios de los activos financieros. Los tres economistas han realizado aportes fundamentales para comprender la evolución de los precios de los activos desde fundamentos teóricos muy diferentes.

Eugene F. Fama nació en Boston en 1939, se doctoró en la Universidad de Chicago en 1964 y es profesor emérito de esa universidad. Es considerado el padre de la “teoría de mercados

eficientes” y su aporte, uno de los pilares de las finanzas modernas. Es defensor de la racionalidad en los mercados y sostiene que el precio de los activos financieros en cada momento recoge toda la información disponible. Robert J. Shiller nació en Detroit en 1946, se doctoró en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) en 1972 y es profesor de la Universidad de Yale. Resalta la imperfección de los mercados, considera que los retornos para los inversionistas siguen un patrón predecible en el largo plazo y ha realizado aportes significativos para el análisis de las burbujas especulativas. Lars Peter Hansen nació en Illinois en 1952, se doctoró en la Universidad de Minnesota en 1978 y es profesor de la Universidad de Chicago. Se le reconocen sus aportaciones para explicar las relaciones intersectoriales entre los sectores reales y financieros de la economía, y por su contribución al Método Generalizado de Momentos (Momentum). Una de las principales razones de la existencia de los mercados es la *liquidez* que estos otorgan, entendida ésta como la facilidad con que los activos financieros se transfieren sin pérdida de valor. Así, el mercado facilita el intercambio de dichos activos, puesto que sin él sería necesario incurrir en altos costes financieros y temporales para realizar una transacción. Por tanto, el mercado reduce esos costes de transacción en gran parte, proporcionándonos una medida rápida, exacta y gratuita del valor real de los activos financieros que en él se intercambian.

No todos los activos que se negocian en un mercado financiero tienen la misma liquidez, una forma de ver qué activos son más líquidos y cuáles menos es comparando la diferencia entre el precio comprador y el precio vendedor que en promedio ofertan los intermediarios financieros. Cuanto más pequeña sea esta diferencia -más líquido es el activo-, mientras que si es grande querrá decir que la falta de liquidez y provoca un riesgo mayor al intermediario puesto que si éste nos lo compra tardará un tiempo en poder deshacerse del mismo, durante el cual puede depreciarse haciendo que el intermediario incurra en una pérdida. En los mercados financieros existen una serie de operadores que persiguen la adquisición de un activo en un mercado determinado para venderlo inmediatamente en otro mercado a un precio superior. Se les conoce como arbitrajistas porque a la operación ante dicha se le denomina *arbitraje*. Dicha operación no acarrea ningún riesgo puesto que la compra y venta del activo tienen lugar de forma instantánea.

Precisamente, la existencia de arbitrajistas que compiten entre sí buscando continuamente esas oportunidades de realizar beneficios sin riesgo, aseguran que el precio de un activo determinado prácticamente sea igual en todos los mercados financieros en los que se cotiza (a esto se le conoce como la "ley del precio único"). Las pequeñas diferencias observadas entre los mismos se deben a los costes de transacción que no hacen rentable aprovecharse de las mismas y que actúan como un límite para la realización del arbitraje. Los costes de transacción dependen en gran medida de las diferencias físicas entre los productos que se negocian en el mercado (por ello en los mercados financieros son mucho más pequeños que en los mercados de productos físicos) y del tamaño del mercado (el número de activos financieros que se intercambian diariamente es muy grande).

Por todo lo dicho, la existencia de la competencia entre arbitrajistas es fundamental para que el mercado llegue a ser eficiente. De hecho, un mercado en el que no existan oportunidades de arbitraje se puede decir que es eficiente. Es preciso tener en cuenta, que un factor importante para favorecer la competencia en los mercados radica en la homogeneidad de la mercancía intercambiada, y dado que los activos financieros son muy homogéneos ello facilita la competencia en los mercados financieros y, por tanto, su eficiencia. A diferencia del arbitrajista quién sólo posee el activo durante un instante, el *especulador* lo mantiene en su poder durante cierto tiempo con el objetivo de beneficiarse de una variación futura favorable en su precio, a cambio de lo cual corre un riesgo. La importancia del paso del arbitraje a la especulación radica en que, en muchos casos, los especuladores anticipan los cambios en los precios sin tener información perfecta. Es decir los participantes en el mercado reaccionan rápidamente a los sucesos que proporcionan información útil. Primero reaccionarán aquéllos que tienen acceso a dicha información, lo que les hace tomar ventaja y beneficiarse de ser los primeros en tomar posiciones ante lo que se avecina "información asimétrica". Seguidamente, el resto de los participantes reacciona ante dicha información, no porque la conozcan, sino porque la infieren de las variaciones en los precios producidas por los participantes que tienen acceso a la misma. A este proceso se le denomina *señalización*.

Pues bien, los *traders* buscan continuamente nueva información que les permita saber si los títulos van a subir o a bajar en el futuro para saber cuál debe ser su decisión actual: comprar, vender o mantener. La competencia entre ellos es brutal, puesto que el que primero acierte será el que más gane, ello hace que se llegue a veces a incumplir la Ley en la búsqueda y consecución de *información privilegiada* (Cámara de Diputados, 2017). Téngase en cuenta, que los beneficios de los especuladores son el resultado del coste, tiempo, esfuerzo y dinero empleados en reunir, analizar y utilizar la información para negociar con ventaja. Cuanto más reciente sea la información más útil será, pero también más difícil y costosa de conseguir. Como se ha señalado, los participantes en el mercado financiero están continuamente interpretando la información disponible. Por regla general, el proceso de interpretar la información implica utilizar el "razonamiento inductivo", esto es, utilizar una situación específica para obtener conclusiones generales. La competencia por conseguir información e interpretarla adecuadamente hace que los precios de los activos financieros sean unos buenos estimadores del futuro.

La Bolsa Mexicana de Valores es el sitio físico donde se hace compra y venta de acciones de las empresas que cotizan, así como de empresas extranjeras listadas a través del SIC es donde se reflejan los esfuerzos de explorar la eficiencia del mercado basado en la eficiencia de su principal índice de referencia, el IPC. Se pretende contribuir al desarrollo y conocimiento del funcionamiento operacional de la bolsa de valores, teniendo como fundamento la EMH propuesta por (Fama E. , 1970), se busca llegar a conclusiones que arroje el trabajo empírico y comentar las atribuciones y anomalías observadas, puesto que a diferencia de índices como el Dow Jones, NASDAQ y el S&P 500 que han sido ampliamente investigados, el IPC daría mucho que decir en esta primera exploración de su eficiencia y concluir este trabajo de tesis con hallazgos identificados en la investigación.

## Capítulo I: Teoría de los mercados eficientes

El propósito es proporcionar una visión exhaustiva de la teoría de los mercados eficientes que se ha mantenido popular y vigente durante las últimas cinco décadas. Esta hipótesis es fundamental para los modelos financieros y tiene implicaciones muy importantes para la toma de decisiones de inversionistas, así como para la toma de decisiones de Directores de Finanzas en las empresas que buscan cubrir sus obligaciones con alto riesgo (se recomienda la lectura del Anexo 1: Teoría de las finanzas).

De acuerdo con la Hipótesis de Mercado Eficiente (EMH por sus siglas en inglés), los precios reflejan toda la información disponible imparcial y eficientemente. Esta información es común para todos los inversionistas, por lo que todos pueden tener una ventaja absoluta o comparativa para algunos activos, a fin de obtener mayores ganancias de lo razonable. Por lo tanto, bajo esta hipótesis de la eficiencia del mercado, incluso si hay oportunidades rentables, los inversionistas las percibirán de inmediato y, por lo tanto, el mercado estará equilibrado. El supuesto principal para la EMH es la existencia de un mercado financiero perfecto. Dado que el mercado es intensamente competitivo, los precios de los activos son difíciles de subvaluar o sobrevalorar, de manera significativa y sistemática, durante mucho tiempo. Como resultado, los inversionistas no pueden obtener ganancias anormales a través de sus transacciones, pero toman el rendimiento de mercado razonable por el riesgo de inversión asumido. Para mantener un mercado perfecto, se deben hacer las siguientes suposiciones. En primer lugar, no hay impuestos y, en segundo lugar, todos los inversionistas tienen la misma información disponible. Además, no hay costos de agencia para vincularse con la propiedad de activos y no hay costos de transacción para las personas que compran y venden valores y empresas que emiten y recompran dichos activos.

Finalmente, el mercado debería estar completo (Marseguerra, 1998). Sin embargo, estas suposiciones no son realistas porque hay impuestos, costos de agencia, costos de transacción, etc., en la economía real. Por lo tanto, surge la pregunta si esta hipótesis es cierta, ya que la raíz de esta hipótesis son estas suposiciones. Respondiendo a esto. En cuanto a la pregunta, la EMH puede clasificarse desde arriba, ya que los investigadores la calificarán de "forma eficiente y fuerte" y hasta el fondo como ineficientes.

(Fama, 1970) es reconocido como el fundador de la *Teoría de los Mercados Eficientes*. Considera que un mercado financiero es "informacionalmente eficiente" cuando los precios de los activos que en él se negocian reflejan toda la información disponible y se ajustan total y rápidamente a la nueva información que pueda surgir. En un mercado eficiente, los precios de los activos reflejan su valor intrínseco (el valor actual de los flujos de fondos futuros esperados), motivo por el cual el modelo sostiene que no es posible obtener rendimientos superiores al promedio a largo plazo (Fama & Blume, *Filter Rules and Stock Market Trading Profits*, 1966). Admiten que en el corto plazo se puede dar la situación en que toda la información disponible no esté incorporada correctamente a los precios, permitiendo que algunos inversores obtengan, en consecuencia, beneficios superiores al promedio del mercado, originado en esta *ineficiencia temporal*. Sostienen que estas



variaciones de corto plazo no pueden predecirse, siendo el beneficio extraordinario, generado producto del azar.

Si los instrumentos están perfectamente valorados a largo plazo y las variaciones de los precios de corto plazo son impredecibles, no tiene sentido invertir tiempo y dinero en análisis que tiendan a identificar el valor intrínseco. En un mercado eficiente, la nueva información no puede predecirse ya que, sino formaría parte de la información actual y, por lo tanto, las alteraciones en los precios reflejarían lo impredecible y la serie de cambios en los valores de mercado sería de tipo aleatoria, específicamente se dice que sigue un *recorrido aleatorio*. Para ilustrar tal situación, (Malkiel, 1973) escribió que cualquier mono con los ojos vendados y lanzando dardos a las páginas financieras de un periódico podría escoger una cartera que diera retornos similares a los seleccionados minuciosamente por los mejores analistas de mercado. Desde esta postura, como los participantes en el mercado financiero son racionales, los precios se determinan racionalmente, la nueva información produce alteraciones en ellos y su recorrido aleatorio será el resultado natural de reflejar en todo momento la información disponible.

Si buscáramos una recomendación de cómo invertir en los mercados de capitales en los trabajos de Fama, se desprendería la idea de la conveniencia de invertir en fondos indexados y no intentar seleccionar ganadores individuales (misma conclusión se podría obtener del trabajo de Malkiel, 1973). Observando el notable crecimiento de los fondos indexados en los últimos años, podemos inferir que gran parte del mercado coincide con Fama y Malkiel en que no sería posible obtener ganancias superiores al promedio del mercado a largo plazo. Es muy importante tener presente lo que para (Fama, 1970) significa “eficiencia informacional”, un mercado informacionalmente eficiente puede experimentar subidas y bajadas irracionales o tener bancos deficientemente regulados; la característica principal de los mercados eficientes es justamente que los movimientos de precios de mercado son impredecibles. Fama sostiene que por el momento los *cracks*<sup>2</sup> del mercado no son predecibles. Algunos críticos de la postura que sostiene la eficiencia de los mercados resaltan la existencia de irregularidades persistentes con importantes volúmenes que se conocen como anomalías, entre las cuales podemos mencionar el “efecto fin de semana” que muestra la tendencia a que los precios de los activos bajen los días lunes (French, 1980), el “efecto tamaño” donde los activos de las empresas más chicas ofrecen mayores rendimientos que las más grandes (Banz, 1981) o el “efecto enero” donde producto de la posición fiscal muchas personas y empresas venden su posición en diciembre y la vuelven a comprar a principios de enero (Ritter, 1988).

De esta manera Fama en su tesis hace especial hincapié en que el concepto de eficiencia es central para las finanzas. Principalmente, el término eficiencia se usa para describir un mercado en el que la información relevante se confisca en el precio de las finanzas bienes. Este es el enfoque principal de los artículos revisados aquí. A veces, sin embargo, los economistas usan esta palabra para referirse a la eficiencia operativa, enfatizando la forma en que los recursos son empleado para facilitar el funcionamiento del mercado. La mayor

---

<sup>2</sup> Caídas de la Bolsa

parte de esta revisión se refiere a la definición anterior, a saber, la eficiencia informacional de los mercados financieros. Al final de este papel, también consideramos la microestructura de los mercados financieros. Si los mercados de capitales son suficientemente competitivos, entonces la microeconomía simple indica que los inversores no pueden esperar obtener beneficios superiores de sus estrategias de inversión. Pero, aunque esto parece evidente por sí mismo hoy en día, estaba lejos de ser obvio para la mayoría de los del siglo. Hasta el final de la década de 1950, hubo pocos estudios teóricos o empíricos de los mercados de valores; y hasta que (Cootner, 1964) compiló una selección de artículos de una amplia variedad de fuentes, la literatura se dispersó a través de revistas en estadísticas, investigación de operaciones, Matemáticas y economía.

## 1.1 Introducción

Para (Fama, 1970) los mercados son eficientes si los precios de las acciones reflejan toda la información disponible, o sea, que estarían correctamente valorados dada su relación rendimiento-riesgo. Considera que la inexistencia de costos de transacción, la libre disposición de la información en el mercado y la coincidencia de los agentes en que los precios actuales reflejan plenamente la información respecto de las expectativas futuras son condiciones suficientes, pero no necesarias para que se cumpla la eficiencia. La existencia de costos de transacción puede limitar la cantidad de transacciones, pero esto no significa que los precios dejen de expresar la información disponible. Fama sostiene la idea de que la pérdida de alguna de las condiciones no genera necesariamente pérdida de la eficiencia, ya que los precios siguen manteniendo un recorrido aleatorio. Harry Roberts, 1967 definió tres niveles de eficiencia de los mercados financieros en función de la información que rápidamente era incorporada a los precios, clasificándolos en mercados con eficiencia débil, semi-fuerte o fuerte.

(Fama E. , 1970) definió los mercados eficientes como un "juego equitativo" en el que los precios de las acciones reflejan completamente toda la información disponible. Esto es, si los mercados son eficientes, los títulos están valuados para proporcionar un rendimiento acorde con su nivel de riesgo. La idea subyacente es que los precios de los títulos se ajustan a la ya comentada "*teoría del recorrido aleatorio (Random Walking)*", según la cual los cambios en los precios de las acciones son independientes entre sí y tienen la misma distribución de probabilidad. Esto es, la variación que se produce en el precio de un título del día  $t$  al  $t+1$ , no está influida por la variación producida del día  $t-1$  al  $t$ ; y el tamaño de ambas es totalmente aleatorio o impredecible. Cuando se cumple totalmente, se dice que el mercado de valores en cuestión "no tiene memoria", en el sentido de que no "recuerda" lo que ocurrió anteriormente y, por lo tanto, la variación que se pueda producir hoy en los precios no tiene nada que ver con la de ayer. Ahora bien, en la práctica los mercados de valores parecen ser relativamente eficientes al reflejar la nueva información en los precios, aunque por otra parte tengan costes de transacción, impuestos, etc. Lo que nos lleva a preguntarnos ¿qué tan eficiente es el mercado de valores en México?

En el trabajo de Fama se definieron tres niveles de eficiencia de los mercados de valores, donde cada nivel reflejaba la clase de información que era rápidamente reflejada en el precio. Estos niveles de eficiencia son: débil, semi-fuerte y fuerte.

### **La competencia como fuente de eficiencia**

Por otro lado (Fama E. , 1970) menciona que los precios varían en función de la información. Por tanto, encontrar nueva información no reflejada en los precios puede facilitar ganancias económicas. Por este motivo los inversionistas estarán dispuestos a invertir su tiempo y dinero en análisis del mercado. De esta manera, no es de extrañar que el grado de eficiencia de los mercados varíe en función de los analistas que se encuentren buscando nueva información en ese mercado, es decir, en función de la competitividad entre los analistas al buscar dicha información. Por ejemplo, el mercado estadounidense y los mercados europeos son mucho más analizados que los mercados de países emergentes, lo que permite deducir que estos últimos sean menos eficientes. Por el mismo argumento de la competencia en la búsqueda de información, las empresas pequeñas o de baja capitalización bursátil pueden ser menos eficientes que las grandes empresas. Esta competencia puede llegar a ser muy fuerte entre los grandes asesores de inversión donde un pequeño incremento marginal de la rentabilidad conlleva una enorme ganancia. Veamos el siguiente ejemplo: supongamos que un asesor de un fondo de inversiones con un valor de 800 millones de pesos y se dispone de la opción de invertir en búsqueda de información y que estos análisis van a provocar un incremento extra de la rentabilidad del fondo de un 0,5% anual. Este porcentaje conllevaría unos rendimientos de 4 millones de pesos. Por tanto, es razonable que se estuviera dispuesto a gastar en esta búsqueda de información hasta esa cuantía. Con tantos analistas investigando se presupone que el mercado sea eficiente. Además, estas ganancias puede que sólo merezcan la pena para gestores de grandes patrimonios. La competencia entre estos analistas genera por regla general que los precios de los activos reflejen toda la información disponible para cada uno de sus niveles. (Sewel, 2011)(Roberts, 1967), compañero de Fama en la Universidad de Chicago, fue el primero en distinguir tres niveles de eficiencia: débil, semi-fuerte y fuerte. (Fama E. , 1970) defenderá posteriormente estos tres grados y serán los que formarán parte de la Teoría de la Eficiencia del Mercado (EMH por sus siglas en inglés).

#### **1.2 Antecedentes**

La teoría tiene sus raíces a principios del siglo XIX. Sin embargo, ha habido algunas referencias en este sentido sin usar el término "eficiente" a principios de este siglo. La fuente de esta historia es la investigación publicada del University College of London (UCL) bajo el título "Historia de la hipótesis del mercado eficiente" por Martin Sewell (Sewel, 2011). En el siglo XVI, un matemático (y médico) italiano llamado Girolamo Cardano, en un párrafo titulado "El precio fundamental del juego", (Cardano, 1564) "El principio más fundamental de todos en el juego es simplemente condiciones iguales, por ejemplo, de los opositores, de los espectadores, del dinero, de la situación, de la caja de

dados y del dado. Al En qué medida te apartas de esa igualdad, si es el favor de tus oponentes, eres un tonto y si eres tuyo, eres injusto”.

A mediados del siglo XIX, un economista francés, (Regnault, 1863), fue el primero en sugerir una teoría moderna de los cambios en el precio de las acciones en el libro "El cálculo de las posibilidades y la filosofía de la Bolsa" y utilizó un modelo de caminata aleatoria. Su observación básica fue que la desviación de los precios es directamente proporcional a la raíz cuadrada del tiempo (Regnault, 1863). En 1888, John Venn, un lógico y filósofo británico, famoso por el diagrama de Venn, discutió tanto el movimiento aleatorio como el movimiento browniano (Venn, 1888). Al año siguiente, George Gibson mencionó claramente los mercados eficientes en el libro "Los mercados bursátiles de Londres, París y Nueva York", que escribió que "cuando las acciones se hagan públicas en un mercado abierto, el valor que adquieran puede considerarse como el juicio de la mejor inteligencia concerniente a ellos" (Gibson, 1889). La siguiente contribución importante fue del famoso economista Alfred Marshall en su libro hito "Principios de la economía" en 1890.

Además, el concepto de eficiencia del mercado fue publicado por un matemático francés, Louis Bachelier en su disertación titulada "La teoría de la especulación" para la Sorbona, también en 1900. Primero habló sobre el uso del "Movimiento Browniano" para valorar las opciones sobre acciones y es el primer artículo en la historia de las finanzas, en el que se utilizan las matemáticas avanzadas para estudiar fenómenos relacionados. Bachelier reconoció que "los eventos futuros pasados, presentes e incluso con descuentos se reflejan en el precio de mercado, pero a menudo no muestran una relación aparente con los cambios de precios". Este reconocimiento de la eficiencia informativa llevó a Bachelier a concluir que "si el mercado, en efecto, no predice sus fluctuaciones, las evalúa como más o menos probables, y esta probabilidad puede evaluarse matemáticamente". Estableció las bases teóricas para un análisis más profundo de la EMH, pero su trabajo fue ignorado hasta que Savage lo descubrió en la segunda mitad del siglo XX. Cinco años después, Albert Einstein, inconsciente del trabajo de Bachelier, publicó un artículo en el que se incluyó el "proceso de Einstein-Wiener". Al mismo tiempo, un matemático inglés, Karl Pearson, introdujo por primera vez el término Random Walk in the Nature (Pearson, 1905). Los años siguientes, una serie de artículos publicados para las ecuaciones del movimiento browniano, como los documentos de, (Barriol, 1908), (Langevin, 1908).

Más tarde, las leyes de la oferta y la demanda son publicadas por George Binney Dibblee (Dibblee, 1912) y el libro *Le Jeu, la Chance and le Hasard* es publicado por Bachelier en 1914 (Bachelier, 1900). Un año más tarde, Wesley C. Mitchell, que era economista estadounidense, observó por primera vez que "las distribuciones empíricas de los cambios de precios son demasiado" máximas "para ser relativas a muestras de poblaciones gaussianas" (Mitchell, 1915). Esa fue también una afirmación de Benoit Mandelbrot (Mandelbrot, *The Variation of Certain Speculative Prices*, 1963), sin embargo, elogió el trabajo de Bachelier que asumió una distribución normal (gaussiana) de los cambios de precios relativos. En 1921, FW Taussig publicó un artículo titulado “¿Está determinado el

precio del mercado?" En 1923, el famoso economista inglés John Maynard Keynes afirmó que los inversionistas en los mercados no son recompensados por saber mejor que el mercado lo que el futuro tiene reservado, sino por riesgo, esta es una consecuencia de la EMH (Keynes J. M., 1936). Frederick MacCauley declaró que existía una sorprendente similitud entre las fluctuaciones del mercado de valores y las de una curva aleatoria que puede obtenerse lanzando un dado (McCauley, Bassler, & Gunaratne, 1925). Un año después, Maurice Olivier demostró la naturaleza leptokurtica de la distribución de los retornos en su tesis doctoral (Olivier, 1926), mientras que Frederick C. Mills demostró la leptokurtosis de los retornos en el libro "Introducción al comportamiento de los precios" (Mills, 1927). El Desplome de Wall Street, conocido como el Martes Negro, ocurrió a fines de octubre de 1929, lo que fue la caída más devastadora del mercado de valores en la historia de los Estados Unidos, al tomar en consideración el alcance y la duración de sus consecuencias.

En 1933, Alfred Cowles, tercero, analizó el desempeño de los profesionales de la inversión y concluyó que los analistas del mercado de valores no pueden pronosticar. Cowles, también, fundó y financió tanto Econometric Society como su revista "Econometrica" y creó la "Comisión Cowles para la Investigación Económica". En 1934, Holbrook Working admitió que las devoluciones de acciones se comportan como números de una lotería (Working, 1934). Por lo tanto, en el libro "Teoría general del empleo, los intereses y el dinero", publicado por Keynes, el mercado de valores se comparó con un concurso de belleza, y Keynes, también, afirmó que las decisiones de la mayoría de los inversionistas solo pueden ser como resultado de "Espíritus animales" (Keynes J. M., 1936). El año siguiente, Eugen Slutsky demostró que las sumas de variables aleatorias independientes pueden ser la fuente de procesos cíclicos (Slutsky, 1937). En 1937, Cowles y Jones observaron evidencia significativa de correlación serial en los índices promediados de las series de tiempo de los precios de las acciones. Ese documento fue el único publicado antes de 1960 en el que se encontraron ineficiencias significativas (Cowles & Jones, 1937).

Cowles afirmó, en una continuación de su publicación de 1933, que los profesionales de la inversión no vencen al mercado (Cowles A. , Stock market forecasting, 1944). En 1949, Holbrook Working demostró que sería imposible para cualquier pronosticador profesional predecir con éxito los cambios de precios en un mercado de futuros ideal (Working, 1949). En 1953, un famoso economista estadounidense, Milton Friedman, denotó que, debido al arbitraje, el argumento de la eficiencia del mercado puede hacerse incluso en situaciones en que las estrategias comerciales de los inversionistas están correlacionadas (Friedman, 1953). Al analizar 22 series de precios a intervalos semanales, Kendall descubrió que eran esencialmente aleatorias, lo que era inesperado. Además, fue el primero en señalar la dependencia temporal de la varianza empírica -no estacionariedad- (Kendall M. , 1953). En 1956, el nombre de Bachelier reapareció cuando Paul A. Samuelson, economista y estudiante del MIT en ese momento, escribió su tesis sobre precios similares a las opciones. Un modelo de mercado anticipatorio fue construido por Working en 1958. El año siguiente, Harry Roberts afirmó que una caminata aleatoria se verá como una serie real de acciones

(Harry, 1959). Mientras tanto, M. F. M. Osborne mostró que el logaritmo de los precios de las acciones ordinarias sigue el movimiento browniano y encontró evidencia de la raíz cuadrada de la regla del tiempo. Con respecto a la distribución de los retornos, encuentra "una mayor" dispersión tangencial "en los datos en estos límites" (Osborne, Brownian motion in the stock market, 1959).

En 1960, Larson presentó los resultados de una aplicación de un nuevo método de análisis de series de tiempo y observó que la distribución de los cambios de precios está "casi normalmente distribuida para el 80% central de los datos, pero hay un número excesivo de datos extremos "valores". En el mismo año, Cowles revisó los resultados en (Cowles & Jones, 1937), corrigiendo un error introducido al promediar, y aún encuentra resultados de dependencia temporal mixtos y Working mostró que el uso de promedios puede introducir autocorrelaciones que no están presentes en la serie original. En 1961, Houthakker utilizó órdenes de venta para detener y perder y encontró patrones. Él también encontró leptokurtosis, no estacionariedad y supuesta no linealidad. Alexander se dio cuenta de que la autocorrelación no esencial podría introducirse promediando o si la probabilidad de un aumento no es 0.5. Concluyó que el modelo de paseo aleatorio se ajusta mejor a los datos, pero encontró leptokurtosis en la distribución de las devoluciones. Además, este documento fue el primero en probar la dependencia no lineal. Al mismo tiempo, John F. Muth introdujo la hipótesis de las expectativas racionales en la economía (Muth, 1961).

En 1962, Mandelbrot sugirió por primera vez que las colas de la distribución de las devoluciones siguen una ley de potencia. Paul H. Cootner declaró que el mercado de valores no es un camino aleatorio (Cootner, 1964). Osborne investigó las desviaciones de los precios de las acciones a partir de una simple caminata aleatoria, y sus resultados incluyen el hecho de que las acciones tienden a negociarse en ráfagas concentradas. Arnold B. Moore encontró una correlación serial negativa insignificante de los rendimientos de las acciones individuales, pero una correlación serial positiva leve para el índice (Moore A. B., 1962). Jack Treynor escribió su manuscrito no publicado "hacia una teoría del valor de mercado de los activos de riesgo", el primer documento sobre el Modelo de valuación de activos de capital (CAPM), aunque rara vez se cita y con frecuencia se denomina "Treynor".

El año siguiente, Berger y Mandelbrot propusieron un nuevo modelo para la agrupación de errores en los circuitos telefónicos, y si su argumento es aplicable al comercio de acciones, podría justificar la distribución de cambios en el precio de las acciones de Pareto Levy, reclamada por Mandelbort (Berger & Mandelbrot, 1963). Granger y Morgenstern realizaron un análisis espectral sobre los precios del mercado y encontraron que los movimientos a corto plazo de la serie obedecen a la hipótesis de la caminata aleatoria simple, pero que los movimientos a largo plazo no lo hacen, y que los "ciclos económicos" tenían poca o ninguna importancia (Granger & Morgenstern, 1963). Mientras tanto, Mandelbrot presentó y probó un nuevo modelo de comportamiento de precios utilizando logaritmos naturales de precios y reemplazando las distribuciones gaussianas con la distribución paretiana más estable (Mandelbrot, 1963). Fama discutió la "hipótesis paretiana estable" de Mandelbrot y

concluyó que los datos de mercado probados se ajustan a la distribución (Fama, 1963). En 1964, Alexander, tratando de responder a las críticas en contra de su artículo de 1961, llegó a la conclusión de que los industriales de S&P no siguen una caminata aleatoria. En el mismo año, Cootner (1964) editó su libro clásico "El carácter aleatorio de los precios del mercado de valores", una colección de artículos de Roberts, Bachelier, Cootner, Kendall, Osborne, Working, Cowles, Moore, Granger y Morgenstern, Alexander, Larson, Steiger, Fama, Mandelbrot y otros", Mientras que (Godfrey, Granger, & Morgenstern, 1964) publicó otro libro significativo llamado "La hipótesis de la caminata aleatoria del comportamiento del mercado de valores". Además, (Steiger, 1964) hizo una contribución importante en el marco analítico al probar la no aleatoriedad y argumentó a favor del mismo resultado en el que Alexander ya había concluido, que los precios de las acciones no siguen un camino aleatorio. Finalmente, la creciente importancia del campo en la economía general queda demostrada por la aceptación del trabajo publicado de (Sharpe, 1964) sobre el CAPM, que más tarde le otorgó el Premio Nobel de Economía. Además, el año siguiente tenemos la primera definición clara de lo que es un "mercado eficiente", en un documento de Fama relacionado con el análisis empírico de los precios del mercado de valores, lo que lleva a la conclusión, a diferencia de Alexander y Steiger, de que el mercado de valores los precios siguen una caminata aleatoria. Además, en un trabajo ligeramente anterior, (Fama E. , Random Walks in Stock Market Prices, 1965) explicó cómo la teoría de la caminata aleatoria (Random Walking) en los precios del mercado de valores presenta desafíos importantes para los defensores del análisis técnico y del análisis fundamental. Paralelamente, (Samuelson P. , Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly, 1965) presentó el primer argumento económico formal para un mercado eficiente en su artículo "Prueba de que los precios anticipados fluctúan al azar", en el que se centró en el concepto de martingala, en lugar de una caminata aleatoria como lo hizo Fama en su propio trabajo. Harry Roberts (Roberts H. , 1967) dio un paso más al acuñar el término hipótesis de mercados eficientes y al hacer la distinción entre pruebas de formas débiles y fuertes, que se convirtió en la taxonomía clásica en (Fama E. , Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, No 2, 1970).

La contribución de Fama se continuó realizando el primer estudio de eventos (Fama, Black, Jensen, & Roll, 1969). Los resultados de ese trabajo condujeron a un considerable apoyo a la conclusión de que el mercado de valores es eficiente. Además, Fama publicó su primer informe significativo. documento de revisión (al que siguieron dos más), en el que define un mercado eficiente: "Un mercado en el que los precios siempre" reflejan plenamente "la información disponible" se denomina eficiente y se convierte en el primero en considerar el 'problema de hipótesis conjuntas. El mismo año también se publicó el libro "Pronosticabilidad de los precios del mercado de valores" de Granger y Morgenstern, que también impulsó la investigación en el área relevante. La siguiente contribución importante fue realizada por Scholes en 1972 que estudió los efectos en los precios de las ofertas secundarias y descubrió que el mercado es eficiente, excepto por algún indicio de la deriva de precios posterior al evento. Ese trabajo primitivo a fines de los años 60 y principios de los 90 fue sucedido por miles de trabajos y publicaciones relativas. Específicamente, en

1973 (Samuelson P. A., 1973) escribió su artículo de encuesta, "Matemáticas del precio especulativo", (LeRoy, Risk aversion and the martingale property of stock prices, 1973) mostró que, bajo la aversión al riesgo, no hay una justificación teórica para la propiedad de la martingala, (Lorie & Hamilton, 1973) publicaron el libro. "The Stock Market: Theory and Evidence" y Malkiel publicaron el clásico "A Random Walk Down Wall Street". Además, (Samuelson P. , Proof that properly discounted present values of assets vibrate randomly, 1973) también generalizó su trabajo anterior (1965) para incluir acciones que pagan dividendos. En 1976, Cox y Ross crearon "La valuación de opciones para procesos estocásticos alternativos",

Grossman describió un modelo que muestra que "los sistemas de precios eficientes desde el punto de vista de la información combinan perfectamente la información diversa, pero al hacerlo, el sistema de precios elimina el incentivo privado para recopilar la información" y (Fama E. F., Foundations of Finance: Portfolio Decisions and Securities Prices, 1976) publicó el libro "Fundamentos de Finanzas". Al año siguiente, Osborne publicó "El mercado de valores y las finanzas desde el punto de vista de un físico" y (Beja, 1977) demostró que la eficiencia de un mercado real es imposible. En 1978, Ball escribió un documento de encuesta que reveló rendimientos excesivos consistentes después de los anuncios públicos de las ganancias de las empresas y Jensen escribió: "Creo que no hay otra proposición en la economía que tenga evidencia empírica más sólida que la respalde que la Hipótesis del Mercado Eficiente", mientras que Robert E. Lucas, Jr. construyó un modelo teórico de agentes racionales que muestra que la propiedad de la martingala no necesita mantenerse bajo la aversión al riesgo. Finalmente, en 1979, Radner demostró a través de su modelo teórico que, si el número de estados alternativos de información inicial es finito, entonces, genéricamente, existen "equilibrios de expectativas racionales" que revelan a todos los operadores toda su información inicial. También en 1979, Dimson revisó los problemas de la medición del riesgo (estimación de beta) cuando las acciones están sujetas a transacciones poco frecuentes, Harrison y Kreps publicaron "Martingalas y arbitraje en mercados de valores de periodos múltiples" y Shiller mostró que la volatilidad de las tasas de interés a largo plazo es mayor. lo que predice el modelo de expectativas.

Durante los años 80 tenemos un desarrollo continuo de los métodos de cálculo y análisis de datos, a través de los avances en la industria de la computación. El resultado de este desarrollo se muestra en la economía total y especialmente en el análisis de los mercados accionarios. Además, a finales de los 80 tuvimos un caso real en los mercados de valores. El "lunes negro", 19 de octubre de 1987, los mercados bursátiles de todo el mundo se desplomaron. El accidente comenzó en Hong Kong, se extendió hacia el oeste hasta Europa, luego golpeó a los Estados Unidos y causó la mayor pérdida porcentual diaria en la historia del Promedio Industrial Dow Jones, -22.61%. Esa fue una dura prueba para las teorías hasta entonces. En teoría, en relación con la hipótesis del mercado eficiente, también tenemos algunos procedimientos significativos. En 1980, Grossman y Stiglitz demostraron que es imposible que un mercado sea perfecto o informacionalmente eficiente. Su argumento fue que, debido al hecho de que la información es costosa, los precios no pueden



reflejar perfectamente la información que está disponible, ya que, si lo hiciera, los inversionistas que gastaran recursos en obtenerla y analizarla no recibirían ninguna compensación. (LeRoy & Porter, The present-value relation: Tests based on implied variance bounds, 1982) demostraron que los mercados de valores exhiben un "exceso de volatilidad" y también rechazan la eficiencia del mercado.

El mismo año, Stiglitz demostró que incluso con mercados aparentemente competitivos y "eficientes", las asignaciones de recursos pueden no ser "Pareto eficientes", mientras que Shiller mostró que los precios de las acciones se mueven demasiado para justificarse por los cambios subsiguientes en los dividendos, y también afirman que los precios de las acciones exhibe volatilidad excesiva. Sin embargo, su método fue analizado posteriormente por (Marsh & Merton, 1986), quienes concluyen que no es apropiado utilizarlo para probar la hipótesis de la racionalidad del mercado de valores. (Milgrom & Stokey, 1982) demostraron que, bajo ciertas condiciones, el recibo de información privada no puede crear incentivos para el comercio. (Tirole, 1982) demostró que, a menos que los comerciantes tengan antecedentes diferentes o puedan obtener un seguro en el mercado, la especulación se basa en planes inconsistentes y, por lo tanto, se descarta por expectativas racionales. (Osborne & Murphy, Financial analogs of physical Brownian motion, as illustrated by earnings, 1984) encontraron evidencia de la raíz cuadrada de la regla del tiempo en las ganancias. (Roll R. , Orange juice and weather, 1984) examinó los precios de los futuros de jugo de naranja en los EE. UU. Y el efecto del clima. Encontró un exceso de volatilidad. En 1985, De Bondt y Thaler descubrieron que los precios de las acciones reaccionaban de manera exagerada, evidenciando ineficiencias sustanciales en el mercado de formas débiles, estableciendo las bases para un nuevo sector, llamado financiamiento del comportamiento.

Además, Fischer Black hizo una contribución bastante original a la teoría en 1986, quien introdujo el concepto de "comerciantes de ruido", aquellos que comercian con cualquier otra cosa que no sea información, y mostró que el comercio de ruido es esencial para la existencia de mercados líquidos. Summers argumentó que muchas pruebas estadísticas de la eficiencia del mercado tienen un poder muy bajo para discriminar contra formas plausibles de ineficiencia. (French & Roll, 1986) encontraron que los precios de los activos son mucho más volátiles durante las horas de negociación de intercambio que durante las horas de no negociación; y dedujeron que esto se debe a la negociación con información privada. A finales de los 80 tenemos también otros resultados interesantes. La mayoría de ellos se basan en el trabajo empírico y el análisis de datos. Por ejemplo, (Fama & French, Permanent and temporary components of stock prices, 1988) encontraron grandes autocorrelaciones negativas para los horizontes de retorno de la cartera de acciones más allá de un año. (Lo & MacKinlay, 1988) rechazaron enérgicamente "la hipótesis de la caminata aleatoria" para los rendimientos semanales del mercado de valores. (Poterba & Summers, 1988) mostraron que los rendimientos de las existencias muestran autocorrelación positiva en períodos cortos y autocorrelación negativa en horizontes más largos. (Conrad & Kaul, 1988) caracterizaron el comportamiento estocástico de los rendimientos esperados de las acciones comunes. (Eun & Shim, 1989) encontraron que existe una cantidad sustancial de

interdependencia entre los mercados bursátiles nacionales, y los resultados son consistentes con los mercados bursátiles internacionales eficientes desde el punto de vista informativo. (Ball, What do we know about stock market "efficiency"?, 1989) discute la especificación de la eficiencia del mercado de valores. (LeRoy, Efficient capital markets and martingales, 1989) afirmó que la transición entre la idea intuitiva de eficiencia del mercado y la martingala está lejos de ser directa.

(Laffont & Maskin, 1990) muestran que la hipótesis de un mercado eficiente puede fallar si existe una competencia imperfecta. (Lehmann B. , 1990) encontró reversiones en los retornos de seguridad semanales y también rechazó la "hipótesis de mercado eficiente". (Jegadeesh, Evidence of predictable behavior of security returns, 1990) documentó una fuerte evidencia de un comportamiento predecible de los retornos de seguridad y rechazó la famosa "hipótesis de la caminata aleatoria" de los 70.

Al igual que en la década anterior, en los 90 también tenemos muchos resultados importantes con respecto a la teoría de las finanzas en general y a la "hipótesis de mercados eficientes" más específicamente. Una vez más, la mayoría de las obras fueron principalmente apoyadas empíricamente. (Kim, Nelson, & Startz, 1991) reexaminaron la evidencia empírica del "comportamiento de inversión de la media" en los precios de las acciones y encontraron que la reversión de la media es completamente un fenómeno anterior a la Segunda Guerra Mundial (Jackson, 1991) modeló explícitamente el proceso de formación de precios y muestra que si los agentes no son tomadores de precios, entonces es posible tener equilibrio con precios totalmente reveladores y adquisición de información costosa. (Lo A. W., 1991) desarrolló una prueba para la memoria de largo plazo que es robusta para la dependencia de corto alcance, y concluye que no hay evidencia de dependencia de largo alcance en ninguno de los índices de rendimiento de las acciones analizadas. (Chopra, Lakonishok, & Ritter, 1992) encontraron que las acciones reaccionan de forma exagerada. (Bekaert & Hodrick, 1992) caracterizaron los componentes predecibles en los rendimientos excesivos en los mercados de valores y de divisas. (Jegadeesh & Titman, Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency, 1993) encontraron que las estrategias comerciales que compraron ganadores pasados y vendieron perdedores pasados obtuvieron rendimientos anormales significativos. (Richardson, 1993) mostró que los patrones en las estimaciones de correlación en serie y su magnitud observados en estudios previos deberían esperarse bajo la hipótesis nula de independencia en serie. (Roll R. , What every CFO should know about scientific progress in economics: What is known and what remains to be resolved, 1994) observó que en la práctica es difícil sacar provecho incluso de las ineficiencias más fuertes del mercado. (Huang & Stoll, 1994) proporcionaron nueva evidencia con respecto a la microestructura del mercado y las predicciones de rendimiento de las acciones. (Metcalf & Malkiel, 1994) encontraron que las carteras de acciones elegidas por expertos no siempre superan al mercado. (Lakonishok, Shleifer, & Vishny, 1994) proporcionan evidencia de que las estrategias de valor producen rendimientos más altos porque estas estrategias explotan

el comportamiento subóptimo del inversor típico y no porque estas estrategias sean fundamentalmente más riesgosas.

(Dow & Gorton, 1997) investigaron la conexión entre la eficiencia del mercado de valores y la eficiencia económica. (Arthur, Holland, LeBaron, Palmer, & Tayler, 1997) propusieron una teoría del precio de los activos al crear un mercado de acciones artificial con agentes heterogéneos con expectativas endógenas. (Bernstein, 1999) criticó a la EMH y afirma que los beneficios marginales de los inversionistas que actúan sobre la información superan los costos marginales. (Zhang, 1999) presentó una teoría de mercados marginalmente eficientes.

En esa década también tenemos muchos libros nuevos relacionados con el tema y algunos artículos de revisión y encuestas importantes, que reunieron toda la teoría hasta ese momento, dando una forma específica del área. Los trabajos de revisión más famosos fueron escritos por Fama, aunque la actividad editorial general fue muy alta. El libro de Haugen es un gran ejemplo de esa actividad. La creciente importancia del sector y su influencia se refleja en la elección de Eugene Fama como miembro de la American Finance Association en 2001. El mismo año. (Andreou, Pittis, & Spanos, 2001) Escribieron un excelente artículo de revisión histórica, en el que se remonta. El desarrollo de varios modelos estadísticos propuestos desde Bachelier (1900) en un intento de evaluar qué tan bien estos los modelos capturan las regularidades empíricas exhibidas por los datos sobre precios especulativos, mientras que el famoso economista Mark Rubinstein reexaminó algunas de las evidencias históricas más serias contra la racionalidad del mercado y concluyó que los mercados son racionales (Rubinstein, Rational markets: Yes or no? The affirmative case, 2001). También en 2001, Shafer y Vovk mezclaron la teoría de juegos y la teoría financiera en su trabajo "Probabilidad y finanzas: ¡es solo un juego!"

El año siguiente, Lewellen y Shanken concluyeron que la incertidumbre de los parámetros puede ser importante para caracterizar y probar la eficiencia del mercado, mientras que Chen y Yeh, a través de la investigación de las propiedades emergentes de los mercados de acciones artificiales, muestran que la EMH puede estar satisfecha con algunas partes del tiempo artificial. En 2003, Malkiel examinó los ataques a la "hipótesis del mercado eficiente" y concluyó que los mercados de valores son mucho más eficientes y mucho menos predecibles de lo que algunos estudios académicos recientes nos harían creer y Schwert mostró que cuando se publican anomalías, los profesionales implementan las estrategias implícitas en Los papeles y las anomalías posteriormente se debilitan o desaparecen. En otras palabras, los resultados de la investigación hacen que el mercado sea más eficiente. (Timmermann & Granger, 2004) discutieron la "hipótesis de mercado eficiente" desde la perspectiva de un enfoque de pronóstico moderno. (Malkiel, 1973) demostró que los administradores de inversiones profesionales no superan sus índices de referencia y proporcionan evidencia de que, en general, los precios de mercado parecen reflejar toda la información disponible. (Blakey, 2006) analizó algunas de las causas y consecuencias del comportamiento aleatorio de los precios, mientras que (T'oth, 2006) encontraron evidencia de una mayor eficiencia en la Bolsa de Nueva York. (Wilson & Marshdeh, 2007) demostraron que los precios de las acciones cointegradas son

inconsistentes con la EMH a corto plazo, pero consistentes con la EMH a largo plazo. La eliminación de oportunidades de arbitraje significa que la ineficiencia del mercado de valores a corto plazo garantiza la eficiencia del mercado de valores a largo plazo. (McCauley, 2008) muestran que los "procesos estocásticos de martingala" generan incrementos no correlacionados, generalmente no estacionarios; explique por qué las martingalas consideran a Markoviano al nivel de promedios simples y correlaciones de 2 puntos; y probar que los martingalas arbitrarios son topológicamente desiguales a los "procesos de Wiener". (Yen & Lee, 2008) presentaron un artículo de la encuesta que ofrece una explicación cronológica de los hallazgos empíricos y concluye que la "hipótesis de mercado eficiente" está aquí para quedarse. Finalmente, (Lee, 2018) investigaron la estacionariedad de los precios reales de las acciones de 32 desarrollados y 26 países en desarrollo que cubren el período de enero de 1999 a mayo de 2007 y concluyen que los mercados de valores no son eficientes.

### 1.3 Concepto

Los mercados financieros son eficientes cuando son capaces de trasladar a los precios de los activos, en cualquier momento, todos los datos relevantes de esos activos. Es decir que el precio de esos activos refleja toda la información disponible sobre todos los valores y lo hace de manera insesgada. Entenderemos por información relevante a toda aquella que se refiere a las condiciones económicas generales y particulares de cada empresa y que pueden influir de manera evidente en el precio de las acciones.

### 1.4 Marco matemático

Según EMH, los cambios de precios son aleatorios e impredecibles, ya que la nueva información es impredecible. Por lo tanto, el enfoque matemático de la EMH es que los precios de los activos siguen un Paseo aleatorio con deriva (RW):

$$P_{t+1} = \mu + P_t + e_{t+1} \text{ con } E\left(\frac{e_{t+1}}{I_t}\right) = 0$$

donde  $E\left(\frac{e_{t+1}}{I_t}\right)$  es la expectativa de una variable aleatoria condicional a la información disponible establecida en tiempo  $t$ ,  $P_{t+1}$  es el stock de precio futuro,  $e_{t+1}$  es el error aleatorio en el tiempo  $t + 1$  que es independiente y idéntico distribuido (iid) con media condicional cero y varianza  $\sigma^2$ . Bajo la EMH, la el error aleatorio  $e_{t+1}$  no es predecible sobre el conjunto de información disponible  $I_t$  y, por lo tanto, la expectativa de error aleatorio es cero.

El conjunto de información disponible de una seguridad consiste en información sobre los precios pasados de este es  $I_t = \{P_{t-1}, P_{t-1}, \dots\}$  información sobre las variables fundamentalmente económicas que afectan los precios de seguridad  $I_t = \{X_{t1}, \dots\}$ . Estas variables pueden ser variables macroeconómicas o variables económicas de las empresas, tales como sus ganancias, su política de dividendos, etc. Teniendo en cuenta diferentes conjuntos de información, hay tres formas diferentes para el EMH, débil, semi-fuerte y forma fuerte.

Según la relación (1), los cambios en el precio de los activos dependen de un término constante  $\mu$  y un valor aleatorio error  $e_{t+1}$ . Por lo tanto, el precio de los activos en  $t + 1$  se desvía del precio actual, no solo una constante más, un término aleatorio. Por lo tanto, los cambios en el precio de los activos que restaron  $\mu$  impredecible y los precios cambiarían debido a eventos aleatorios.

Por lo tanto,

$$P_{t+1} - P_t - \mu = e_{t+1}$$

Teniendo en cuenta las expectativas condicionadas al conjunto de información, tenemos lo siguiente:

$$E(P_{t+1} - P_t - \mu | I_t) = E(e_{t+1} | I_t)$$

Por  $E(e_{t+1} | I_t) = 0$

$$E(P_{t+1} - P_t | I_t) = \mu \Leftrightarrow$$

$$E(\Delta P_{t+1} | I_t) = \mu$$

donde  $\Delta P_{t+1} = P_{t+1} - P_t$  es la diferencia del precio de los activos entre  $t + 1$  y  $t$ .

Sustituyendo en,

$$\Delta P_{t+1} - E(\Delta P_{t+1} | I_t) = e_{t+1}$$

De acuerdo con, las diferencias de los precios de los activos a lo largo del tiempo no se pronostican dadas la información actual configurada. Así, el resultado del RW con modelo de deriva es el matemático. enfoque de la EMH, ya que se espera un error aleatorio en el momento  $t + 1$  dada la corriente el conjunto de información es cero. Por lo tanto, el error aleatorio  $e_{t+1}$  representa la llegada de nueva información lo cual es impredecible dada la información del mercado en el momento  $t$  y así,  $E(e_{t+1} | I_t) = 0$ .

De lo contrario, la relación (4) se puede escribir:

$$\Delta P_{t+1} = E(\Delta P_{t+1} | I_t) + e_{t+1}$$

Por lo tanto, la diferencia del precio de los activos se puede dividir en dos partes: la parte predecible  $E(\Delta P_{t+1} | I_t)$  y la parte impredecible  $e_{t+1}$ .

Habiendo asumido un RW con modelo de deriva, mantiene la relación  $E(\Delta P_{t+1} | I_t) = \mu$  para la primera parte y está relacionado con la devolución o riesgo de la acción. Si las condiciones del mercado no cambian tiempo entonces el riesgo puede ser estimado por un modelo de valoración de activos. Por ejemplo, el activo de capital El Modelo de precios (CAPM) asume que el riesgo de una seguridad es una función del riesgo de mercado, el Beta de una industria financiera y libre de riesgos. Para demostrarse la conexión entre el retorno de los activos y el término constante  $\mu$ , la relación se dividirá por el precio actual  $P_t$ .

Teniendo,

$$P_{t+1} - P_t - \mu = e_{t+1} \Leftrightarrow$$

$$P_{t+1} - P_t = \mu + e_{t+1}$$

Dividiendo por  $P_t$ , obtenemos:

$$\frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} = \frac{\mu}{P_t} + \frac{e_{t+1}}{P_t} \Leftrightarrow$$

$$n + 1 = \frac{\mu}{P_t} + \frac{e_{t+1}}{P_t}$$

Dónde  $n + 1 = \frac{P_{t+1}}{P_t} - 1$  es el rendimiento de los activos entre  $t$  y  $t + 1$ .

Tomando la expectativa condicional de la relación (5) dada la información actual establecida,

$$E(r_{t+1}|I_t) = E\left(\frac{\mu}{P_t} + \frac{e_{t+1}}{P_t} | I_t\right)$$

$$E(r_{t+1}|I_t) = E\left(\frac{\mu}{P_t} | I_t\right) + E\left(\frac{e_{t+1}}{P_t} | I_t\right)$$

$$E(r_{t+1}|I_t) = E\left(\frac{\mu}{P_t} | I_t\right) + \frac{1}{P_t} E\left(\frac{e_{t+1}}{P_t} | I_t\right)$$

$$E(r_{t+1}|I_t) = E\left(\frac{\mu}{P_t} | I_t\right)$$

$$E(r_{t+1}|I_t) = \frac{\mu}{P_t}$$

Por lo tanto, la relación muestra que el rendimiento esperado de los activos que debe reflejar el mercado el riesgo para esta acción es una función del término constante  $\mu$  y el precio actual  $P_t$ . The stock return puede ser estimado por un modelo de valoración de activos como el CAPM, APT.

En la práctica, el enfoque logarítmico de la EMH es más útil, especialmente para las pruebas de mercado eficiente. Se puede demostrar que los cambios de precios esperados de las existencias son aproximadamente igual a los retornos de acciones esperados que consisten en la inversión de riesgo. Para representar a la En el enfoque logarítmico de la EMH, reescribimos el retorno de una acción entre  $t$  y  $t + 1$ :

$$n + 1 = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} = \frac{P_{t+1}}{P_t} - 1$$

$$1 + n_{+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t}$$

Tomando el logaritmo de esta ecuación, obtenemos:

$$\log(1 + r_{t+1}) = \log\left(\frac{P_{t+1}}{P_t}\right)$$

Usando el logaritmo de aproximación logarítmica  $\log(1 + x) \approx x$  que se aplica a los precios, alrededor de cero, como el stock Devoluciones o tasa de devoluciones, tomamos:

$$\log\left(\frac{P_{t+1}}{P_t}\right) \approx r_{t+1}$$

$$\log(P_{t+1}) - \log(P_t) \approx r_{t+1}$$

Al establecer los precios logarítmicos con letras no mayúsculas, obtenemos:

$$\Delta p_t + 1 \equiv p_{t+1} - p_t \approx r_{t+1}$$

Teniendo en cuenta las expectativas condicionadas al conjunto de información, tenemos lo siguiente:

$$E(\Delta p_t + 1 | I_t) \equiv E(p_{t+1} - p_t | I_t) \approx E(r_{t+1} | I_t)$$

Por lo tanto, esta relación muestra que los cambios esperados de los precios de los activos logarítmicos deben ser iguales a sus rendimientos esperados que pueden predecirse mediante un modelo de valoración de activos.

Por la EMH, el  $\Delta p_t + 1$  se puede escribir como una suma de los cambios de precios esperados y un término de error Lo que representa la nueva información de mercado para el precio de los activos. Por lo tanto, tenemos:

$$\Delta p_t + 1 = E(\Delta p_t + 1 | I_t) + \varepsilon_t + 1$$

Donde  $E(\varepsilon_t + 1 | I_t) = 0$ . Teniendo la relación, tomamos:

$$\Delta p_t + 1 \approx E(r_{t+1} | I_t) + \varepsilon_t + 1$$

De lo contrario, se puede escribir como:

$$p_{t+1} = E(r_{t+1} | I_t) + p_t + \varepsilon_t + 1$$

Como resultado, el enfoque logarítmico de los precios de los activos sigue un Modelo de paseo aleatorio (RW). Si el el retorno esperado es constante a lo largo del tiempo, es decir, contiene  $E(r_{t+1} | I_t) = m$  entonces tenemos la siguiente relación:

$$p_{t+1} \approx m + p_t + \varepsilon_t + 1$$

Esta es la caminata aleatoria con deriva (RW). Cabe destacar que este modelo se mantiene, pero hay existe un error aproximado ya que usamos el registro de aproximación logarítmica  $\log(1 + x) \approx x$ .

Finalmente, la hipótesis de eficiencia de mercado (EMH) se basa en una serie de suposiciones que han de cumplirse: los agentes poseen unas expectativas racionales, la media de la población tiene un comportamiento correcto, a excepción de algunos individuos independientes, y los agentes deben actuar ante la aparición de nueva información relevante, actualizando apropiadamente sus expectativas. La teoría permite que, ante esta nueva información, algunos inversores puedan sobrerreaccionar y, otros, todo lo contrario. En definitiva, lo que requiere la teoría es que la reacción de los agentes sea impredecible y siga un patrón de distribución normal para que así el efecto final en los precios de los mercados no pueda ser, con certeza absoluta, aprovechado para producir un beneficio anormal o que esté muy por encima de lo que el mercado en conjunto ofrece, especialmente cuando se tienen en cuenta los costes de transacción (incluyendo comisiones y diferenciales). Cualquier persona individual puede equivocarse en el mercado. El mercado en su conjunto siempre muestra un comportamiento correcto. Los tres niveles de eficiencia defendidos por (Fama, 1970) son: débil, semi-fuerte y fuerte. Cada una de ellas tiene diferentes implicaciones sobre cómo funcionan los mercados.

### 1.5 Formas de la EMH

De acuerdo con la definición anterior de EMH, los precios de mercado deben incorporar toda la información disponible en cualquier momento. Sin embargo, los investigadores financieros hacen una distinción entre tres formas de eficiencia del mercado, basándose en el término "toda la información disponible". Esta separación es muy importante para las pruebas de eficiencia del mercado que se representarán en otro capítulo. Bajo cada versión de mercado eficiente, hay diferentes pruebas que se utilizan en el trabajo empírico. Pero, la mayoría del trabajo empírico se refiere a la forma débil de EMH. En esta subsección, se representará solo la definición de cada forma y se notará que cada forma más fuerte de eficiencia incorpora todas las formas más débiles de eficiencia.

#### **Eficiencia débil**

La forma débil de la EMH afirma que los precios actuales de los activos reflejan completamente toda la información disponible sobre la historia pasada solamente. Esta información debe ser común para todos los inversionistas. Bajo la forma débil de la EMH, el conjunto de información se define como  $I_t = \{P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, \dots\}$ . Y los precios de los activos deben cambiarse solo por la llegada de la nueva información sobre el mercado. Esta nueva información se referirá a los precios de los activos que no están correlacionados con la información establecida.

De acuerdo con la definición anterior de la versión débil de la eficiencia del mercado, es imposible obtener mayores beneficios o rendimientos por la inversión en valores que los beneficios o rendimientos del mercado previstos para la inversión de riesgo realizada, dada la información establecida  $I_t = \{P_{t-1}, P_{t-2}, P_{t-3}, \dots\}$ . Los analistas financieros utilizan métodos de predicción de precios ampliamente conocidos, como el análisis técnico. Sin embargo, el análisis técnico se apoya en el estudio de las últimas series de precios de



los activos y los datos del volumen de operaciones para pronosticar la dirección de los precios y, por lo tanto, se opone a la EMH que afirma que los precios del mercado de valores son esencialmente impredecibles. La evidencia empírica de esta forma específica de eficiencia del mercado, y por lo tanto en contra del valor del análisis técnico, es bastante sólida y bastante consistente. El corolario anterior se basa en el supuesto de que los precios actuales de los activos han incorporado toda la información disponible de manera eficiente. Después de tomar en cuenta los costos de transacción, no se requiere un cargo adicional por la compra de acciones, aparte del valor de la inversión de riesgo realizada, ya que el costo de incorporación es insignificante y no es necesario un esfuerzo adicional de recopilación de información. Por lo tanto, es muy difícil obtener ganancias con información disponible públicamente, como la secuencia anterior de los precios de los activos  $Es = \{Pt - 1, Pt - 2, Pt - 3, \dots\}$ .

La incorporación de la información de mercado en precios efectivamente sigue un proceso simple. En otras palabras, los inversionistas determinan la demanda o la oferta de una acción en función del conjunto de información común  $It = \{Pt - 1, Pt - 2, Pt - 3, \dots\}$ . Bajo las condiciones competitivas del mercado, el precio de equilibrio  $Pt$  debe reflejar toda la información de este conjunto de manera eficiente y las oportunidades de arbitraje se excluyen en la condición de equilibrio. Pero, si uno de los inversionistas desea obtener ganancias anormales, entonces debería encontrar alguna información que esté fuera del conjunto de información  $It = \{Pt - 1, Pt - 2, Pt - 3, \dots\}$ . Aunque, esta información no podría afectar los precios de los activos bajo la forma débil de la EMH, ya que este conjunto de información está disponible comúnmente.

Por lo tanto; la eficiencia en su modo débil, (Fama E. , 1970) los precios futuros no pueden predecirse a través del análisis de los datos históricos de los precios (análisis técnico). Por lo tanto, defiende que no se pueden generar rendimientos anormales usando estrategias de inversión basadas en estudiar gráficos de datos de precios pasados. Así, el análisis técnico no es capaz de conseguir, de manera consistente, rendimientos por encima del mercado. Los precios de los activos financieros no muestran series dependientes. Esto quiere decir que no existen patrones de conducta que establezcan los precios. Esto implica que los futuros movimientos que se produzcan en los precios van a estar determinados completamente por la nueva información y no por la información contenida en la serie histórica de precios. Por ende, los precios deben seguir un “random walk”. Esta forma débil de equilibrio no implica que los precios se mantengan en equilibrio o cerca, simplemente que los participantes del mercado no serán capaces de beneficiarse, sistemáticamente, de las “ineficiencias” del mercado. Sin embargo, en esta forma débil de eficiencia sí que cabe lugar batir al mercado usando técnicas de análisis fundamental.

### **Eficiencia semifuerte**

La forma semifuerte de EMH sugiere que los precios de los activos deben reflejar completamente toda la información disponible no solo sobre la historia pasada de los precios de los activos, sino también sobre el mercado o la compañía en el momento  $t$ . Esta

información se refiere a los aspectos fundamentales de la empresa, como sus estados financieros (informes anuales, estados de ingresos, presentaciones de la Comisión de Seguridad e Intercambio, etc.), anuncios de ganancias y dividendos, planes de fusión anunciados, la situación financiera de los competidores de la empresa, Las expectativas sobre los factores macroeconómicos (como la inflación, el desempleo), etc., que cambian los precios de los activos. Este conjunto de información se define como  $I_t = \{X_1, t, \dots, X_K, t, P_i, t - 1, P_i, t - 2, P_i, t - 3, \dots\}$ , donde  $X_1, t, \dots, X_K, t$  son las variables fundamentales que afectan el precio de los activos  $P_t$  en el momento actual  $t$ . De hecho, la información pública ni siquiera tiene que ser de naturaleza estrictamente financiera, es decir, la información pública podría incluir publicaciones sobre el estado actual de una investigación en un dominio relevante o una innovación de las empresas.

Bajo esta versión de la EMH, la recopilación de información adicional para la determinación de los precios es necesaria. Podría decirse que es difícil recopilar esta información, ya que exige mucho tiempo y esfuerzo y es un proceso costoso, ya que la eficiencia del mercado semifuerte requiere la existencia de analistas de mercado que puedan comprender las implicaciones de una gran información financiera, los macroeconomistas. Expertos que entienden los procesos de los mercados de productos e insumos, además de economistas financieros. Por lo tanto, puede que no sea suficiente obtener la información de los principales periódicos y publicaciones producidas por la empresa, pero los analistas deben seguir informes, publicaciones profesionales y bases de datos, documentos locales, revistas de investigación, etc., para recopilar toda la información necesaria para analizar la eficiencia de los activos.

Por lo tanto, en contraste con la forma débil de la eficiencia del mercado, la forma semifuerte supone que, aparte de la inversión de riesgo, los precios de los activos deben reflejar el valor del análisis de la información disponible de los inversionistas o corredores, lo que es un proceso costoso. Sin embargo, este costo sería bajo y común para todos los activos porque hay muchas compañías de inversión o corredores que las analizan de manera sistemática y uniforme. Como resultado, los precios de los activos reflejarán toda la información disponible sobre las variables y precios actuales y pasados que afectan a los valores, el riesgo de inversión y el costo del análisis de los datos del mercado. Por lo tanto, los cambios en los precios de los activos están causando la llegada de la nueva información que no está correlacionada o es ortogonal con el conjunto de información  $I_t = \{X_1, t, \dots, X_K, t, P_i, t - 1, P_i, t - 2, P_i, t - 3, \dots\}$ .

En resumen, la afirmación detrás de la forma semi-fuerte de la EMH es que todavía no se debe poder obtener ganancias utilizando la información pública relacionada con la secuencia pasada de precios y también las variables económicas fundamentales que afectan el mercado en general. tiempo  $t$ . Los precios de los activos incluirían esta información y el costo de su evaluación de manera efectiva, y por lo tanto, las ganancias anormales son imposibles. Sin embargo, si algunos inversionistas tienen información privilegiada sobre los precios de los activos o la política que seguiría la compañía, entonces el exceso de

ganancias será factible. En conclusión, se puede notar que la suposición para el tipo semi-fuerte del mercado eficiente es mucho más fuerte que la de la eficiencia de forma débil y los investigadores financieros han encontrado evidencia empírica que es abrumadoramente consistente con la forma semi-fuerte de la EMH.

### **Eficiencia fuerte**

La forma sólida de EMH es la versión más estricta de la eficiencia del mercado y establece que los precios actuales incorporan completamente toda la información existente, tanto pública como privada. El término "información pública" implica los precios pasados y actuales y las variables fundamentales que afectan los precios de las acciones. La información "privada" se denomina información interna que cada inversionista puede encontrar sobre las acciones y las transacciones en estos con el objetivo de obtener mayores ganancias. Como resultado, los precios se verían afectados por la información interna de los corredores o inversionistas. Sin embargo, la fuerte forma del mercado eficiente afirma que los *insiders* no pueden obtener información privilegiada sistemáticamente comprando acciones de la compañía. Incluso si las oportunidades de arbitraje existen, se eliminarán rápidamente debido al volumen de transacciones que se anuncian diariamente en el mercado y descubrirá la existencia de las ocasiones rentables. En otras palabras, los inversionistas percibirán estas oportunidades de inmediato y, por lo tanto, se incluirán en el conjunto de información común. Como resultado, los precios reflejarán toda esta información (pública y privada) de manera eficiente. La principal diferencia entre la hipótesis de eficiencia semi-fuerte y fuerte es que, en este último caso, nadie debería poder generar ganancias de manera sistemática, incluso si el comercio de información no se conoce públicamente en ese momento. La intuición de la eficiencia del mercado de forma sólida es que el mercado anticipa, de manera imparcial, los desarrollos futuros y, por lo tanto, el precio de las acciones puede haber incorporado la información y evaluado de una manera mucho más objetiva e informativa que los expertos. Sin embargo, no es sorprendente que la investigación empírica en finanzas haya encontrado pruebas que son inconsistentes con la forma fuerte de la EMH.

El siguiente gráfico muestra las formas de la EMH y sus conjuntos de información.

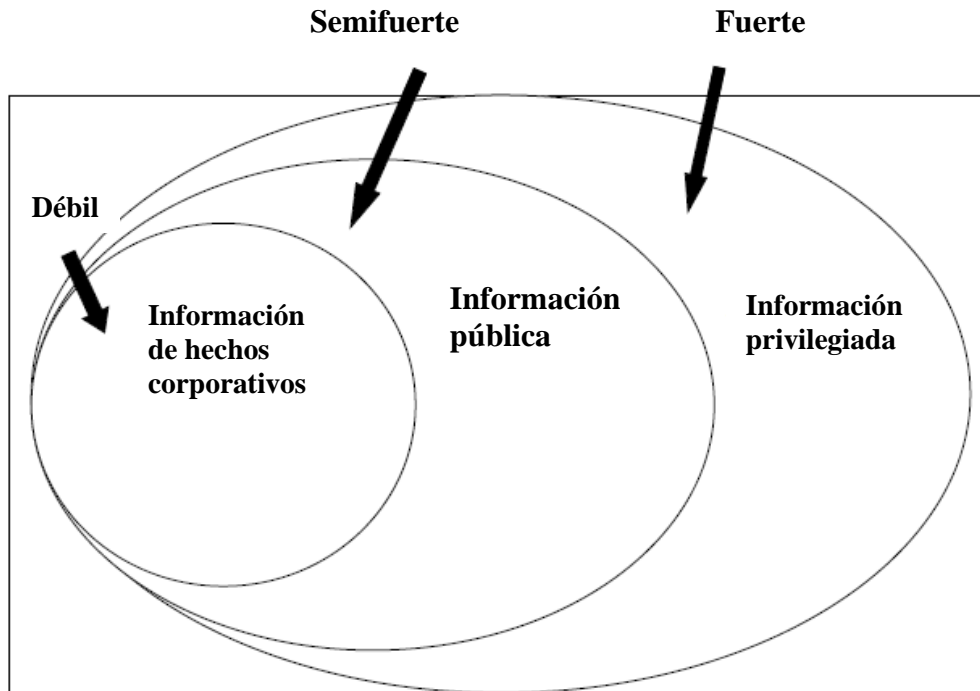


Ilustración 1: Formas de EMH

#### Eventos

La definición de eficiencia del mercado se basa en el reflejo completo de la información disponible sobre los precios de los activos. Sin embargo, esta definición es tan general que es difícil probarlo. Fama lo describe con las siguientes frases:

La declaración de definición de que, en un mercado eficiente, el precio refleja completamente la información disponible es tan general que no tiene implicaciones empíricamente comprobables. Para que el modelo sea verificable, el proceso de formación de precios debe especificarse con más detalle. En esencia, debemos definir un poco más exactamente lo que significa el término "reflejar plenamente".

Dependiendo de la información disponible, la EMH se divide en diferentes formas. Debido al hecho de que es difícil encontrar evidencias para personas con información privilegiada, las pruebas empíricas se refieren a los débiles o semi-fuertes de la EMH. La forma fuerte de la EMH es difícil de probar. Esencialmente, el objetivo de las pruebas es comprobar:

- Si los precios de los activos responden rápidamente a la llegada de nueva información (anuncios).
- Los cambios en las predicciones de los rendimientos de los activos deben vincularse con los cambios en su riesgo de inversión.
- No es factible obtener ganancias anormales a través de reglas comerciales.

## Estudios empíricos sobre la forma débil de EMH

Habiendo definido la forma débil de la EMH para basarse en la historia pasada de los precios de las acciones y, por lo tanto, de los datos, existen varios métodos para probar la forma débil de la eficiencia del mercado. Las pruebas empíricas más importantes y comunes se presentan a continuación. Algunas de las pruebas que se han formulado en la literatura utilizan reglas comerciales basadas en el pasado compartir precios. La idea detrás de la prueba es que si la aplicación de la regla comercial puede ganar riesgo ajustado Beneficios superiores a la rentabilidad del mercado. Una de las pruebas empíricas es la regla del filtro<sup>8</sup>. Esta Las reglas implican comprar la acción cuando su precio aumenta al menos un x% y mantenerla hasta la caída del precio de los activos al menos x% en comparación con el precio máximo anterior y luego, vendiendo stock hasta el aumento de los precios de las acciones al menos x% en comparación con el precio mínimo anterior. El valor de x implica la expansión o contracción de los límites de las transacciones. Cuanto menor sea el valor de x es el mayor número de transacciones que impone la regla. De acuerdo con esta regla, el mercado sería ineficiente si la caída (aumento) de los precios de las acciones es seguida por la caída (aumento) de precios. Como resultado, esta estrategia permite a los inversionistas obtener ganancias más altas que las razonables.

A excepción de la regla de filtro, la presencia de correlación en serie o autocorrelación entre los precios de los activos demuestra la ineficiencia del mercado. Para medir la correlación serial se utiliza el Función de autocorrelación (ACF) y función de autocorrelación parcial (PACF).

Supongamos una serie temporal  $\{X_t\}$ , la función de autocorrelación (ACF) de un tiempo entre el tiempo t y s Se define como:

$$p(s) = \frac{r(s)}{r(0)} = \frac{E[(X_{t+1} - \mu)(X_t - \mu)]}{E(X_t - \mu)^2}$$

La definición de función de autocorrelación parcial (PACF) es:

$$\alpha(k) = \text{Corr}(X_{t+k} - P(X_{t+k}|X_{t+1}, \dots, X_{t+k-1}), (X_t - P(X_t|X_{t+1}, \dots, X_{t+k-1})))$$

Donde  $P(W|Z)$  es la mejor proyección lineal de  $W$  en  $Z$   $P(W|Z) = \sum w_z \sum_w^{-1} Z$  con  $\sum z z = \text{Var}(Z)$  como la matriz de covarianza de los regresores es  $\sum w z = \text{Cov}(W, Z)$  definida como la matriz de covarianzas entre  $W$  y  $Z$ .

### a. La prueba de relación de varianza (VR)

También se usa para examinar la forma débil de EMH. Lo básico la idea es que si una serie de tiempo es estacionaria, su variación no aumenta con el tiempo; de lo contrario, un tiempo Las series con raíz unitaria tendrán una variación creciente. La intuición de la prueba es comparar la varianza de un subconjunto de la serie de tiempo en períodos tempranos con la varianza de un tamaño similar Subconjunto del proceso en periodos

posteriores. La prueba VR fue formulada por Lo y MacKinlay (1988b) y esencialmente, prueba la existencia de RW. El asunto de la caminata aleatoria es la restricción de que la serie de errores no está correlacionada en serie o de que las innovaciones son imprevisibles De las innovaciones pasadas.

b. La prueba de VR

Para k períodos se define como 1 / k veces la relación de la varianza de la diferencia de retardo  $r_t^k$  de una serie a la de la primera diferencia de retraso tal que:

$$VR(k, 1) = \frac{Var(r_t^k)/k}{Var(r_t)/1}$$

Donde  $r_t^k = p_t - p_{t-k}$  y  $r_t = p_t - p_{t-1}$

Si calculamos la varianza de la serie de rendimientos cada  $\Delta t$  períodos, la prueba de VR se define como:

$$VR(k, 1) = \frac{Var(r_t^k \Delta t)/k}{Var(r_t \Delta t)/1}$$

Bajo el RW, la prueba de VR será igual a 1 ya que la serie de precios no estará correlacionada y por lo tanto, la varianza de retorno será proporcional al horizonte de retorno. Por lo tanto, bajo la nula hipótesis que es la hipótesis de la caminata aleatoria, si la varianza de la serie de retorno es  $\sigma^2$  cada Si los períodos se toman la muestra cada período de  $kt$ , la varianza sería  $k\sigma^2$ . Si el VR es más alto que 1 entonces tenemos una aversión media y si el VR está por debajo de 1 tenemos una reversión media debida a la correlación serial negativa.

Otra categoría de las pruebas que se utilizan en los documentos empíricos son las pruebas que examinan la existencia. De anomalías en los mercados financieros. De acuerdo con la definición de la EMH. La presencia de anomalías en los mercados bursátiles, como la estacionalidad de los precios de seguridad, es una evidencia en contra de la EMH, ya que causa la obtención de beneficios anormales para los inversores. Dichas anomalías son los efectos de enero, los efectos del lunes, los efectos de vacaciones, etc. que pueden probarse y su existencia implicará la ineficiencia del mercado.

### 1.6 Anomalías del mercado

La EMH es un tema controvertido en las finanzas que ha recibido críticas por su falta de validez. Muchos críticos consideran que es posible predecir la dirección de los cambios en el precio de las acciones y obtener ganancias más altas que las previsibles ganancias del mercado, de manera sistemática. De acuerdo con esta declaración, la EMH ya no se mantendría. Sin embargo, la posibilidad de que algunos inversionistas puedan pronosticar los cambios en el precio de las acciones debido al hecho de que tienen información o la experiencia necesaria para interpretar las condiciones del mercado no violaría la HME, ya

sea a corto o largo plazo, se alcanzará el equilibrio. En el caso de los usuarios internos, si el número de ellos es bajo, entonces no afectaría los precios, pero si el número es alto, las autoridades de los mercados financieros pueden descubrir su comportamiento ilegal o el resto de los inversionistas imitarán su comportamiento. En el otro caso, que algunos inversionistas tienen suficiente experiencia para predecir los cambios en los precios de los valores de seguridad, todos los inversionistas podrían tener este derecho, ya que la capacidad de hacer predicciones se convierte en una ventaja competitiva.

El estado de la revisión científica, que el comportamiento racional de los inversionistas, se basa en la EMH, es históricamente disputado. Se ha observado que existen periodos en los que los precios están subvaluados o sobrevalorados. Estos efectos no contienen información importante que explique estos cambios en los precios de las acciones. Así, existen dudas sobre las acciones racionales de los inversionistas y el mecanismo racional de los precios. Hay muchos tipos de anomalías de mercado que se han observado en los mercados financieros. En esta sección, las anomalías que se presentarán aparecen de manera más sistemática en los mercados bursátiles. Estas anomalías pueden deberse a efectos de calendario, comportamiento de las empresas para obtener ganancias, comportamiento de agentes económicos, factores fundamentales, factores estructurales, eventos aleatorios, etc.

Por lo tanto, debido a la ineficiencia del mercado, es posible predecir los cambios en los precios de las acciones y obtener ganancias anormales.

#### **a) Efecto calendario**

Se ha observado que hay fluctuaciones en los precios de las acciones que están relacionadas con el calendario y por esta razón se llama "Efecto calendario". Muchas investigaciones empíricas han observado que los precios aumentan o disminuyen según el día o el mes. y, como resultado, es posible que los participantes del mercado tengan la oportunidad de beneficiarse de estos cambios predecibles de los precios de las acciones y obtener ganancias (si los costos de transacción son menores) debido a la legislación tributaria de México del Impuesto a la renta mensual y anual que será mencionado en el siguiente efecto. La bibliografía actual se refiere a muchos efectos de calendario, como el efecto de enero, el efecto de fin de semana, el efecto de lunes, el efecto de cambio de mes, los efectos estacionales, el indicador de Halloween, etc. En esta subsección, se presentan los efectos de calendario más populares, el efecto de enero y el efecto Fin de semana.

#### **b) Efecto enero**

La anomalía más común que se ha observado en los mercados financieros es el efecto de enero. Los precios de las acciones tienen la tendencia a aumentar entre el 31 de diciembre y la primera semana de enero y, por esta razón, los inversionistas compran acciones a precios más bajos a fines de diciembre y las venden cuando los precios han aumentado. Como resultado, obtienen ganancias de las diferencias de precios de las acciones. Por lo tanto, la observancia principal del efecto de enero es el aumento en la compra de valores al final del

año y el aumento en la venta al comienzo del año. Como resultado, este efecto contrasta con la eficiencia del mercado, ya que los inversionistas obtienen ganancias anormales.

Una explicación lógica para la aparición de este fenómeno es la tributación del capital. En otras palabras, muchos inversionistas que son sensibles a los impuestos y poseen acciones pequeñas, los venden al final del año para reclamar pérdidas de capital y compensar la obligación tributaria con las ganancias de capital y reinvertir a principios del próximo año. Sin embargo, esta causa es comúnmente una aprobación, pero no es suficiente, ya que este efecto aparece en algunos países como Japón que no imponen impuestos al capital o no permiten la compensación entre ganancias y pérdidas de capital por razones fiscales. Otra razón para el efecto de enero es el escaparate, es decir, la mejora de la apariencia de la cartera por parte de las emisoras antes de su presentación a clientes o accionistas.

### **c) Efecto fin de semana**

Muchas investigaciones empíricas han demostrado que otro efecto habitual en los mercados financieros es el efecto Fin de semana. Durante la semana, los rendimientos de las acciones cambian exhibiendo sistemáticamente rendimientos significativamente más altos los viernes (especialmente, precios de cierre más altos) que los rendimientos (precios de apertura) de los lunes. Esta observancia se ha basado en datos de la Bolsa de Nueva York.

La interpretación sobre el efecto Fin de semana es ambigua y, por lo tanto, existen varias teorías a las que se atribuye este efecto. Una teoría afirma que las compañías de inversión prefieren anunciar las malas noticias después del cierre del mercado financiero los viernes y, como resultado, las malas noticias se incorporan a los precios de apertura el lunes por la mañana. Por otra parte, la venta corta podría ser otra explicación para este fenómeno, ya que afecta los rendimientos de las acciones con altas posiciones cortas e interesantes. Finalmente, existen teorías alternativas basadas en las razones emocionales y consideran que los inversionistas se sienten más optimistas los viernes debido al próximo fin de semana que a los lunes.

### **Sesgos de comportamiento**

Además de los efectos de calendario que son la causa del cuestionamiento de la EMH, hay varios factores que afectan el comportamiento de los inversionistas y, por lo tanto, el mecanismo de precios no crea predicciones imparciales.

### **a) Sobrerreacciones exageradas**

Una anomalía frecuente en los mercados financieros es la reacción exagerada de los inversores a las noticias del mercado. Hay algunos períodos en que los precios caen constantemente y los inversores se sienten presa del pánico y toman decisiones irracionales. Por otro lado, hay períodos en los que los precios suben continuamente y los inversores se comportan de manera demasiado optimista en relación con los eventos. Por lo tanto, la información se vuelve más importante en el proceso de toma de decisiones y los precios pueden desviarse del valor justo de mercado. Como resultado, la baja o exagerada reacción de los inversionistas a la nueva información en el mercado no es consistente con EMH. El comportamiento de los inversionistas se apoya en sus creencias anteriores



y, por lo tanto, creen que, si los precios de las acciones tienen una tendencia, continuarán haciendo lo mismo. En otras palabras, esperan que, si los precios de las acciones han subido o bajado en períodos anteriores, persistirán en subir o bajar, respectivamente. Así, el comportamiento de los inversores se caracteriza por el conservadurismo y la representatividad. Muchas investigaciones han demostrado que los individuos mantienen sus creencias iniciales y toman decisiones consecutivas e irracionales. Como resultado, no reaccionan de manera exagerada ante la llegada de nueva información. De acuerdo con esta anomalía, han ocurrido muchas crisis financieras y hay muchas evidencias del fracaso de la eficiencia del mercado.

### **b) Efecto Momentum**

El efecto Momentum es otra anomalía del mercado que se ha observado en los mercados financieros. La idea detrás del efecto Momentum es que la tendencia de los precios no cambiará de dirección, es decir, existe una alta posibilidad de que el alza o la caída de los precios de las acciones sea seguida por un nuevo aumento o caída de los precios. El aumento adicional de los precios de las acciones está garantizado por la EMH solo si los aspectos fundamentales de los mercados cambian como la demanda, la oferta o la llegada de nueva información. La aparición del efecto Momentum se ha atribuido a los sesgos cognitivos y al comportamiento irracional de los inversores que no incorporan completamente la nueva información en los precios. Estudios recientes afirman que el efecto Momentum se ha observado incluso si existe racionalidad.

### **Anomalías fundamentales**

Otra categoría de anomalías del mercado son las anomalías fundamentales, como el efecto de la empresa de pequeña capitalización, el efecto del valor, la P / E baja, etc. Esta ineficiencia del mercado se basa en el análisis fundamental de los mercados financieros, cuyo objetivo es estudiar los factores cualitativos y cuantitativos que afectan El valor de la seguridad. Estos factores pueden ser las condiciones financieras, los factores macroeconómicos, los factores económicos, la economía de la industria, etc. Las anomalías fundamentales son el rendimiento de la equidad, el efecto de las pequeñas empresas y el efecto P / E. Los dos últimos efectos son los efectos más comunes y se presentan en las siguientes subsecciones.

### **a) Efecto pequeña empresa**

Los efectos del calendario están vinculados a un tipo diferente de anomalías que se denomina Efecto de firma pequeña. Las evidencias empíricas mostraron que una parte de los altos rendimientos de enero se debe a las pequeñas empresas cotizadas. Al verificar los retornos de las grandes empresas cotizadas, se observa que el efecto de enero desaparece.

La teoría detrás del término "efecto de pequeña empresa" es que las empresas más pequeñas superan a las empresas más grandes. En otras palabras, las compañías de capitalización más pequeña (con pequeña capitalización) tienen mayor espacio para el crecimiento y un entorno empresarial más volátil. Como resultado, tienen menores precios de las acciones y mayores apreciaciones de los precios que las compañías de mayor capitalización.

## **b) Efecto P/E**

El índice de ganancias de precio (P / E) es un factor de valuación y se define como el precio de la acción por acción de la empresa. Usando esta relación, los inversionistas pueden comparar el precio y las ganancias por acción de las compañías y el valor de las acciones. Cuando el P / E de una empresa es alto, los inversionistas esperan un mayor crecimiento de las ganancias en el futuro y estas compañías se consideran más seguras en comparación con las compañías con un P / E bajo que son más riesgosas.

Varios estudios han demostrado que el P / E predice los rendimientos del próximo período. (Basu, 1977) en su investigación declaró que las carteras con P / E bajo obtienen rendimientos más altos que las otras con una relación P / E alta (ya que se ajustó para el riesgo). Sin embargo, esta anomalía no es un fallo inicial de EMH, ya que los precios no reflejan completamente la información de la manera más rápida que se exige. Además, los costos de transacción y los impuestos impiden a los inversionistas obtener ganancias anormales. En cualquier caso, existe una anomalía que se explica por expectativas exageradas de los inversionistas.

### **Efecto de autocorrelación**

Utilizando datos de mercados financieros y pruebas correctas, se ha observado la presencia de autocorrelación en los precios de las acciones. Los datos diarios y mensuales están principalmente correlacionados positivamente, lo que implica que cuando los precios de las acciones o los rendimientos aumenten (o disminuyan), los precios de las acciones o los rendimientos del próximo período aumentarán (o disminuirán). La existencia de la autocorrelación entre los datos de series de tiempo del precio de las acciones se debe a cambios sistemáticos del riesgo de inversión o eventos aleatorios durante un corto período, como días de mercado buenos o malos. La EMH se viola por la aparición de la autocorrelación si no se atribuye a los cambios intertemporales del riesgo de inversión.

Sin embargo, los datos anuales de los precios de seguridad o devoluciones tienen autocorrelación negativa. Las subidas o bajadas de los precios de las acciones son seguidas por las caídas o subidas de los precios de las acciones, respectivamente. Muchos investigadores han concluido que esta correlación entre los precios anuales o de largo plazo es una corrección de la reacción exagerada de los inversionistas a la llegada de nueva información.

### **Valor, tamaño y otras regularidades**

Hubo, por supuesto, estudios ocasionales con resultados contrarios, pero hasta la década de 1980 estos no parecen ser importantes. (Basu, 1977) documentó el uso de las relaciones precio / ganancias para pronosticar retornos de acciones. En un estudio de 1400 empresas durante el período 1956-71, observa baja por ejemplo valores que superan a sus homólogos de alta p / e en más del siete por ciento por año. Aunque sus resultados podrían interpretarse como un desafío al punto de referencia de CAPM que él emplea, Basu considera sus

resultados como indicativos de una ineficiencia del mercado: "Negociación de valores en diferentes múltiplos de ganancias, en promedio, parecen haber tenido un precio inapropiado vis-avis unos a otros, y las oportunidades para obtener rendimientos "anormales" se otorgaron a inversores ". (Ball & Brown, An empirical evaluation of accounting income numbers, 1968) ya habían notado evidencia de anuncio posterior a las ganancias "Deriva" en la dirección indicada por una sorpresa de ganancias. Diez años después, el primero publicado el trabajo para reunir literatura sobre anomalías relacionadas con los ingresos fue la encuesta de (Ball, Anomalies in relationships between securities yields and yield-surrogates, 1978).

(Fama & French, 1992) muestran que dos variables, estrechamente relacionadas con las ganancias de Basu y las variables de tamaño de Banz, capturan gran parte de la variación transversal en el rendimiento de los activos en el período 1963-1990. Estos resultados han sido confirmados para una amplia variedad de mercados también. El principal hallazgo de Fama y French es que la capitalización de mercado y el capital contable de mercado disminuye el impacto no solo de estas dos variables sino también de las relaciones precio / ganancias y el apalancamiento. El resultado de Fama y French puede ser consistente con la teoría de fijación de precios de los activos, en cuyo caso el modelo puede considerarse como un modelo empírico en el espíritu de la teoría de precios de arbitraje.

#### **a) Pruebas de valuación fundamental**

Los estudios de eventos y muchas pruebas de forma sólida indican que los precios responden de manera eficiente a nueva información. Por lo tanto, sigue siendo posible que los activos puedan ser persistentemente excesivos o sobrevalorados durante largos períodos de tiempo. Es más difícil probar si los precios se ajustan a valores fundamentales, que es probar si los precios responden apropiadamente a la información. No obstante, a pesar de la dificultad de probar si el nivel de precios de seguridad es correcto, la literatura también ha evolucionado en esta dirección. Los dos principales desafíos para el racional la eficiencia del mercado es, en primer lugar, la literatura de límites de varianza, y segundo, la literatura del especulador. (Shiller, Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?, 1981) examina la variación en los precios del mercado de valores, y encuentra ese precio las fluctuaciones son demasiado grandes para justificarse por la variación posterior en los pagos de dividendos. Shiller encuentra que "las medidas de la volatilidad del precio de los activos durante el siglo pasado parecen estar demasiado lejos alto (cinco a trece veces demasiado alto) para ser atribuido a nueva información sobre el futuro real dividendos... El fracaso del modelo de mercados eficientes es tan dramático que parece imposible atribuir la falla a cosas tales como errores de datos, problemas con el índice de precios o cambios en las leyes tributarias ". Esta extensión al mercado de acciones del trabajo anterior de (Shiller, The volatility of long-term interest rates and expectations models of the term structure, 1979) el mercado de bonos sufre una limitación similar a las anomalías descritas anteriormente. Es decir, su procedimiento es una prueba conjunta de la eficiencia del mercado y la validez de su modelo de dividendo proceso.

## **b) Pruebas de sobre-reacción y falta de reacción**

Finalmente, pasamos a algunas otras pruebas que se centran en la previsibilidad del retorno. Estas pruebas pueden caer en dos grupos. En primer lugar, y contrariamente a la literatura de paseo aleatorio temprano, los estudios han encontrado evidencia de autocorrelación positiva en los rendimientos de seguridad en semanal y horizontes de tiempo mensual; y en segundo lugar hay una indicación de correlación serial negativa en horizonte más largo regresa durante períodos de varios años. A pesar de los reclamos de varios investigadores grandes oportunidades de arbitraje de explotar la autocorrelación en los rendimientos a corto plazo, es dudoso si quedan rendimientos anormales después de contabilizar los diferenciales de negociación, comisiones y otros costos involucrados en la búsqueda de este tipo de impulso a corto plazo estrategia.

Sin embargo, la fijación de precios a más largo plazo podría constituir una violación más grave la eficiencia del mercado. La investigación sobre las dependencias de series de tiempo en los retornos que ha tenido el mayor impacto, al menos con los profesionales, es el estudio de (DeBondt & Thaler, 1985) que mira los retornos sobre horizontes más largos, encontrando que los activos que han tenido un rendimiento inferior la mayoría en un período de tres a cinco años promedian los rendimientos más altos ajustados por el mercado sobre el período posterior, y viceversa. Explican este patrón de inversión de retorno como una reacción exagerada en el mercado en el cual los precios de los activos divergen del valor fundamental. (Jegadeesh & Titman, Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency, 1993) han observado un fenómeno similar, argumentando que tal comportamiento del precio es consistente con el comercio de retroalimentación positiva. (Poterba & Summers, 1988), junto con (Fama & French, 1988), discuten la vinculación entre la correlación serial positiva de corto horizonte en los rendimientos de los activos, acompañada de correlación negativa en intervalos más largos. Poterba y Summers sugieren que sus hallazgos son indicativos de una ineficiencia del mercado: "La negociación de ruido, la negociación por los inversores cuya demanda de acciones está determinada por factores distintos de su rendimiento esperado, proporciona una plausible explicación de los componentes transitorios en los precios de los activos". Si estos patrones horizontales más largos de reversión de la media realmente existen es una cuestión de controversia, ya que los resultados del subperíodo sugieren que los patrones observados por (DeBondt & Thaler, 1985) y (Poterba & Summers, 1988) no son tan robustos en el tiempo. Variable en el tiempo los retornos esperados también podrían explicar estos patrones, sin requerir que asumamos que los precios desviarse del valor fundamental en intervalos extendidos. Sin embargo, hay un crecimiento literatura que busca explicar observaciones como estas en términos del sentimiento de no racional, una idea presentada en la siguiente sección.

### **Microestructura del mercado**

El artículo clásico sobre microestructura del mercado es el breve artículo de Jack Treynor sobre The Only Juego en la. En este artículo, Treynor explica por qué los inversores en su conjunto pierden por la negociación y por qué los inversionistas informados ganan. La clave es para entender el papel del distribuidor o creador de mercado, que pierde cuando

comercia con información inversores, pero apunta a más que recuperar estas pérdidas mediante la negociación con inversores desinformados. (Grossman & Stiglitz, 1980) observaron que, en un mundo con información costosa, es imposible para los mercados ser informacionalmente eficientes. Resuelven esta paradoja recurriendo a La idea de Treynor de asumir que el mercado también entretiene transacciones de ruido desinformado comerciantes Este enfoque en la forma en que funcionan los mercados se ha convertido en una extensa literatura sobre la microestructura de los mercados financieros.

La historia intuitiva contada por Bagehot se formaliza en el modelo de formación de precios presentado por (Kyle, 1985). Kyle desarrolla un modelo en el que se procesan pedidos múltiples de tamaño variable a un precio único Su modelo tiene tres tipos de comerciantes: un único comerciante informado, varios competidores creadores de mercado y comerciantes de ruido desinformados que realizan transacciones al azar. Los comerciantes de ruido camuflan las actividades del comerciante informado, cuyas transacciones están organizadas de tal manera que su la información privada se refleja gradualmente en los precios de mercado. Los creadores de mercado compiten y por lo tanto, salga mientras los operadores informados obtienen un beneficio a expensas de los operadores de ruido. (Glosten & Milgrom, 1985) demostraron que la misma posibilidad de comerciar con información puede ser suficiente para inducir un diferencial positivo de oferta y demanda. Sobre la base de trabajos anteriores de (Copeland & Galai, 1983), Glosten y Milgrom identifican el elemento de la propagación atribuible a selección adversa. Tomado junto con los costos de procesamiento de pedidos de (Demsetz, 1968), y Ho y La medida de (Stoll, 1981) de los costos de control de inventario, esto ha proporcionado un marco que es ahora ampliamente utilizado para analizar el diferencial de oferta y demanda que enfrentan los inversores. El concepto de operadores de ruido ha tenido un impacto en el modelado financiero que va más allá el campo de la microestructura del mercado. Aludimos a su papel en el contexto del (DeBondt & Thaler, 1985) y (Poterba & Summers, 1988) estudios de previsibilidad en el precio de los activos comportamiento, y se discuten más en la dirección de (Black, 1986). Las ideas básicas, desarrolladas en (Bagehot, 1971), de hecho, se emplean en muchas aplicaciones.

#### Comportamiento de los mercados eficientes y las burbujas financieras

Shiller, uno de los economistas más influyentes del mundo y creador del Índice S&P Case-Shiller, el índice de precios inmobiliarios que mide la variación mensual de los precios de las viviendas en las veinte principales áreas metropolitanas de EE.UU., ha logrado un gran reconocimiento por ser uno de los primeros economistas en descubrir un patrón sistemático predecible a largo plazo de los precios de los activos financieros y por predecir las burbujas de las empresas tecnológicas (a fines de los años 90 y principios del 2000) y las de los activos inmobiliarios que desencadenaron en la crisis financiera del 2008. (Shiller, 1979) analizó la variabilidad de los rendimientos de los activos sin riesgo en el corto y largo plazo, encontrando una excesiva volatilidad en el precio de los bonos del gobierno. Bajo el supuesto de una prima de riesgo constante, las tasas de interés de largo plazo deberían ser iguales al promedio ponderado de las tasas futuras de corto plazo esperadas y por

consiguiente la volatilidad de las tasas de largo plazo debería ser inferior a las de corto plazo.

En su análisis encontró justo lo contrario, que los precios de los bonos de largo plazo tenían una volatilidad muy superior a los de corto plazo. Ese exceso de volatilidad en el precio de los bonos de largo plazo lo llevaría a concluir que los rendimientos de los bonos de largo plazo serían predecibles. El valor de cotización de una acción debería ser igual al valor presente de los dividendos futuros esperados. (Shiller, 1981) analizó también la variabilidad en el precio de los activos, encontrando que la variabilidad en la cotización de los activos era muy superior a la variabilidad en los dividendos. Esta situación, al igual que en el caso de los bonos del gobierno, nos permitiría estimar que en ocasiones los precios están “caros” y otros momentos “baratos”. Por este motivo, aconsejó dividir el valor total de los activos de un mercado por los dividendos de las mencionadas acciones; luego, en los momentos donde esa ratio sea alto no sería recomendable comprar (ya que los títulos estarían sobrevaluados) y cuando el ratio sea bajo se lograrían inversiones rentables. Lo sorprendente es que esta simple ratio tiene un fuerte poder predictivo, ya que se ha demostrado que los activos adquiridas cuando el mercado estaba “barato” han generado históricamente rentabilidades significativamente superiores a las compradas durante períodos “caros” del mercado.

Desde la teoría de mercados eficientes, esta regularidad empírica no debiera existir; sin embargo, los inversores siguen comportándose irracionalmente optimistas en los *booms* e irracionalmente pesimistas en las crisis. Estos trabajos de Shiller contribuyeron al surgimiento de las llamadas “finanzas conductuales”, que intentan comprender y explicar los comportamientos aparentemente irracionales de los inversionistas. Por su parte Kindelberger sostiene que existe una correlación entre el crédito y las burbujas de activos. Considera que las burbujas inmobiliarias son consecuencia de un fenómeno de crédito. Admite que el aumento del precio de las propiedades inmobiliarias conduce al incremento de valor del activo de muchas empresas y bancos, que a su vez conduce a un incremento en el precio de los activos. Sostiene que esta situación lleva a una espiral alcista, ya que los beneficios obtenidos en estas operaciones suelen reinvertirse en activos financieros o inmobiliarios, aumentando todavía más el precio de los activos y generando en muchos casos burbujas (como la crisis de las hipotecas *subprime*).

Asimismo, (Shiller, 2003) considera que se pueden generar burbujas especulativas en forma periódica y que se requiere analizar factores demográficos, institucionales, tecnológicos y psicológicos para comprender los orígenes de las burbujas. Menciona en su trabajo una situación muy ilustrativa:

---

*Recuerdo que, en cierta ocasión, conduciendo por una autopista en una noche de niebla, sentía gran presión por parte de otros conductores para conducir más deprisa de lo que yo consideraba oportuno, prudente y seguro. Creo que*

*muchos hemos pasado por esa misma experiencia. La pregunta es qué deberíamos hacer ante esta circunstancia, cuando hay unas condiciones meteorológicas complejas y existe la posibilidad de que ocurran accidentes, con lo cual el sentimiento de miedo es legítimo. Uno de los pensamientos que me viene a la mente es que el gobierno podría enviar a la cárcel a los conductores imprudentes. Hoy las nuevas tecnologías nos proporcionan formas para gestionar mejor este problema, por eso aplico esta metáfora al sector financiero. Todo el mundo estaba “conduciendo” demasiado deprisa en el boom que precedió a esta crisis. ¿Por qué? Porque como todos iban a gran velocidad, se infirió al entorno que eso debía de ser normal y seguro, pero en realidad no había ninguna autoridad comprobando que así fuese. Necesitamos una autoridad que monitorice los peligros sistémicos y un tipo de sistemas de incentivos que haga que la gente levante el pie del acelerador. (Shiller, 2012)*

---

A su vez, se hace referencia a que en las burbujas se compran activos (generalmente inmuebles) sin pensar en la tasa de rentabilidad de esa inversión, sino en la posibilidad de venderlo a otra persona a un precio mayor, de aquí surge el término de la “teoría del más tonto”, que sugiere que el último comprador (que sabía que el precio era ficticio) siempre contó con la posibilidad de encontrar a otra persona a quien vender su propiedad y obtener un beneficio. Por último, para evitar la generación de crisis financieras causadas por el “efecto manada o corrida financiera” en determinadas situaciones, (Shiller, 2009) considera que se requiere comprender estos fenómenos para mejorar los sistemas de control y evitar los efectos de las “corridas”, para lo cual, se necesita una mayor coordinación financiera entre países. El FSB<sup>3</sup> y los países del G20 están coordinando hoy sus relaciones más que en el pasado, la comunidad de bancos centrales se reúne con más frecuencia; esto indicaría que se está trabajando en la dirección correcta, aunque parece insuficiente y existen evidentemente limitaciones.

### 1.7 Críticas a la hipótesis de los mercados eficientes

Existen dos puntos de vista para entender salidas alternas a la hipótesis de los mercados eficientes. En primera instancia se muestra la necesidad de replantear los postulados de la EMH desde el modelo del agente racional, con los aportes llevados a cabo por Grossman, en 1975, y por Grossman y Stiglitz, en 1980, y lo que se entiende como la paradoja de Grossman Stiglitz. En segunda medida, se exponen las falencias que la EMH incorpora a su análisis, al considerar al agente del mercado como un individuo racional y no tener en cuenta la evidencia que las neurociencias aportan al análisis de toma de decisiones a través de la economía conductual.

#### **Información incompleta**

Debido a que se puede considerar que las transacciones en los mercados especulativos no están motivadas por el beneficio del valor de uso de las mercancías, sino por la esperanza de que en un futuro próximo un activo aumente su valor de cambio, es necesario tener en

---

<sup>3</sup> Banco de acuerdos internacionales

cuenta las motivaciones de la transacción en este tipo de mercados. Al respecto, (Grossman & Stiglitz, 1980) plantean que las transacciones especulativas se generan por tres causas: primero, diferencias en los niveles de aversión al riesgo de los agentes; segundo, diferencias en las dotaciones iniciales de los activos; y tercero, diferencias en las creencias o expectativas acerca del comportamiento futuro de los precios de los activos. Esta última causa es el componente principal de análisis en dicho trabajo, y las dos primeras motivaciones de transacción que en primera instancia no explicarían continuas transacciones de un agente en un periodo de tiempo determinado. En esta investigación, Stiglitz y Grossman proponen un modelo en el que se analizan los efectos de diferentes niveles de eficiencia informacional del mercado sobre la configuración que del mismo hacen los agentes al decidir entre recolectar información o no para obtener beneficios de dicha actividad.

Lo anterior, con el fin de mostrar cómo afecta esto a la formación de expectativas de los agentes. En ese caso se debe tener en cuenta que, según lo planteado por los autores, el grado de eficiencia informacional de un sistema de precios de mercado depende del número o la proporción de individuos que deciden recolectar información y que incorporan y hacen pública dicha información mediante sus decisiones de compra y venta, en una medida que depende del grado de eficiencia informacional del mencionado sistema de precios. A su vez, los agentes son capaces de inferir la información incorporada por los otros agentes en el sistema de precios, gracias a que son agentes racionales, lo cual desincentiva la recolección de información en una medida proporcional al grado de eficiencia informacional del mercado (Grossman & Stiglitz, 1980).

En este punto es importante entender dos puntos: primero, en el análisis planteado, adquirir o no información tiene un costo, y esta es una decisión que el agente toma teniendo en cuenta la utilidad esperada adicional generada por dicha actividad; y segundo, entre más agentes decidan adquirir información, más eficiente se tornará el mercado, de tal forma que la recolección de información se vuelve cada vez menos rentable, es decir, existirá un estímulo para dejar de recolectar información entre más eficiente se torne el mercado. Con estos planteamientos, surge entonces una conclusión importante: teniendo en cuenta que el mercado es eficiente -es decir, incorpora en su sistema de precios toda información relevante respecto a la formación de aquellos- y que el agente es racional (de acuerdo con Zablotsky), usa la información correcta para hacer inferencias acertadas acerca de los precios de los activos-, no es posible generar transacciones en un mercado especulativo, debido a que el conocimiento común de la información y la racionalidad del agente llevaría a la homogenización de expectativas al interior del mercado.

La primera consecuencia de lo expuesto anteriormente es clara; la EMH no justifica la aparición de transacciones, ya que la eficiencia informacional del mercado por el conocimiento común de la información a través del sistema de precios llevaría -teniendo en cuenta el modelo del agente racional y la formación de expectativas racionales- a homogeneizar las expectativas que los agentes tienen acerca del comportamiento futuro de



los precios de los activos, por lo que no habría estímulo para la transacción y el mercado colapsaría.

La segunda consecuencia es lo que se conoce como la paradoja de Grossman y Stiglitz o “la imposibilidad de la existencia de un equilibrio generado bajo condiciones de expectativas racionales en un mercado eficiente a nivel informacional. Lo anterior, dado que en un mercado eficiente nadie tendría incentivos para adquirir información, pero si nadie adquiere información el sistema de precios no podría incorporarla y, por lo tanto, el mercado se tornaría ineficiente. Esto crea un estímulo para adquirir información, y el ciclo vuelve a empezar. Por lo anterior, es necesario entender la eficiencia del mercado como un ciclo con condiciones cambiantes, o aceptar un grado de desequilibrio o de ineficiencia informacional que equilibre los flujos de información en el mercado y mantenga un ruido necesario, de tal forma que para unos agentes exista el estímulo de adquirir información e incorporarla al sistema de precios, y para otros exista el estímulo de seguir la información que el sistema de precios otorgue. Esto último es por lo que optaron (Grossman & Stiglitz, 1980).

Otra explicación al respecto la plantea (Grossman, 1975), quien en un modelo en el que considera diversos tipos de agentes informados -es decir, tipos de agentes con acceso a información diversa- concluye que si el sistema de precios es eficiente, este revela información a los diferentes tipos de agentes, de mejor calidad y más completa de la que ellos mismos pudieron haber encontrado, por lo que se elimina el incentivo para adquirir información y se concluye que el sistema de precios de un mercado es también un sistema de recolección y agregación de información.

### **Racionalidad limitada**

La teoría de elección racional ha sido uno de los paradigmas que ha predominado en la teoría económica, y, por lo tanto, también ha respaldado muchos de los modelos financieros presentes. Sin embargo, también ha enfrentado una crítica importante por no considerar que el factor de racionalidad plena sea completo para tomar una decisión que beneficie al individuo, y que, por lo tanto, genere un resultado positivo en el mercado. Herbert Simon, y años después Daniel Kahneman, quienes postulan el modelo de racionalidad limitada, han definido aplicaciones de la psicología al análisis en las ciencias sociales, en especial la economía, con el fin de complementar el análisis del comportamiento de los agentes en el mercado. A diferencia de la corriente principal de la economía, este determina al agente como un ser sin plena racionalidad, en el sentido económico estricto (Simon, citado en Kahneman, 2003, p. 1449); por lo tanto, es un individuo que comete errores, gracias a la presencia de sesgos cognitivos y procesos heurísticos y a la imposibilidad de conocer toda la información que se presenta en el mercado. De lo anterior se deduce que el comportamiento de los seres humanos en contextos de toma de decisiones se basa en creencias, costumbres, sentimientos y demás sesgos cognitivos, y no solo en un proceso racional de toma de decisiones, resultado que modifica el análisis de toma de decisiones hecho a la luz del agente racional.

Uno de los trabajos de Simon, donde muestra su contraposición con la plena racionalidad, se titula *A behavioral model of rational choice*, donde expresa que existen dudas sobre los postulados del comportamiento racional del agente, dados los estudios económicos recientes, lo cual deja en entredicho la veracidad del *Homo economicus* (en el sentido racional) en el desarrollo de la economía; por lo tanto, es un supuesto que debe revisarse aún. Un fundamento de esto es que, al momento de resolver un problema de optimización, se pueden presentar factores fisiológicos y psicológicos que pueden restringir el comportamiento de un agente determinado, y que dado un escenario en que se modifiquen sus condiciones biológicas, también se presentarán cambios en su comportamiento (Simon, 1955).

A partir de la racionalidad limitada, y en general de la economía y las finanzas conductuales, se muestra que la EMH presenta muchas deficiencias que, bajo los postulados de la economía conductual y el modelo de racionalidad limitada, son imprescindibles al estudiar la forma como los agentes llevan a cabo procesos de toma de decisiones. A manera de ejemplo, Thaler y Mullainathan explican que la combinación de competencia y arbitraje en los mercados financieros debería tener un componente evolutivo que refleje de manera más próxima lo que sucede realmente en los mercados en torno a procesos de toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, pero además teniendo en cuenta las dimensiones psicológicas de los agentes que afectan dichos procesos. Por otra parte, los economistas generalmente han usado tres supuestos para modelar sus teorías: la racionalidad plena, la voluntad ilimitada y el egoísmo si límite (Mullainathan & Thaler, 2000); en contraste, el enfoque conductual usa los tres supuestos para demostrar el cambio y la eficiencia del mercado financiero. De esta manera, tal aproximación crítica que si bien estos son los supuestos clave para cualquier modelo racional, el ser humano no lo es en su totalidad, y, por ende, estos tres supuestos transmiten sus limitaciones a los análisis de los agentes económicos y a las interacciones de aquellos. En consecuencia, no es un modelo confiable para estudiar las decisiones de los agentes ni los efectos de dichas decisiones en el mercado.

Uno de los blancos clave de la crítica de la economía conductual a la Teoría de los mercados eficientes es que el agente forma expectativas con base en diversos factores, y dado que estos son los que diferencian a un agente de otro, no se aplica a un modelo netamente racional. Algunos de estos elementos, desprendidos de las creencias, pueden ser el exceso de confianza, el optimismo y los deseos que el agente posee; la perseverancia, el conservatismo, entre muchos otros que alteran la percepción de racionalidad del ser humano, lo cual anula el postulado de la plena racionalidad en que basa su análisis la EMH. En este punto, existe una clara coherencia entre la crítica de la economía conductual y el análisis expuesto anteriormente en la crítica desde el modelo del agente racional, en la medida en que esta última plantea la necesidad de formar expectativas diferentes para la existencia del mercado, y la economía conductual toma como principio fundamental de su análisis procesos mentales en los cuales la formación de expectativas no puede ser estandarizada bajo criterios de racionalidad.

## Capítulo II: S&PBMV IPC

### 2.1 Introducción

El pulso económico de una nación tiene varios indicadores, uno de los más importantes, sin duda, es el de sus mercados bursátiles (sus mercados de valores). En México, este indicador late a través del Grupo Bolsa Mexicana de Valores (BMV), una parte del sistema financiero mexicano que esta concesionada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). La Bolsa Mexicana de Valores es, sin duda, un punto de encuentro para la economía nacional, ya que, el país se beneficia con el crecimiento de sus empresas a través de financiamiento que obtiene en el mercado de valores. Esta institución como otras bolsas del mundo, son una opción para los inversionistas que tratan de acrecentar su ahorro financiero generando empleos, desarrollo y riqueza.

La historia de la Bolsa Mexicana de Valores se remonta al año 1894, donde mediante escritura pública y con el nombre de “Bolsa Nacional” nace con el propósito de crear un centro estable de operaciones con títulos públicos y privados para generar un mercado de valores serio y bien regulado. En 1920 la Bolsa Mexicana de Valores cambia sus instalaciones a la calle de Uruguay número 68 y recibe finalmente la concesión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para operar el 28 de agosto de 1933. En esa época se llevaba a cabo el proceso de operación a “viva voz” donde los operadores gritaban las operaciones de compra y venta en voz alta cerrando así todas las operaciones, y con ese mismo sistema de operación a “viva voz” en 1990 la Bolsa Mexicana de Valores se instala en el edificio que hasta hoy la alberga, símbolo de la ciudad y destacando su arquitectura sobre la magnífica Paseo de la Reforma. En 1998 inicia operaciones el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer), cuya función es la de proveer productos para cobertura. En enero de 1999 después del surgimiento del MexDer dejaría de funcionar el sistema de “viva voz” en el piso de remates de la Bolsa. Con la implementación del mercado global en 2003 se da acceso a los inversionistas mexicanos para que inviertan en acciones internacionales a través de la Bolsa Mexicana de Valores.

Hoy en día es un mercado totalmente electrónico, en 2004 a través de una alianza estratégica con el mercado español de futuros financieros se lanzó el mercado de opciones, este mercado cuenta con opciones del futuro del IPC, de acciones individuales y de divisas. En el 2006 MexDer abrió sus puertas a operadores extranjeros permitiéndoles operar desde cualquier parte del mundo, la participación extranjera en este mercado es muy importante ya que, cuenta con los mas altos estándares internacionales. En junio de 2008 la Bolsa Mexicana coloca casi el 50% de su capital social en el mercado de valores, utilizando los recursos de la oferta para integrarse en el Grupo Bolsa Mexicana. En 2010 se firma una alianza con la bolsa de derivados mas grande del mundo el *Chicago Mercantile Exchange* (CME Group) llevando así los derivados mexicanos a los grandes inversionistas internacionales. El 7 de octubre de 2016, la Bolsa Mexicana de Valores emitió un comunicado en el que se manifestó la alianza con S&P Dow Jones Índices (S&PDJI) que el 14 de mayo de 2015,

En el mercado de valores participan las emisoras, los inversionistas, los intermediarios que ponen en contacto a los inversionistas que compran acciones de las emisoras cotizadas en la Bolsa. Las empresas se financian a través de la bolsa para crecer, modernizarse, planear inversiones o financiar proyectos, además son mercados organizados que contribuyen a que esta canalización de financiamiento se realice de manera libre, eficiente, competitiva, equitativa y transparente, atendiendo a ciertas reglas acordadas previamente por todos los participantes en el mercado.

## 2.2 Representatividad del índice

El S&P/BMV IPC (Índice De Precios y Cotizaciones) busca medir el rendimiento de las acciones de mayor tamaño y liquidez listadas en la Bolsa Mexicana de Valores<sup>4</sup>. Su objetivo es proporcionar un índice amplio, representativo, pero al mismo tiempo fácilmente replicable, que abarque el mercado bursátil mexicano. Los componentes del índice son ponderados por capitalización de mercado modificada, sujetos a requisitos de diversificación (S&P, 2019).

El índice de Precios y Cotizaciones (IPC) es el principal indicador del comportamiento del Mercado Mexicano de Valores, expresa el rendimiento del mercado accionario en función de las variaciones en los precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del conjunto de Emisoras cotizadas en la Bolsa, basado en las mejores prácticas internacionales. (Bolsa Mexicana de Valores, 2018). Su objetivo es constituirse como un indicador representativo del Mercado Accionario Mexicano, y servir como referencia y subyacente de productos financieros. Para ello su tamaño de la muestra está compuesta por 35 emisoras, seleccionando a la serie accionaria más bursátil de cada una de ellas y solo es incluida una serie accionaria por Emisora. Descrito lo anterior es como funcionó durante décadas el principal índice representativo del mercado de valores en México.



Ilustración 2: S&P/BMV IPC. Fuente Bloomberg<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Se toma en cuenta la representatividad de su mercado, se recomienda la lectura del Anexo 2

<sup>5</sup> Muestra representativa de la Bolsa Mexicana de Valores, datos históricos de 5 años.

El 7 de octubre de 2016, la Bolsa Mexicana de Valores emitió un comunicado en el que se manifestó la alianza con S&P Dow Jones Índices (S&PDJI) que el 14 de mayo de 2015, ambas sociedades acordaron trabajar en la redefinición de la nueva familia de índices, impulsando con ello, la adopción de estándares internacionales. Como resultado de esta alianza, ambas instituciones han creado un comité técnico de metodologías, el cual es el órgano encargado de gestionar todo lo relativo al gobierno de los índices.



Ilustración 3: Comparación IPC-Dow Jones. Fuente Bloomberg<sup>6</sup>

Derivado de las nuevas metodologías propuestas el universo de la muestra es elegible de entre todas las series accionarias exceptuando a las FIBRAS que están listadas exclusivamente en la BMV, así su capitalización de mercado; cada serie accionaria deberá contar con un valor de capitalización de mercado flotante de al menos 10 MDP mexicanos a la fecha del rebalanceo. El historial de negociación se remonta al menos a 3 meses de operación previos a la fecha de rebalanceo, en caso que una emisora cuente con más de una serie accionaria que cumpla con los criterios de elegibilidad será considerada la serie accionaria con mayor operatividad a la fecha de rebalanceo; así se propone un calculo mensual con sus respectivas características de liquidez teniendo un valor mínimo de 25% anualizado para el ratio de la mediana del importe operado (Median Trade Valued Ratio. MTVR por sus siglas en ingles) de los 3 y 8 meses previstos a la fecha del rebalanceo con un valor mínimo de 50 millones de pesos mexicanos para la mediana mensual del importe operado diario registrado operados en los últimos 3 y 6 meses. La serie accionaria deberá operarse al menos el 95% de los días de negociación, las emisoras que pueden ser seleccionadas para formar parte del índice deben cumplir con los requisitos mínimos de valor por capitalización de mercado y liquidez, el único límite para la constitución del

<sup>6</sup> Comparación entre el índice de la bolsa de valores de Nueva York (NYSE) y el S&PBMV IPC, que muestra datos históricos de 5 años, los datos son recopilados del 6 de marzo de 2014 al 6 de marzo del 2019, se observan las diferentes direcciones de los índices en algunos casos, puesto que en la eficiencia de los mercados internacionales se habla del no arbitraje entre los mercados, sin embargo llama la atención la correlación inversamente proporcional existente en los mercados desde mediados de enero a los primeros días del mes de marzo de 2019.

índice es que un componente del índice puede ser eliminado sino cumple con los mínimos listados.



Ilustración 4: Comparación IPC-S&P500. Fuente Bloomberg<sup>7</sup>

De acuerdo a la representatividad del mercado de valores en México que provee el S&PBMV IPC se toma como base para la muestra del estudio empírico, al explorar la eficiencia que ha tenido la Bolsa Mexicana de Valores y comentar la correlación que existe con los mercados internacionales. puesto que resulta muy interesante comentar los efectos que tiene los problemas de una bolsa en el mundo entero en una primera aproximación se debe a la coyuntura económica.

### 2.3 Impacto de la globalización financiera en los índices bursátiles

La globalización es llamada de muchas maneras, así podremos saber que se llama Capitalismo Global, internacionalización de la economía, internacionalización de la producción, etapa transnacional de la era del capitalismo, capitalismo global, sociedad postcapitalista, etc. En cualquiera de los casos anteriores, lo que se intenta destacar es que la economía mundial ya no es la adición de las economías nacionales, en su lugar, estas últimas se están convirtiendo en parte de una sola economía mundial compleja y estrechamente interconectada. La globalización es la interdependencia económica, comercial, financiera y política entre los países causada fundamentalmente por la segmentación de los procesos productivos en fases que requieren una base tecnológica compleja, que se encuentra por encima de los costos de mano de obra barata, lo cual se explica por un sistema transnacional que conjunta la esfera productiva con la financiera. El proceso es comandado por las grandes empresas transnacionales, que operan en muchos

<sup>7</sup> Grafica de comparación entre el S&PBMV IPC y el S&P500 que muestra la correlación existente entre los mercados internacionales y el mercado de valores local, se observa el mismo caso, la correlación existente gracias a la eficiencia de la información en los mercados, y el caso del IPC desde mediados de febrero hacia los primeros días de marzo, los factores de la correlación inversamente proporcional se deben a efectos de la política interna actual.

sentidos por encima por las leyes de su país de origen y de los países en que operan (Bendesky, 1993).

El proceso de globalización se puede observar claramente a través de los siguientes fenómenos:

- 1) Creciente flexibilidad de los procesos productivos, que actualmente, en complejidad, son mucho más sofisticados que la maquila.
- 2) Creciente movilidad del capital o flujos monetarios a nivel mundial, haciendo más interdependientes los sistemas monetarios de cada país.
- 3) Aparición de formas de autoridad mundiales, función que desempeñan algunos organismos o foros internacionales con influencia supranacional como el G20, el FMI y el Banco Mundial, por un lado, que entre otras cosas se encargan de fijar metas económicas. Y la ONU, que emite principalmente declaraciones y mandatos que permiten la intervención más o menos directa en ciertos países en conflictos internos o con el exterior.

Es importante mencionar que el proceso de Globalización se da en ciertos sectores y actividades económicas y no en otros, la globalización se da en sectores de punta no así en los sectores económicos tradicionales. La incorporación a la globalización pasa por la innovación continua de los procesos productivos, la investigación científica y tecnológica propia, acompañadas con un ahorro interno con capacidad para financiar las inversiones necesarias de crecimiento (Azuleta, 1995). Este fenómeno abarca únicamente a ciertos sectores de la economía y regiones del mundo, en función de sus características de producción y financiamiento. De esa forma desplaza a sectores y regiones que no reúnen las condiciones para participar en la economía y finanzas globales, produciendo una participación desigual de la mayoría de los países en los mercados internacionales.

### **Crecimiento económico mundial**

El repunte del crecimiento proyectado en la edición de abril de 2017 del informe Perspectivas de la economía mundial (informe WEO) se está afianzando. El pronóstico de crecimiento mundial para 2017 y 2018 -3,6% y 3,7%, respectivamente- está en ambos casos 0,1 puntos porcentuales por encima de los pronósticos de abril y julio (FMI, 2017). La reactivación notable de la inversión, el comercio internacional y la producción industrial, sumada a la mejora de la confianza de las empresas y los consumidores, está apuntalando la recuperación. Los niveles de crecimiento registrados en el primer semestre de 2017 superaron en general las expectativas, lo cual ha llevado a revisiones al alza generalizadas, por ejemplo, en la zona del euro, Japón, China, las economías emergentes de Europa y Rusia. Estas cifras compensan holgadamente las revisiones a la baja de las economías de Estados Unidos, el Reino Unido e India. Sin embargo, la recuperación no es total: aunque las perspectivas de base son más alentadoras, el crecimiento sigue siendo débil en numerosos países. Las perspectivas de las economías avanzadas han mejorado, sobre todo en la zona del euro, pero en muchos países la inflación sigue siendo débil, lo cual revela la

existencia de capacidad ociosa por eliminar, y las perspectivas de aumento del PIB per cápita se ven empañadas por la débil expansión de la productividad y el aumento de los coeficientes de dependencia en la vejez. Las perspectivas de muchas economías de mercados emergentes y en desarrollo de África subsahariana, Oriente Medio y América Latina son deslucidas, y en varios casos el ingreso per cápita se ha estancado. Los exportadores de combustibles se han visto especialmente perjudicados por la prolongada adaptación a la caída de los ingresos generados por las materias primas.

Los riesgos para las perspectivas de base están en general equilibrados a corto plazo, pero a mediano plazo se inclinan a la baja. A corto plazo, el crecimiento podría intensificarse si el afianzamiento de la confianza y las condiciones del mercado favorables desataran la demanda reprimida, pero no se descarta la posibilidad de reveses. Dada la aguda incertidumbre en torno a las políticas, podrían ocurrir traspiés —algo que el escenario de base no contempla— u otros shocks, que asestarían un golpe a la confianza de los mercados y a las valoraciones de los activos y empeorarían las condiciones financieras. A mediano plazo, será esencial hacer frente a los retos que plantea el sector financiero. Para conjurar el riesgo de una fuerte desaceleración de la economía china, las autoridades nacionales tendrán que redoblar los esfuerzos por limitar la expansión del crédito. Muchas otras economías necesitan protegerse de un recrudecimiento de los riesgos para la estabilidad financiera en un entorno mundial caracterizado por un financiamiento fácil, y vigilar los riesgos generados por la volatilidad a medida que los bancos centrales de las economías avanzadas retiran paulatinamente las políticas de estímulo. La descompresión de las primas por riesgo y el alza de las tasas de interés a largo plazo dejarían expuestas fragilidades, entre otras razones porque empeorarían la dinámica de la deuda pública. Aunque se ha avanzado en la solución de los problemas que aquejan al sector bancario europeo, es necesario plantarse firmemente frente a los problemas restantes para evitar una merma de la confianza y alejar el temor al círculo vicioso que podría surgir entre la baja demanda, los precios y los balances en algunas partes de la zona del euro. Un nivel persistentemente bajo de inflación en las economías avanzadas -eventualidad que podría hacerse realidad si la demanda interna trastabillara- también encierra riesgos significativos, dado que podría empujar a la baja las expectativas inflacionarias y las tasas de interés a mediano plazo y dificultarles a los bancos centrales el recorte de las tasas de interés reales en una desaceleración económica.

### **Evolución reciente y perspectivas**

El repunte de la actividad mundial que comenzó en 2016 cobró ímpetu en el primer semestre de 2017, gracias al aumento del crecimiento de la demanda interna de las economías avanzadas y de China y a la mejora del desempeño en otras grandes economías de mercados emergentes. La reactivación ininterrumpida de la inversión mundial estimuló la actividad manufacturera. La expansión del comercio internacional se moderó en el segundo trimestre, tras los muy elevados registros del primero. Los índices mundiales de gerentes de compras y otros indicadores de gran frecuencia correspondientes a los meses de julio y agosto llevan a pensar que el ímpetu del crecimiento mundial se mantuvo en el



tercer trimestre de 2017. En las economías avanzadas, el producto y la demanda interna crecieron con mayor rapidez en el primer semestre de 2017 que en el segundo de 2016.

En Estados Unidos, la debilidad del consumo observada en el primer trimestre resultó ser pasajera, en tanto que la inversión empresarial continuó afirmándose, en parte gracias a la recuperación del sector energético. En la zona del euro y Japón, el fortalecimiento del consumo privado, la inversión y la demanda externa redoblaron el ímpetu general del crecimiento en el primer semestre del año. En la mayoría de las otras economías avanzadas, con la notable excepción del Reino Unido, el crecimiento repuntó en el primer semestre de 2017 comparado con el segundo de 2016, gracias a la contribución de la demanda tanto interna como externa. En las economías de mercados emergentes y en desarrollo, el aumento de la demanda interna en China y la recuperación ininterrumpida de algunas de las principales economías de mercados emergentes afirmaron el crecimiento en el primer semestre de 2017. En India, el crecimiento perdió impulso debido al impacto persistente de la iniciativa oficial de canje de moneda, así como a la incertidumbre suscitada por la imposición de un impuesto sobre los bienes y los servicios en todo el país a mediados de año. El aumento de la demanda externa estimuló el crecimiento en otras economías de mercados emergentes de Asia oriental. En Brasil, la fortaleza de las exportaciones y la desaceleración de la contracción de la demanda interna le permitieron a la economía retomar una senda de crecimiento positiva en el primer trimestre de 2017, tras ocho trimestres de disminución.

En México, el crecimiento conservó el impulso, a pesar de la incertidumbre generada por la renegociación del Acuerdo de Libre Comercio de América del Norte y de la orientación más restrictiva que se le viene dando a la política monetaria en los dos últimos años. La reactivación de la demanda interna y externa apuntaló la recuperación del crecimiento en Rusia y Turquía. El conflicto interno y transfronterizo en algunas partes de Oriente Medio continúa lastrando la actividad económica; Venezuela, por su parte, enfrentó una crisis política y humanitaria en medio de una recesión cada vez más profunda.

### **Crecimiento económico de México**

El concepto *integración* implica otro nivel de calidad tanto en las características, como en la intensidad y en la arquitectura del patrón del comercio internacional, donde las economías nacionales logran otro eslabón en su relación y, al mismo tiempo, obtienen beneficios en el comercio, mayor competitividad y, en general, mejores niveles de bienestar social. El objetivo de una integración es la intensificación de las relaciones comerciales entre los integrantes, generación de ganancias, interrelación y estandarización entre los sistemas jurídicos y administrativos públicos. De acuerdo a estadísticas de la Organización Mundial de Comercio (OMC), existen 130 integraciones regionales que operan bajo alguna de las formas de integración: zona de libre comercio, unión aduanera y unión económica. La eficiencia de las instituciones globales como la OMC y el Banco Mundial tiene sus limitaciones, debido a que están integradas por una diversidad de países con diferentes

intereses tanto comerciales como financieros. El problema que se presenta consiste en diseñar estrategias encaminadas a dar solución a esa heterogeneidad de intereses.

Entre los procesos de integración se tienen: El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (ahora TMEC), la Unión Europea (UE) y la Asociación de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC). A la fecha, la UE presenta el nivel más avanzado de integración, mercado único y una moneda común. Es la única integración que establece como objetivo la unión política (con aspiración federativa), considerado como el nivel máximo en las etapas de la integración. Esta percepción económica de mercado no implica que el proceso se extienda de la misma forma, debido a que cada región tiene su propia dimensión política-económica y social, tampoco que no se estén logrando procesos de interdependencia, así como de crecimiento y desarrollo. En este contexto, dichos organismos internacionales, surgidos a partir de la Primera Guerra Mundial, han estado involucrados, de manera especial, en cada una de las áreas, efectuando aportaciones al comercio internacional en su base fundamental sobre la normatividad de derechos y obligaciones de los estados para el buen comportamiento y el crecimiento de las economías. Tienen como objetivo mediar los aspectos políticos, económicos y sociales entre estados, buscando generar estrategias congruentes en los procesos de integración. Derivado de este enfoque inicial, este capítulo contiene temas sobre la integración en sus diferentes procesos, se analizan a los bloques comerciales, regionalización o integración, con diferentes visiones; haciendo referencia al análisis estructural del TLCAN, UE y APEC, analizando las negociaciones realizadas y resultados obtenidos por cada región en su deseo por integrarse económicamente. Se estudia el concepto de *integración* y sus procesos, en donde se fusionan todas las fases, desde un acuerdo general de preferencias hasta la unión plena, se analizan cada una de las fases y se hace referencia a los derechos y obligaciones que se comprometen los países.

### **Integración económica y su evolución (Libre comercio entre países)**

La integración económica se define como la organización de un grupo de países con el fin de mejorar el intercambio comercial en el marco de su territorio. Los objetivos principales son la eliminación de los obstáculos al comercio y la libre circulación de personas. (Lindberg, 1963) define la integración *como los procesos por los cuales las naciones anteponen el deseo y la capacidad para conducir políticas exteriores*. Asimismo, (Murillo, 2004) mencionó que la función específica de la integración es *el facilitar la coordinación de acciones y políticas, y la adopción de conductas cooperativas en la mayoría de las áreas temáticas. Lo que se logra a través del intercambio y administración de la información y la reducción de la incertidumbre*. (Balassa, 1964), en su aportación inicial de la Teoría de la Integración Económica, consideró sólo como un proceso a la zona de preferencias arancelarias, zona de libre comercio y a la unión aduanera. En cambio (Guinart, 2006) argumenta la existencia de siete fases para llegar a la integración económica, siendo las siguientes:

- Acuerdo Preferencial: es un sistema de preferencias entre los miembros, baja de aranceles u otras medidas proteccionistas, y se rige el principio no discriminatorio del GATT.
- Zona de Libre Comercio (ZLC): en este modelo, todos los miembros del grupo eliminan los aranceles a los productos de los otros miembros, mientras que, al mismo tiempo, se conserva la independencia de cada uno de ellos para desarrollar políticas comerciales con los no miembros. Es decir, cada miembro de la ZLC puede mantener sus propios aranceles y otras barreras comerciales en el “mundo exterior”.
- Unión Aduanera: en esta etapa de la integración económica, los miembros eliminan todos los aranceles y el grupo adopta una política comercial externa común con relación a los no miembros. Además, el grupo trabaja como una entidad en la negociación de todos los acuerdos comerciales con los no miembros. La aplicación de un arancel externo común elimina la posibilidad del trasbordo para los no miembros. Por lo tanto, la Unión Aduanera es un paso hacia una integración económica más estrecha que la ZLC.
- Mercado Común: en el mercado común, los miembros eliminan todos los aranceles, adoptan una política comercial externa común para los no miembros y eliminan todas las barreras a los movimientos factoriales que se producen entre ellos. El libre movimiento de trabajadores y de capital, entre los miembros, representa un nivel superior de integración económica, así como una mayor reducción del control interno de la economía de cada país miembro. El tratado de Roma de 1957 fundó la Comunidad Económica Europea (CEE) o el Mercado Común Europeo, el cual comenzó a funcionar oficialmente el 1 de enero de 1958.
- Unión Económica: una forma adicional y comprensiva de la integración es la Unión Económica. Esta forma de integración económica de los países abarca todos los elementos del mercado común, así como la unificación de las instituciones económicas y la coordinación de la política económica en todos los países miembros. Aunque es evidente que siguen existiendo las entidades políticas separadas, con esta unión, se desarrollan algunas instituciones supranacionales cuyas decisiones se aplican a todos los miembros.
- Unión Monetaria: es el paso posterior a la Unión Económica donde los países fijan los tipos de cambio entre los miembros y se crea una moneda única.
- Unión Económica Plena: formación de un único país. Por otra parte, (Deutch, 1974) indicó que la integración también comprende cuatro dimensiones que están relacionadas esencialmente con el poder, y que ayudan a visualizar enteramente los procesos de integración, estas son:
  - Dominio: prácticamente corresponde a la población de las áreas geográficas involucradas.
  - Alcance: concierne a los aspectos políticos, económicos, sociales, culturales, y otros en donde se aplicará el proceso de integración.

- Grado: ventajas y desventajas, beneficios y carencias de las áreas integradas.
- Peso: es la medición de la capacidad para enfrentar tensiones, presiones, desequilibrios y divisiones.

La comunidad internacional ha experimentado, en diferentes épocas, variadas estrategias de impulso al crecimiento económico, sin embargo, en la actualidad lo que se espera es una internacionalización de los pueblos mediante las fases de la integración, entendida como un sistema que rige un todo; es decir, demanda un ambiente de apoyo, cooperación, producción y administración, de tal forma que estos pilares promuevan a todos los sectores a crecer en la misma visión, tales como la industria, educación, justicia social en el aspecto laboral, expectativas de vida, y otros que se deriven de esta unión económica.

Para formalizar integraciones económicas es necesario integrar elementos de los siguientes tres grupos básicos:

- a) Teorías de las decisiones. Esta teoría pone en duda principios convencionales del estado tales como protagonismo, racionalidad, coherencia y unidad en la consecución de sus objetivos. Los grupos, agencias e individuos toman decisiones en nombre del Estado.
- b) Teorías sobre el conflicto. Distingue los fenómenos en situaciones distintas tales como los conflictos sociales, internacionales, entre estados y/o guerras con proyección internacional.

Teorías de la integración. Refieren al proceso en el cual diversos actores trasladan sus lealtades, expectativas y actividades hacia un nuevo centro con jurisdicción sobre los Estados nacionales preexistentes.

#### La economía global y sus efectos en México

Se contrastará la evolución reciente del sector financiero mexicano con respecto al de otras naciones. Para el ámbito nacional, el análisis sugiere hacer las adecuaciones necesarias a fin de evitar los desequilibrios y colapsos observados en otros países. En coincidencia con lo que sucede en otras economías, el Banco de México (Banxico) ha logrado el objetivo de la estabilidad de precios, pero persiste en áreas de oportunidad para alcanzar finalmente una plena estabilidad financiera.

La reciente crisis global y sus secuelas han conducido a desequilibrios macroeconómicos y financieros. Entre los primeros se encuentran:

- a. Los déficits estructurales en la balanza comercial que se han mantenido desde 1994 en. Estados Unidos, Australia, Grecia, Nueva Zelanda y España y que contrasta n con el superávit de Alemania, Dinamarca, Noruega y Suiza.
- b. El notorio déficit Público en economías de la Unión Monetaria Europea (UME) cuando, por acuerdo común, solo es aceptable un déficit máximo del 3% del Producto Interno Bruto (PIB). En Grecia es de 15.6 % del PIB, en Irlanda es 14%, en Portugal e s 10.2% y en Estados Unidos es 11.4%.

- c. En 2012, el endeudamiento público de Grecia fue de 129.4% del PIB, en Italia fue 116%, en Portugal 125%, en Islandia 124%, en Francia 75% y en Estados Unidos 110%.
- d. La preferencia del capital por la inversión financiera y especulativa que genere altos rendimientos en el corto plazo sobre la inversión en el sector real.

También hay elementos importantes que condujeron a la inestabilidad del sector financiero. Destacan:

- a. La política monetaria expansiva estadounidense, vigente entre los años 2000 y 2004, que se caracterizó por la contracción de la tasa de interés de referencia; en la UME, las bajas tasas de interés se mantuvieron entre 2002 y 2005; se cree que esta política contribuyó al deterioro financiero porque los inversionistas demandaron instrumentos más rentables que los títulos públicos.
- b. El problema de las hipotecas *subprime* debido al otorgamiento masivo de créditos sin importar la solvencia de los prestatarios, aunado a la "titularización" de estos activos para generar nuevos créditos y la contracción de los precios de las viviendas, que propició el incumplimiento de los deudores.
- c. El excesivo apalancamiento de las empresas e instituciones financieras.
- d. La contracción de liquidez en las instituciones financieras y la modificación de la composición de sus activos, preferentemente concentrados en títulos privados.
- e. La migración del capital financiero hacia países de relativa estabilidad, como Estados Unidos, Suiza y Alemania.

En este escenario, en el que elementos macroeconómicos y financieros contribuyeron al deterioro y la inestabilidad, con claros efectos nocivos en el sector real, las primeras medidas adoptadas por los países donde la crisis ha sido más notoria se orientaron al rescate masivo de las instituciones financieras en riesgo de quiebra y a la adopción de medidas para dar solidez a las finanzas públicas, como los recortes del gasto Público y el incremento de impuestos. A estos criterios de política económica siguieron pronunciamientos y opiniones a favor y en contra: y aunque no existe un consenso al respecto, es evidente que la efectividad de muchas de las medidas adoptadas es dudosa por sus efectos procíclicos, cuando el objetivo real de los gobiernos es superar las fases contractivas y recesivas del ciclo económico. Aunque algunos estudios han señalado que, en los países de América Latina y el Caribe, particularmente en México, las posibilidades de que acontezcan desequilibrios macroeconómicos y financieros de magnitud considerable son reducidas, sí es posible que, en lo inmediato, se presenten efectos contractivos debido a la vinculación comercial y financiera que se mantiene con Estados Unidos y algunos países europeos. Por ejemplo, recientemente se ha observado la contracción de las exportaciones y la reducción de las remesas, lo que incide en la contracción del producto, aunque en algunos países se ha dado la salida de capitales (Cepal, 2012).

### Incorporación de factores macroeconómicos en índices bursátiles

El uso de herramientas matemáticas en la economía y las finanzas siempre han sido aplicados, sin embargo, los cambios ocurridos en las últimas tres décadas en los sistemas políticos, económicos y financieros han mostrado la necesidad de desarrollar modelos más realistas. Dichos modelos, al ser más realistas, son también más complejos y sofisticados. En muchas ocasiones las metodologías tradicionales no son aplicables.

Para ello, se hace una revisión de artículos recientes, en los que se aplican variables macroeconómicas. La principal idea de hacer la recopilación es mostrar la forma en la que las variables están inmiscuidas en resolver problemas económicos y financieros reales.

- i. Análisis de los mercados emergentes. Se examinan las estructuras comunes de un gran número de crisis de la balanza de pagos, considerando una muestra de 26 mercados emergentes. Se analiza el comportamiento de un conjunto de variables tales como: tipo de cambio, componentes individuales de la balanza de pagos, PIB, importaciones, exportaciones entre otros. Se aplican métodos estadísticos multivariados.
- ii. Valuación en mercados emergentes. Muestra procedimientos para evaluar el flujo descontado de las compañías a una tasa donde los riesgos que refleja, son los mismos donde sea. Se enfocan en la forma de incorporar, dentro de la valuación, el nivel extra de riesgo que caracteriza a los mercados emergentes. Estos riesgos pueden incluir altos niveles de inflación, volatilidad macroeconómica, controles de capital, cambios políticos, guerras o resistencias civiles, cambios regulatorios, derechos de inversionistas pobremente definidos o contratos forzados, control de cuentas descuidadas y corrupción.
- iii. Factores macroeconómicos que afectan a las industrias en Alemania. Se estudia la importancia de diversos factores macroeconómicos que expliquen la estructura de rendimiento para seis índices industriales. Se concentran en instituciones financieras y comparan resultados empíricos con cinco diferentes índices industriales. Utilizan un modelo multifactorial con los siguientes índices: químico, utilidades, vehículos, construcción, así como bienes de consumo. Y como factores macroeconómicos utilizan, maduración de la ganancia del riesgo, rendimiento de un bono cupón cero, tipo de cambio con respecto al dólar de Estados Unidos y el índice de rendimientos de negocios DAFOX.
- iv. Modelos de valuación de tres factores para hipotecas. Generalizan el modelo de valuación MBS propuesto por Kariya y Kobayasi a un modelo de tres factores. Su valuación se basa en el tiempo discreto, en la teoría de no arbitraje, haciendo una asociación entre el comportamiento del prepago y la estructura del flujo de efectivo. Las variables macroeconómicas utilizadas son: la tasa de interés corta, la tasa de hipoteca, el proceso del precio de la casa y una distribución normal bivariada. La distribución normal describe la heterogeneidad de los deudores para el prepago, lo cual proporciona las fronteras de los dos factores incentivos, la tasa de la hipoteca el proceso de los precios y la tasa de interés general el factor de descuento.
- v. Factores macroeconómicos y la correlación entre el rendimiento de los bonos y las existencias. Se estudia el comportamiento entre el rendimiento de las existencias y el rendimiento de los bonos de largo plazo del gobierno y se intenta explicar la relación de las fuerzas que controlan la economía. Las variables inmiscuidas: índices de los bonos del gobierno de (Estados Unidos, UK, Francia, Alemania, Japón, Canadá e Italia) y los rendimientos de los bonos en existencia.

- vi. ¿Pueden las variables macroeconómicas explicar los movimientos del mercado accionario de Japón y Estados Unidos? Se seleccionan diversas variables macroeconómicas, recurriendo a los resultados empíricos y teóricos. Estas variables son usadas en el modelo de del mercado accionario de Estados Unidos y Japón. Se hace un análisis de integración aplicado al modelo para ver la relación de largo plazo entre la producción industrial, el índice de precios al consumidor, tasas de interés de corto y largo plazo y el precio de los activos en Estados Unidos y Japón.
- vii. Aplicación de las variables macroeconómicas en el análisis residual de la forma reducida del modelo para estimar errores. Se aplica un modelo de tres factores que incorpora la correlación entre el incumplimiento y la tasa spot al modelo de proceso de incumplimiento de bonos corporativos.
- viii. Impacto de las variables macroeconómicas en los sectores del mercado accionario. Se realza la importancia del riesgo gerencial y el análisis de decisión, específicamente direccionado al impacto de las variables macroeconómicas en el mercado accionario. La estructura teórica sobre la evolución de las herramientas de análisis de inversión del portafolio gerencial a las teorías financieras recientes aplicadas al mercado accionario mexicano.
- ix. Finalmente, para el estudio propuesto en la presente tesis se busca el estudio econométrico de todo lo anterior descrito incluido en el índice bursátil de mayor representatividad en México el S&PBMV IPC, de esta manera intentar definir ¿En qué medida es eficiente el mercado de valores en México?

## 2.4 Efectos de la volatilidad y las crisis financieras en los índices

### Crisis y sus implicaciones en el ámbito internacional

#### **Causas de la inestabilidad financiera**

La estructura financiera internacional tiene su origen en los procesos de liberación y desregulación que se aplicaron en las décadas de los 80's y los 90 en la mayoría de los países, las transformaciones de la anterior estructura financiera regulada, se profundizan con las operaciones de bursatilización de activos y pasivos de bancos y empresas con el surgimiento de nuevos intermediarios no bancarios. El carácter inestable del actual sistema financiero, y en consecuencia el sistema financiero internacional, se explica por la combinación de tres factores:

- I. Desregulación
- II. Innovación Financiera
- III. Bursatilización de la cartera de activos

Con la desregulación se superan las limitaciones nacionales entre países, la movilidad de los grandes capitales se hace realidad, de esta manera, la desregulación y carencia de supervisión debilita la capacidad de la autoridad monetaria, por su parte la innovación financiera y la bursatilización facilitan la probabilidad de operaciones riesgosas y especulativas que generan altos rendimientos. En el mismo sentido actúan las innovaciones tecnológicas en el sector financiero; en un marco de amplia libertad, los nuevos productos y servicios financieros, así como la entrada de nuevas instituciones financieras, como los

intermediarios no pertenecientes a Grupos Financieros<sup>8</sup>, fueron configurando una nueva estructura financiera (Jiménez, 2012). Sin embargo, a medida que avanza el proceso de modernización y profundización de los sistemas financieros, el financiamiento a las actividades productivas se reducía y las operaciones especulativas aumentan. Los sistemas y mecanismos de regulación y supervisión financiera vigentes hasta finales de los 70's, tenían como propósito prevenir y proteger a las economías de las crisis financieras; dirigir y asegurar el funcionamiento a las actividades y sectores primarios, mantener la inflación a niveles bajos, y en la medida que ello se cumpliera, se aseguraba la estabilidad cambiaria, y supervisar las operaciones de los intermediarios para evitar quiebras y operaciones especulativas (Correa, 1998) y fraudulentas. En el marco de esta nueva estructura financiera, se gestó la crisis hipotecaria de los Estados Unidos que estalla en agosto de 2007.

### **Inestabilidad, crisis financiera y sus efectos en la economía real**

La permanente inestabilidad de la nueva estructura financiera es un fenómeno económico propiciado, porque es el resultado de las políticas de desregulación y liberación financiera aplicados a nivel internacional. Estas políticas abrieron la puerta a las prácticas contables irregulares y corruptas con que se manejaron las sociedades hipotecarias, la flexibilización irresponsable de los requisitos para otorgar créditos hipotecarios, por parte de los bancos comerciales y de otras instituciones Auxiliares del Crédito (Cámara de Diputados, 2017), con el propósito explícito de extender el crédito a prestatarios de baja o dudosa solvencia económica; y propicio la complicidad encubierta de las calificadoras de riesgos, quienes otorgaron grados de inversión a títulos de dudosa solidez financiera. La red compleja de operaciones financieras a que dio lugar la especulación en el mercado hipotecario, tiene paralizado el crecimiento de los sectores reales de la economía mundial. En la segunda mitad de 2007, era evidente el contagio de todo el sistema financiero de Estados Unidos, los CDO's habían disminuido 80% de su valor durante el primer semestre; para octubre del mismo año, Merry Linch anunciaba una pérdida de 8 mil millones de dólares y Citybank reportaba una pérdida de 11 mil millones de dólares.

Por su parte las calificadoras, de manera Post, retiran la calificación de AAA, en tanto que los inversionistas tomaban acciones desesperadas para recuperar parte de sus inversiones. Estaban dadas las condiciones para que se iniciara un proceso de deflación de deuda, compañías aseguradoras, fondos de pensiones, fondos de cobertura y bancos buscaron deshacerse de títulos respaldados por las *Subprime*. Al mismo tiempo, los activos de los bancos iniciaron su caída ante la mala calidad de los créditos otorgados; provocando que el mercado de las notas estructuradas se esfumara (Ramírez, 2017). Con la caída del valor del papel comercial de los bancos enfrentaron de manera repentina una ola de solicitudes de liquidez por parte de los clientes; estos problemas aumentaron cuando los bancos se percataron de las pérdidas adicionales en los mercados interbancarios, es decir, estas

---

<sup>8</sup> Agrupación de Banco, Casa de Bolsa, Afianzadoras, Fondos de Inversión, etc.



pérdidas se sumaban en sus vehículos especiales, en sus CDO's y en sus títulos en general. Este contexto financiero marcado por el pánico, la (FED, 2017) reinició su función de prestamista de última instancia, con el propósito de contener los efectos de la inestabilidad que estaba siendo alimentada por pánico. En agosto de 2007, los bancos centrales de varios países industrializados y en desarrollo se vieron obligados a inyectar recursos a instituciones financieras y empresas de sectores productivos y de servicios, que se vieron afectados por estar relacionados de manera directa o indirecta, o por haber participado en operaciones especulativas del mercado hipotecario.

En esa fecha el Banco Central Europeo (BCE, 2017) tuvo que inyectar € 94, 800 millones de euros a sus bancos; Japón y Canadá hicieron lo propio, pero las inyecciones resultaron insuficientes, y las Bolsas de Valores de casi todos los países cayeron en septiembre de 2007. Dada la relación estrecha entre el mercado de capitales estadounidenses y del resto del mundo, la crisis *Subprime* del primero, se propago rápidamente a sus similares, el desplome se inició con la suspensión de fondos de BNP Paribas, seguido del Deutsche Bank y el IKB Bank. En septiembre de 2008, era evidente que la crisis había adquirido una magnitud inimaginable (Jiménez, 2012); la Fed reaccionó bajando la tasa de interés <sup>9</sup>de los fondos federales para proveer de estabilidad a los mercados. Desde esa fecha y hasta nuestros días, la Fed ha elevado sus tasas de interés a niveles históricamente bajos; política que ha sido seguida por los bancos centrales de algunos países industrializados. Los fondos de pensiones, segundos tenedores de títulos *Subprime* en Estados Unidos, disminuyeron su valor; de 10.3 mil millones de dólares en 2006 a solo 8 mil millones para 2008. Los activos de ahorro e inversión habían perdido, en el mismo año, 1.2 billones de dólares. Para abril de 2008, entre las pérdidas más representativas tenemos las de Merry Lynch 24,500 millones de dólares; Citygroup con 22,100 millones, UBS 18,100, HSBC con 7.9 MDD, Morgan Stanley con 9.4, y Bank of America con 7.9 millones de dólares (OCDE, 2008). El FMI calcula que las instituciones financieras de todo el mundo eventualmente tendrían que cancelar 1.5 mil millones de dólares en tenencias de los títulos *Subprime*, a noviembre de 2008 ya habían sido reconocidas 750 millones de dólares de las mismas.

En noviembre de 2008, la Fed anunció un programa de 600 millones para comprar títulos MBS<sup>10</sup>, cantidad que fue aumentando discrecionalmente, pero paulatinamente con el propósito de inducir la reducción de tasas de interés de las hipotecas, en octubre de 2008, se destinaron 700 mil millones de dólares para la compra de acciones preferenciales de bancos estadounidenses (para evitar su quiebra), en marzo de 2009, se habían gastado 1.5 billones de dólares en comprar MBS, estas cifras muestran la magnitud de la crisis y los esfuerzos del gobierno de los Estados Unidos para contener los efectos recesivos de la misma. Desde Diciembre de 2007, la economía estadounidense en su conjunto, mostró signos de estancamiento; ello explica que en 2008, solo creciera en términos reales del 1.1 % anual

---

<sup>9</sup> Los efectos positivos en la reducción de la tasa de interés y las grandes inyecciones de fondos gubernamentales brillaron por su ausencia (Posterior recesión económica e inestable recuperación de las bolsas mundiales).

<sup>10</sup> Subprime

(Jiménez, 2012), sus efectos en el empleo no se hicieron esperar, para el mismo año, la tasa de empleo cayó a 4.8% (FED, 2017), en este escenario suceden las quiebras de empresas del sector industrial, como algunas automotrices, que antes de la crisis se les consideraba “Gigantes industriales indestructibles” (Azuleta, 1995), ello ha profundizado el nivel de deterioro del nivel de producción y empleo, complicando la recuperación estadounidense y en consecuencia la reactivación a nivel mundial.

Resulta paradójico que las políticas expansivas que ha venido aplicando la Fed, así como la inyección de recursos al sector financiero no han sido capaces de reactivar la actividad económica, pero si han permitido contener las presiones inflacionarias que genera la reciente especulación en los precios de *Commodities* y el incremento de los precios de los alimentos. El desenlace de esta crisis aún no se vislumbra, para junio de 2009, se mantenía la volatilidad en las Bolsas mundiales, con la aversión al riesgo y las quiebras (todavía) de empresas del sector real de la economía a nivel internacional, no han cesado a pesar de los esfuerzos de sus gobiernos. Por otro lado, las altas tasas de desempleo y el deterioro acelerado de los salarios de las clases trabajadoras en la mayoría de las economías a nivel mundial, se refleja en la caída grave de sus ingresos y en el profundo deterioro de su nivel de vida.

#### Crisis financiera y sus secuelas al sector real de México

##### **Crisis *Subprime* en México**

La Crisis de Hipotecas de Baja Calidad, cuyo episodio más agudo se presentó entre 2007 y el primer semestre de 2009, se gestó en los bancos estadounidenses especializados en créditos hipotecarios a tasa flotante debido a excesos en que incurrieron durante el periodo 2004-2006. Ante el aumento de las tasas de interés que acompañó a las decisiones de política monetaria de la FED, fue difícil refinanciar dichas hipotecas, provocando la caída de los precios de las propiedades para el segundo semestre de 2006. Durante 2007, debido a la dificultad de refinanciar los créditos en un entorno cada vez más restrictivo y de precios a la baja, los contratos hipotecarios cayeron en impago e impactaron directamente al mercado de activos financieros colateralizados por hipotecas. Evidentemente, el contexto poco propicio había reducido el apetito de los inversionistas por este tipo de valores. En los meses siguientes, los requisitos para el otorgamiento de crédito fueron más restrictivos, bajo la oferta de financiamientos y se retrasó el crecimiento económico. Finalmente, durante 2008 y 2009, las economías de Estados Unidos y Europa occidental cayeron en una recesión.

Como era lógico, la Crisis de Hipotecas de Baja calidad tuvo consecuencias en México debido a su estrecha relación comercial y financiera con los Estados Unidos, aunque los efectos fueron relativamente leves dada la buena conducción del gobierno y el manejo financiero conservador de la mayoría de las empresas privadas. No obstante, hubo algunos casos de compañías de gestión agresiva y alta exposición a los mercados financieros internacionales que registraron pérdidas considerables.

## **Desaceleración económica mundial**

En el año 2007, la economía mundial tuvo un crecimiento acelerado, si bien Estados Unidos mostraba los signos de desaceleración, particularmente en el cuarto trimestre. Esta pérdida de dinamismo continuó durante 2008, hasta agosto, cuando la Crisis Financiera se manifestó de una manera explosiva. En México, el descenso de la demanda externa se tradujo en una reducción de la actividad en los sectores de manufactura y servicios, pero el gasto privado se mantuvo, lo cual aminoró los efectos negativos. Durante 2007, el PIB tuvo un crecimiento real de 3.2%, inferior al de 5% en 2006. Durante el segundo trimestre de 2007, los problemas del mercado hipotecario y del mercado de activos financieros colateralizados por hipotecas aumentaron la aversión al riesgo en los mercados crediticios internacionales, y ello repercutió en una elevación de las primas de riesgo en los créditos otorgados a países emergentes. No se debe perder de vista que el premio por riesgo afecto a la deuda soberana mexicana que fue menor a lo observado en crisis financieras pasadas. En 2008, el deterioro de la cartera vencida del sector hipotecario en Estados Unidos redujo la liquidez en el sector interbancario internacional y propició el contagio a otros mercados.

A medida que se agudizaba la crisis del mercado hipotecario, los precios de las materias primas se incrementan como resultado de la intensa actividad de las economías emergentes más grandes: China, India y Brasil, o los también conocidos como los BRIC'S (Brasil, Rusia, India y China), lo que provocó un aumento de las presiones inflacionarias en México. Durante 2007, la inflación fluctuó alrededor de 4%, contenida principalmente por una política monetaria restrictiva que elevó la tasa de fondeo interbancario de 7% a 7.25%. en el primer semestre de 2008, subieron los precios de los alimentos, los metales y la energía hecho que incidió directamente en la inflación. Las autoridades respondieron aumentando la tasa objetivo 75 puntos base, pasando de 7.5% a 8.25%. Los precios de los energéticos tuvieron alzas significativas durante 2007 y el primer semestre de 2008. El precio de barril de petróleo tipo West Texas Intermediate (WTI) llegó a los 100 dólares en noviembre de 2007; y para julio de 2008; alcanzó más de 145 dólares. Este comportamiento se debió, en buena medida, al incremento de la demanda en gran parte de las principales economías emergentes, la turbulencia política de Medio Oriente y la oferta internacional restringida del petróleo.

La inflación en México también se vio afectada por la depreciación del peso en septiembre de 2008 debido a la bancarrota de Lehman Brothers y a la fuga de capitales que provocó dicho suceso. Otro factor fue el incremento de los precios internacionales de materias primas. El encarecimiento de los granos derivó en el aumento del costo de los alimentos elaborados para uso pecuario. Y los incrementos de precio del acero el cobre y la energía a lo largo de 2008 provocaron alzas en los costos de los materiales para construcción, lo que impactó directamente al sector de la vivienda.

## **Crack Bursátil de agosto de 2008**

Para agosto de 2008, los problemas del mercado interbancario internacional se habían complicado, la liquidez era reducida y el apalancamiento de muchos intermediarios había subido a niveles récord, esto obligó a los intermediarios financieros a disminuir sus

inversiones, lo que presionó a diversos activos financieros. Después de la quiebra de Lehman Brothers en septiembre de 2008, se exacerbó la incertidumbre en los mercados financieros. A eso se sumó la restricción de liquidez y el deterioro del precio de ciertos activos financieros, situación que provocó que la crisis se extendiera a otros segmentos del mercado financiero y a otros países (Eficiencia fuerte del mercado), además la bancarota de Lehman evidenció el riesgo de contraparte de muchos de los activos de las carteras de instituciones financieras, y esto aumentó las primas de riesgo de crédito. Todo esto se tradujo en un círculo vicioso, ya que el encarecimiento del crédito a instituciones financieras en el mercado internacional redujo aún más la liquidez. La situación se complicó por el proceso de retroalimentación entre el sector financiero y el real. Los flujos de capital hacia economías emergentes se contrajeron de manera acelerada, y ello afectó tanto al tipo de cambio como a los mercados accionarios y de deuda de muchos países. Para entonces, el peligro de un colapso del sistema financiero internacional era obvio.

Con la intención de contrarrestar la crisis, las autoridades monetarias de varios países tomaron medidas. En México, por ejemplo, se aumentó la oferta de dólares a través de diversos mecanismos: se crearon facilidades preventivas para su aprovisionamiento temporal en bancos y se adoptaron acciones para incrementar la liquidez en los mercados financieros. En las colocaciones de deuda de gobierno federal se aumentó la importancia relativa de los valores a corto plazo; se establecieron programas de recompra de Bonos M y de Udibonos y se realizaron subastas de intercambio de tasas a corto plazo por tasas de largo plazo (swaps de tasas de interés). Para propiciar el funcionamiento más ordenado del mercado financiero, el Banco de México instrumentó un programa de compra de bonos del IPAB, se establecieron facilidades regulatorias temporales para que los ahora fondos de inversión tuvieran mayor flexibilidad en la recomposición de sus carteras y se creó un programa de garantías de la banca de desarrollo para la colocación de deuda privada a corto plazo.

En octubre de 2008, la Comisión de Cambios (Banco de México, SHCP), realizó dos tipos de subastas para estabilizar el mercado cambiario. En primer lugar, a partir del 9 de octubre, se reactivó la venta de dólares a través de subastas diarias con precio mínimo. Mediante este mecanismo fueron asignados 4, 178 millones de dólares en 2008. En segundo lugar, también en ese mismo mes, se llevaron a cabo subastas extraordinarias para atender la demanda extraordinaria de divisas. El monto total fue de 11,000 millones de dólares. El 29 de octubre, el Banco de México estableció el mecanismo de intercambio de divisas temporal (línea swap) con la FED por un monto de 30 MMD. En el contexto interno, el IPAB amplió su programa de colocaciones primarias de valores a corto plazo y disminuyó las de largo plazo durante el cuarto trimestre de 2008. El gobierno federal subastó recompras de Bonos M y Udibonos a las que asignó 4.3 MMP y 713 millones de Udis, respectivamente. Asimismo, el Banco de México realizó subastas de swap de tasas. En este caso, fueron asignados 4,400 MDP.

Para mejorar la operación de los mercados financieros, se creó un programa de subastas de compra de bonos del IPAB, se establecieron facilidades regulatorias temporales para permitir a los ahora fondos de inversión recomponer sus portafolios y la banca de desarrollo

creo un programa de garantías para la colocación de deuda a corto plazo. La agudización de la crisis en el cuarto trimestre de 2008 desaceleró la actividad económica y deterioró las perspectivas a mediano plazo, lo cual redujo demanda del sector privado. Adicionalmente, la incertidumbre prevaleciente en los mercados financieros incrementó el costo del financiamiento interno y externo para el sector privado. El componente que sufrió mayor deterioro fue el crédito para los hogares, particularmente el financiamiento para el consumo. Con respecto a las empresas, cayeron todos los financiamientos, tanto internos como externos, con respecto a 2007. El debilitamiento de la actividad económica internacional, principalmente la de Estados Unidos, repercutió en México, aunque en menor medida. La demanda externa cayó 8.8% en el último trimestre de 2008, ajustado por estacionalidad.

En México la caída de la demanda externa se extendió al componente privado del gasto doméstico, lo que afectó al PIB. Esa baja se compensó con el componente público del gasto, que mantuvo una tendencia al alza, particularmente la inversión. El gobierno federal estableció en octubre de 2008 el “Programa para Impulsar el Crecimiento y el Empleo” (PICE), que fomentó la inversión en la infraestructura y la ampliación del crédito directo de la banca de desarrollo y para prevenir un déficit público mayor, se contrataron coberturas petroleras con un precio garantizado de 70 dólares por barril por las exportaciones petroleras netas del país (330 millones de barriles al año). Durante el cuarto trimestre de 2008 y el primero de 2009, cayeron las exportaciones petroleras y no petroleras, se desaceleraron las importaciones y bajaron los ingresos del exterior por concepto de remesas familiares, en general, se experimentó una mayor restricción para tener acceso a flujos de capital del exterior, tanto en forma de crédito como de inversión. A pesar de todo el índice de producción industrial de Estados Unidos (IPI-USA) se mantuvo a lo largo del 2007, y aumentó 2.11% entre diciembre de 2006 y diciembre de 2007. Aun no se resentía en el sector secundario de la economía estadounidense. Fue hasta 2008 cuando se observó una disminución considerable en el IPI-USA, y en diciembre de 2008, cerró a 93.61, es decir una disminución de 11.29% con respecto al año anterior.

En México la actividad económica de los sectores secundario y terciario –medida por el índice General de Actividad Económica (IGAE)- fue muy semejante a la del IPI-USA, observándose un mayor efecto de la crisis en la industria manufacturera que en el sector de servicios. El ramo secundario aumentó 2% en 2007, pero cayó 5.2% en 2008; el sector terciario aumentó 4.9% en 2007 y cayó a 2.5% en 2008. El sector primario, dominado por el precio de las materias primas y los alimentos, tuvo comportamiento diferente, ya que cayó 12.7% en 2007, para aumentar 14.7% en 2008. El IGAE subió 2.9% en 2007, pero cayó 3.1% en 2008. Como consecuencia de la crisis internacional, la actividad productiva de México se contrajo durante el último trimestre de 2008 y el primer semestre de 2009, esto refleja la pérdida de confianza del consumidor y los empresarios, la caída de la liquidez en el mercado crediticio, los efectos del brote de la influenza A (H1N1) y el cierre temporal de las plantas automotrices de las plantas de Estados Unidos. La desaceleración económica provocó una caída en la demanda de la mano de obra, principalmente en el sector formal, y un aumento en los trabajadores eventuales para las zonas urbanas. El número de asegurados en el IMSS mostró una fuerte contracción durante la crisis.

En el segundo trimestre de 2009 comenzó la recuperación económica, pero en marzo se presentó una nueva adversidad, la epidemia de la influenza A(H1N1), como consecuencia, fueron suspendidas temporalmente las actividades productivas, además la STPS, entre otras dependencias, recomendó que grupos vulnerables, como las mujeres embarazadas no asistieran al trabajo (CNN, 2009; STPS, 2012; SEGOB 2012). En el plano internacional, la inflación de los países avanzados bajó, en Estados Unidos después de alcanzar 5.6% en julio de 2008 (la más alta desde 1991), mostro un descenso durante el último trimestre de 2008 y el primer semestre de 2009. Entre las naciones emergentes, el comportamiento de la inflación fue mixto. En algunas disminuyó, en otras se mantuvo y luego aumentó. La menor actividad económica internacional a partir del cuarto trimestre de 2008 presiono a la baja los precios de las materias primas y redujo la inflación. El barril de petróleo tipo West cerró el año 2012 en 45 dólares por barril; en julio de ese año, había alcanzado los 145 dólares por barril. La recuperación de la economía global inicio en el segundo semestre de 2009 gracias a las medidas monetarias y fiscales implementadas por la mayoría de las economías del mundo.

#### La recuperación internacional

El ritmo de la recuperación económica no fue uniforme, Estados Unidos creció más que Europa y Japón en 2009, mientras que las economías emergentes se expandieron, principalmente las economías asiáticas como China con un 8.7% e India con 5.7%, debido al incremento de la demanda interna y de las exportaciones, en cambio, la recuperación fue más paulatina en Latam, cuyo PIB mostro una contracción de 1.8% durante 2009. Aunque la recuperación siguió su curso hacia 2010, la economía de algunos países europeos que estaban fuertemente apalancados, se contrajo, como en los casos de Grecia e Islandia, cuyo PIB disminuyó a -0.2% y 7.4% respectivamente. Al año siguiente se vio un crecimiento retardado en la economía mundial debido a desastres naturales en Asia, el encarecimiento de los productos primarios en el primer semestre den 2011 y la crisis de la deuda soberana de la zona euro, para 2012 todavía prevalecía la desaceleración económica mundial, en gran parte por la incertidumbre generada por la crisis europea, que más tarde para los años 2014 la fuerte contracción de la economía Griega y el incumplimiento de pagos declarada vendrían a generar problemas más agudos, sin esperar en la puerta del escenario financiero mundial la salida de la Gran Bretaña de la Unión Europea que en pleno 2019 es un gran problema para la recuperación económica generando incertidumbre en el medio financiero ante los efectos de la salida de dicha nación de la Unión Europea.

#### **Efectos de la Crisis Financiera de 2008 y sus secuelas en la economía real mexicana**

Para salir de la crisis, fue importante que las autoridades monetarias de México consideraran las condiciones del mercado financiero y actuaran en coordinación con sus similares de países avanzados, que establecieron medidas fiscales y monetarias, como aumentos del déficit público y políticas monetarias laxas, lo que desencadeno en una drástica caída en las tasas de interés en 2009. Por su parte, la mayoría de las naciones emergentes también implementaron políticas monetarias, pero más holgadas de menor intensidad. En abril de 2009, el G20 anuncio diversas medidas para reforzar el sistema financiero internacional. Entre ellas, el fortalecimiento de la regulación bancaria, aumentos

sustanciales de los recursos disponibles para diversos organismos financieros internacionales y la creación del FSB, sin embargo, el sistema financiero no se estabilizó de manera inmediata debido a los cambios súbitos en la confianza de los inversionistas durante 2009. Ese mismo año, los bancos centrales de economías avanzadas mantuvieron políticas de tasas para favorecer la liquidez del mercado. No obstante, en los países emergentes, el temor a las presiones inflacionarias impuso una política monetaria más restrictiva. El aumento de la liquidez global generó flujos de capitales hacia las economías emergentes, las cuales se vieron obligadas a contener la apreciación de sus monedas con la aplicación de diversas medidas, como la acumulación de reservas internacionales o la restricción de los flujos de capital. En México, la tasa objetivo se mantuvo en 4.5% durante el segundo semestre de 2009, lo cual era una señal de preocupación por un posible aumento de la inflación debido al paquete fiscal de 2010 y a la evolución de la actividad económica.

### 2.5 La eficiencia del mercado mexicano durante la crisis *subprime*

La adecuada conducción de la política monetaria mexicana en un entorno de baja inflación y con el PIB debajo de su capacidad potencial, contuvo las presiones inflacionarias desde el segundo semestre de 2009 hasta finales de 2012. La inflación disminuyó de 5.3% en 2009 a 4.16% en 2010 y 3.41% en 2011. Tuvo un ligero repunte en 2012, cuando se ubicó en 3.56%. El PIB recuperó el nivel que tenía antes de la crisis hasta el último trimestre de 2010. En 2011, los aumentos moderados de los costos laborales ayudaron a contener la inflación.

Al año siguiente se mantuvo baja, aunque con un leve aumento durante los tres primeros trimestres debido, en parte, al encarecimiento de los productos agropecuarios. Bajó en el cuarto trimestre como resultado de la oferta agropecuaria, que fue favorecida por las condiciones climáticas. La inflación mundial en el periodo 2009-2012 se mantuvo baja, con ocasionales alzas por los aumentos en los precios de las materias primas y energéticos. Los pequeños repuntes se presentaron a finales de 2009, en el segundo semestre de 2010 y el primer semestre de 2011 por el incremento de las materias primas, la inflación en 2009 fue mayor en las economías emergentes que en las desarrolladas.

En estas últimas, las expectativas de la inflación subyacente a largo plazo permanecieron bajas. Por el contrario, algunas economías emergentes que se encontraban en una fase avanzada de su fase de crecimiento económico tuvieron aumentos de precios que se sumaron a las materias primas durante 2009. A finales de 2010 y los primeros meses de 2011 y 2012, la inflación repuntó en varias economías emergentes debido a una demanda interna, a las condiciones climáticas adversas que impactaron en los precios de los alimentos y a los incrementos de los energéticos. Durante el segundo semestre de 2011 se revertió la tendencia, situación que aunada a una menor actividad económica mundial creó expectativas de que la inflación empezara a bajar. En 2012, continuó disminuyendo en los países avanzados. En los emergentes, la situación fue mixta, en algunos hubo aumentos y en otros caídas (OCDE, 2013).

## Capítulo III Modelo de estudio: Econometría de series de tiempo

### 3.1 Introducción

Una serie de tiempo es una colección de observaciones realizadas de forma secuencial a lo largo del tiempo. Una característica intrínseca muy importante de las series de tiempo, es que, generalmente, hay dependencia entre observaciones adyacentes. La naturaleza de esta dependencia entre las observaciones, es de gran interés práctico. El análisis de series de tiempo consiste en el uso de técnicas estadísticas para analizar esta dependencia, que requiere el desarrollo de modelos estocásticos y dinámicos para los datos de series de tiempo y su uso en diversas áreas de aplicación. Por otro lado, los libros de econometría indican que uno de los dos tipos importantes de información para el análisis econométrico lo conforman las series de tiempo. En este capítulo se estudiará a detalle la información aplicada al desempeño del S&PBMV IPC de la Bolsa Mexicana de Valores.

En primer lugar, el trabajo empírico basado en series de tiempo supone que la serie de tiempo en cuestión es estacionaria. Aunque se podría derivar en una idea de estacionariedad, se analizará con profundidad. Más específicamente, se intentará averiguar el significado de estacionariedad y la razón por la cual se debe tener en cuenta. Segundo, la autocorrelación se origina porque las series de tiempo subyacentes no son estacionarias. Tercero, al efectuar la regresión de una variable de serie de tiempo sobre otra variable de serie de tiempo con frecuencia se obtiene una  $R^2$  muy elevada (superior a 0.9) aunque no haya una relación significativa entre las dos. En ocasiones no se espera ninguna relación entre las dos variables; sin embargo, una regresión de una variable sobre la otra a menudo muestra una relación significativa. Esta situación ejemplifica el problema de la regresión espuria, o disparatada, cuya naturaleza será analizada en breve.

Por consiguiente, es muy importante averiguar si la relación entre las variables económicas es verdadera o espuria. Cuarto, algunas series de tiempo financieras, como los precios de las acciones o índices bursátiles, muestran lo que se conoce como fenómeno de caminata aleatoria. Lo anterior significa que la mejor predicción para el precio de una acción, por ejemplo, de TSLA, es igual a su precio actual más un choque puramente aleatorio (o término de error). De ser así, el pronóstico del precio de las acciones sería un ejercicio inútil. Quinto, los modelos de regresión que consideran series de tiempo son muy comunes para los pronósticos. Con lo anterior, se quiere saber si tal pronóstico es válido cuando las series de tiempo sobre las cuales se basa no son estacionarias. Por último, las pruebas de causalidad de Granger y Sims, suponen que las series de tiempo del análisis son estacionarias. Por consiguiente, deben efectuarse antes las pruebas para la estacionariedad que las de causalidad. Desde el principio, resulta necesaria una advertencia.

El tema del análisis de las series de tiempo es muy amplio y siempre está en evolución; además, algunas matemáticas propias de las diversas técnicas del análisis de las series de tiempo son complejas de manera que solo se mencionarán algunos conceptos fundamentales.



## 3.2 Conceptos

### I. Procesos estocásticos

Un proceso estocástico o aleatorio es una colección de variables aleatorias ordenadas en el tiempo. Si  $Y$  denota una variable aleatoria y es continua, se denota como  $Y(t)$ , pero si es discreta se expresa como  $Y_t$ . Un ejemplo del primer tipo es un electrocardiograma, y del segundo tipo, el PIB, IPC, etc.

Por tanto, se puede afirmar que el S&PBMV IPC es un proceso estocástico y que los valores reales observados son realizaciones particulares de ese proceso (es decir, una muestra). La distinción entre el proceso estocástico y su realización es semejante a la diferencia entre población y muestra en datos de corte transversal. De la misma forma como se hacen inferencias sobre la población a partir de datos muestrales, se efectúan inferencias sobre el proceso estocástico subyacente en las series de tiempo mediante la realización.

### II. Procesos estocásticos estacionarios

Un tipo de proceso estocástico que ha recibido gran atención y ha sido objeto de escrutinio por parte de los analistas de series de tiempo es el proceso estocástico estacionario. En términos generales, se dice que un proceso estocástico es estacionario si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos depende sólo de la distancia o rezago entre estos dos periodos, y no del tiempo en el cual se calculó la covarianza. En la bibliografía sobre series de tiempo, un proceso estocástico como éste se conoce como proceso estocástico débilmente estacionario, estacionario covariante, estacionario de segundo orden o proceso estocástico en amplio sentido. Para efectos de la presente investigación, y en la mayoría de las situaciones prácticas, basta este tipo de estacionariedad.

Si una serie de tiempo no es estacionaria en el sentido antes definido, se denomina serie de tiempo no estacionaria (se habla de estacionariedad débil). En otras palabras, una serie de tiempo no estacionaria tendrá una media que varía con el tiempo o una varianza que cambia con el tiempo, o ambas. ¿Por qué las series de tiempo estacionarias son tan importantes? Porque si una serie de tiempo es no estacionaria, sólo podemos estudiar su comportamiento durante el periodo en consideración. Por tanto, cada conjunto de datos perteneciente a la serie de tiempo corresponderá a un evento particular. En consecuencia, no es posible generalizar para otros periodos. Así, para propósitos de pronóstico, tales series de tiempo (no estacionarias) tienen poco valor práctico. ¿Cómo sabemos que una determinada serie de tiempo es estacionaria? En particular. Si se analiza con sentido común, parece que las series de tiempo del S&PBMV IPC son no estacionarias, al menos en sus valores medios.

### III. Procesos puramente aleatorios

Es un tipo especial de proceso estocástico (o de series de tiempo): el proceso puramente aleatorio o de ruido blanco. Se dice que un proceso es puramente aleatorio si tiene una

media igual a cero, una varianza constante  $\sigma^2$  y no está serialmente correlacionado.<sup>11</sup> Este proceso se conoce como proceso gaussiano de ruido blanco.

#### IV. Procesos estocásticos no estacionarios

A menudo se dice que los precios de valores, como las acciones, índices, cotizaciones de productos derivados, tasas o precios de divisas, siguen una caminata aleatoria; es decir, son no estacionarios cuyo ejemplo clásico es el Modelo de Caminata Aleatoria (MCA) o Random Walking (RW)<sup>12</sup>. Hay dos tipos de caminatas aleatorias: 1) caminata aleatoria sin deriva o sin desvío (es decir, sin término constante o de intercepto), y 2) caminata aleatoria con deriva o con desvío (es decir, hay un término constante). Modelos que serán analizados en (3.4 Descripción del modelo).

#### V. Variables integradas

El modelo de caminata aleatoria es un caso específico de una clase más general de procesos estocásticos conocidos como procesos integrados. Cabe recordar que el MCA sin deriva es no estacionario, pero su serie de primeras diferencias, es estacionaria. Por tanto, el MCA sin deriva se llama proceso integrado de orden 1 y se denota como  $I(1)$ . De manera similar, si una serie de tiempo tiene que diferenciarse dos veces (es decir, se toman primeras diferencias de la serie de primeras diferencias) para hacerla estacionaria, esa serie de tiempo se denomina integrada de orden 2. En general, si una serie de tiempo (no estacionaria) debe diferenciarse  $d$  veces para hacerla estacionaria, se afirma que la serie es integrada de orden  $d$ . Una serie de tiempo  $P_t$  integrada de orden  $d$  se denota como  $P_t \sim I(d)$ . Si una serie de tiempo es estacionaria desde el principio (es decir, si no requiere ninguna diferenciación), decimos que es integrada de orden cero y se denota mediante  $P_t \sim I(0)$ . Por tanto, con los términos “serie de tiempo estacionaria” y “serie de tiempo integrada de orden cero” se entiende la misma cosa. La mayoría de las series de tiempo económicas son  $I(1)$ ; es decir, por lo general se convierten en estacionarias sólo después de tomar sus primeras diferencias.

#### VI. Modelos de caminata aleatoria

El fenómeno de Caminata aleatoria se compara con el caminar de un borracho, puesto que, al salir de la cantina, puede tomar caminos aleatorios por ende se aleja de la cantina. Para medir esto en un enfoque financiero se utilizan los Modelos de Caminata Aleatoria en dos vertientes; el primero que es el MCA sin deriva, y el segundo es el MCA con deriva.

---

<sup>11</sup> Si también es independiente, tal proceso se conoce como estrictamente de ruido blanco.

<sup>12</sup> El término “caminata aleatoria” a menudo se compara con el caminar de un borracho. Al dejar la cantina, el borracho se mueve una distancia aleatoria ut en el tiempo  $t$  y continúa caminando de manera indefinida, con lo cual a la larga se aleja cada vez más de la cantina. Lo mismo se dice de los precios de las acciones. El precio de hoy de las acciones es igual al precio de ayer más un choque aleatorio.

## VII. Regresión espuria

Se da cuando el coeficiente de una regresión es significativamente estadístico, y aunque el valor de  $R^2$  es bajo, es estadísticamente distinto de cero, a partir de estos resultados simulados se estaría intentando concluir que existe una relación estadísticamente significativa entre la primer variable y la otra, aunque antes se pensaba que no existía esa relación, es así como se puede resumir el fenómeno de regresión espuria o regresión sin sentido, asimismo, la correlación (espuria) puede persistir en las series de tiempo no estacionarias aunque la muestra sea muy grande.

## VIII. Cointegración

Una prueba para la cointegración puede considerarse como una preprueba para evitar las situaciones de regresiones espurias (Granger C. W., 1963).

## IX. Tendencias deterministas y estocásticas

La distinción entre procesos estocásticos (o series de tiempo) estacionarios y no estacionarios tiene una importancia fundamental para saber si la tendencia (la lenta evolución de largo plazo de la serie de tiempo en consideración) observada en las series de tiempo o en las series de tiempo económicas reales es determinista o estocástica. En términos generales, si la tendencia de una serie de tiempo es del todo predecible y no variable, se le llama tendencia determinista; si no es predecible, se le llama tendencia estocástica.

## X. Pruebas de raíz unitaria

Es un modelo de caminata aleatoria sin deriva, del cual se sabe que es un proceso estocástico no estacionario, la razón para hacer esta prueba dentro de un MCA es por qué; no se puede hacer la regresión de  $P_t$  sobre su valor rezagado (de un periodo)  $P_{t-1}$  y así se averigua si la  $\rho$  estimada es igual a 1. De ser así,  $P_t$  sería por consiguiente no estacionaria, de esta forma nace la prueba de la Raíz Unitaria (*Unit Root*) para la estacionariedad.

Con estos conceptos clave se abordará de mejor manera el tema de la prueba de eficiencia débil en el mercado de valores en México, puesto que en algunos casos utilizaremos un lenguaje econométrico muy técnico y vale la pena resaltar algunos de los conceptos teóricos que nos llevarán a probar nuestra serie de tiempo y conocer ¿qué tan eficiente es nuestro mercado? De esta manera entender sobre todo la significancia de algunos términos que se utilizan para la notación del tema planteado.

### 3.3 Propuestas para el análisis de la eficiencia del mercado de valores en México

Como parte fundamental en la discusión de la presente tesis, el debate inicia en determinar el grado de independencia de la serie de tiempo del S&PBMV IPC. Esta independencia implica que en la secuencia de los precios se observe una caminata aleatoria (Random Walking), y que el conocimiento de dicha secuencia no puede usarse para asegurar ganar rendimientos anormales. Si fuere posible desarrollar un modelo de pronóstico exitoso con base en la serie de la evolución histórica de los precios, se podría ganar dinero con base en los precios futuros (no futuros de acciones o índices) e incluso obtener ganancias superiores a las ofrecidas normalmente por el mercado. Por ejemplo, se podría vender en corto una acción y obtener una ganancia segura si se estimada acertadamente un precio más bajo para la fecha en que la acción pudiera ser entregada, dado que se podría adquirir a un precio menor en dicha fecha que la cantidad recibida al efectuar la venta en corto. Además, de los diferenciales entre venta y compra, sería posible generar un rendimiento adicional si los fondos recibidos al momento de la venta se invirtieran en algún instrumento de renta fija hasta el momento en que se deba adquirir la acción para cumplir la obligación de entrega. También se podrían obtener ganancias mayores abriendo posiciones en instrumentos derivados cuyo subyacente fuere la misma acción o índice en su defecto.

Recordemos que los principales estudios realizados en Estados Unidos para probar la aleatoriedad de la secuencia histórica de las cotizaciones destacan los trabajos de (Moore A. B., 1964), (Fama E. , The Behavior of Stock-Market Prices, No. 1, 1964), (Granger C. W., 1963), (Fama, Black, Jensen, & Roll, 1969), (Sharpe, 1964) y (Jensen, 1967). A modo de conclusión general de las investigaciones mencionadas y de otras que se han efectuado al respecto, existe un consenso en el sentido que si es posible probar empíricamente la eficiencia de forma débil (estudios econométricos), habiéndose encontrado en el mercado evidencias de ella. Pero resulta evidente que una aseveración semejante no puede generalizarse y pretender que la eficiencia sea un principio universal, y por tanto, que los mercados accionarios exhiban dicha característica. Por lo anterior, se decidió analizar (con base a un MCA sin deriva de primer orden) si existe en el mercado de valores mexicano evidencia de eficiencia en su forma débil.

En consistencia con la metodología planteada, las pruebas de estacionariedad se harán básicamente en dos formas, el análisis gráfico y la prueba del correlograma así como definir sobretodo la significancia de dicho correlograma. Asimismo se procederá a estudiar la raíz unitaria puesto que en base a lo que será revisado en el tema 3.4 Descripción del modelo se aplicará el Modelo de Caminata Aleatoria con deriva del cual hasta ahora sabemos que hablar del IPC se trata de un proceso estocástico no estacionario, en base a esta prueba de estacionariedad se procederá a realizar la Prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA), prueba  $F$ , pruebas de raíz unitaria Phillips-Perron (PP), una prueba de cambios estructurales que nos acerque a observar cuantitativamente lo que ha sucedido en los importantes ajustes del S&PBMV IPC para que en las conclusiones se ofrezca una breve reflexión de las críticas a la Raíz Unitaria

### 3.4 Descripción del modelo

En la definición de procesos estocásticos no estacionarios se hacía especial énfasis en que los precios de activos financieros siguen un Modelo de Caminata Aleatoria (MCA) o

Random Walking (RW), de esta manera definiéndose que no son estacionarios y también se comentó que existen dos tipos de modelos de caminatas aleatorias; la primera, caminata aleatoria sin deriva (sin constante o intercepto), la segunda, la caminata aleatoria con deriva o con desvío.

### **Caminata aleatoria sin deriva**

De acuerdo con el uso correcto de la información disponible en el periodo  $t-1$ , según lo establece la definición de Fama comentada ampliamente en el presente trabajo, la serie de evolución de los precios se puede representar mediante un modelo de caminata aleatoria, suponga que  $u_t$  es un término de error de ruido blanco, con media 0 y varianza  $\sigma^2$ . Entonces decimos que la serie  $P_t$  es una caminata aleatoria si:

$$P_t = P_{t-1} + U_t$$

En el modelo de caminata aleatoria, el valor de  $P$  en el tiempo  $t$  es igual a su valor en el tiempo  $(t - 1)$  más un choque aleatorio; por tanto, es un modelo AR(1). Se puede pensar que la formula anterior es una regresión de  $P$  en el tiempo  $t$  sobre su valor rezagado un periodo. (Fama E. , 1970) argumenta que los precios de las acciones son en esencia aleatorios y, por tanto, no hay lugar para la especulación redituable en el mercado de valores: si se pudiese predecir el precio de las acciones del día siguiente con base en su precio del día anterior, todos seríamos millonarios. Ahora bien, del modelo anterior, podemos escribir

$$P_1 = P_0 + U_1$$

$$P_2 = P_1 + U_2 = P_0 + U_1 + U_2$$

$$P_3 = P_2 + U_3 = P_0 + U_1 + U_2 + U_3$$

En general, si el proceso comenzó en el tiempo 0 con un valor de  $P_0$ , se tiene

$$P_t = P_0 + \sum U_t$$

Por tanto

$$E(P_t) = E\left(P_0 + \sum U_t\right) = P_0 \text{ (¿por qué?)}$$

De igual forma se demuestra que

$$Var(P_t) = t\sigma^2$$

Como revelan las expresiones anteriores, la media de  $P$  es igual a su valor inicial (constante), pero conforme se incrementa  $t$ , su varianza aumenta de manera indefinida, lo que viola una condición de la estacionariedad. En resumen, el Modelo de Caminata Aleatoria (MCA) sin deriva es un proceso estocástico no estacionario. En la práctica,  $P_0$  a menudo se iguala a cero, en cuyo caso  $E(P_t) = 0$ . Una característica importante del MCA es la persistencia de los choques aleatorios (es decir, los errores aleatorios), lo cual resulta evidente de

$P_t = P_0 + \sum U_t$ :  $P_t$  es la suma de  $P_0$  inicial más la suma de los choques aleatorios. Como

resultado, no se desvanece el impacto de un choque particular. Por ejemplo, si  $u_2 = 2$ , en vez de  $u_2 = 0$ , todas las  $P_t$  de  $P_2$  en adelante serán 2 unidades mayores, por lo que nunca cesa el efecto de este choque. Por esta razón decimos que la caminata aleatoria tiene memoria infinita. Como observa Fama en su obra Doctoral, la caminata aleatoria recuerda los choques por siempre; es decir, tiene memoria infinita. La suma  $\sum U_t$  se conoce también como tendencia estocástica.

Resulta interesante que si expresamos  $P_t = P_{t-1} + U_t$  como

$$(P_t - P_{t-1}) = \Delta P_t = U_t$$

donde  $\Delta$  es el operador de primeras diferencias, y resulta fácil probar que mientras que  $P_t$  es no estacionaria, sí lo es la serie de sus primeras diferencias. En otras palabras, las primeras diferencias de series de tiempo de caminata aleatoria son estacionarias. No obstante, hay más que decir al respecto.

### **Caminata aleatoria con deriva**

Se modifica el MCA sin deriva de la siguiente manera

$$P_t = \delta + P_{t-1} + U_t$$

donde  $\delta$  se conoce como el parámetro de deriva. El término deriva proviene del hecho de que, si se escribe la ecuación anterior como

$$P_t - P_{t-1} = \Delta P_t = \delta + U_t$$

se demuestra que  $P_t$  se deriva o desvía hacia arriba o hacia abajo, según  $\delta$  sea positiva o negativa. Observe que el primer modelo descrito para MCA con deriva también es un modelo AR(1). Según el procedimiento analizado en la caminata aleatoria sin deriva, podemos demostrar que, para el modelo de caminata aleatoria con deriva  $P_t = \delta + P_{t-1} + U_t$ ,

$$E(P_t) = P_0 + t * \delta$$

$$var(P_t) = t\sigma^2$$

Como se puede observar, para el MCA con deriva, la media, al igual que la varianza, se incrementa con el tiempo, lo que viola de nuevo las condiciones de la estacionariedad (débil). En resumen, el MCA, con o sin deriva, es un proceso estocástico no estacionario. A fin de dar una ligera idea de la caminata aleatoria con y sin deriva. El modelo de caminata aleatoria es un ejemplo de lo que se conoce en bibliografía de econometría como proceso de raíz unitaria. Como este término es ya muy común en las referencias de series de tiempo, en el Capítulo IV se abordará de manera más amplia el tema de la raíz unitaria.

### **3.5 Descripción de los datos**

El objetivo de la parte empírica de este trabajo es verificar la validez de la EMH mediante las pruebas que se describieron con anterioridad. Los datos utilizados para las pruebas se refieren al índice S&PBMV IPC de la Bolsa Mexicana de Valores y se dan a nivel diario de

los precios de cierre ajustados. El período de observación es del 1 de febrero de 1983 al 28 de febrero de 2019 (36 años) y la muestra consta de 9303 observaciones. La recopilación de datos se obtuvo de Bloomberg: <https://www.blommberg.com>

El gráfico a continuación muestra el movimiento de los precios de cierre ajustados del índice S&PBMV IPC durante los últimos 11 años.



**Ilustración 5 IPC: Fuente Bloomberg**

El gráfico anterior muestra los rendimientos del índice IPC durante los últimos 11 años. El índice que se utiliza para la realización de este estudio se llama S&PBMV IPC y proviene de las iniciales Sstandar & Poor's, Bolsa Mexicana de Valores, Índice de Precios y Cotizaciones. Es conocido como un índice de acciones líder en Latinoamérica y está compuesto por las 35 compañías de alto rendimiento (compañías con la mayor capitalización de mercado). El índice S&PBMV IPC se considera un indicador de la fortaleza de la economía de México. Los constituyentes del Índice S&PBMV IPC (en los últimos 11 años) alcanzaron el valor más alto el 25 de julio de 2017 a 51,713.3789 unidades al cierre. Según la muestra utilizada para este estudio el valor más bajo fue observado durante la crisis financiera de 2008 y fue de 16,891.0293 unidades el 27 de octubre de 2008. Sin embargo, después de la caída del índice, se recuperó a 42,823.8086 puntos el 28 de febrero de 2019, que es la última observación de esta muestra, aunque es importante destacar que para esta fecha el mercado registra un importante ajuste, el techo que toma el IPC es en 51,713.3789 unidades en julio de 2017.

Sin embargo, un fenómeno que llama bastante la atención es el ajuste que el S&PBMV registra en menos de un mes. Para el 29 de octubre de 2018 el IPC alcanza un máximo (al cierre) de 50,187.4805 unidades, y para el 26 de noviembre llega a las 39,427.2813, esto representa un retroceso de 27.29% en menos de un mes, este es un evento que vale la pena

tomar en cuenta dentro de la investigación y descubrir que fue lo que sucedió debido a la eficiencia de información que dio origen a la corrección del mercado en 21 sesiones del mercado de valores.

Los índices S&PBMV<sup>13</sup> se calculan como:

$$I_t = I_{t-1} * \left( \frac{\sum P_{it} * FAF_i}{\sum P_{it-1} * (Q_{it-1} * FAF_i) * f_{it-1}} \right)$$

Donde:

$I_t$  índice del día t

$P_{it}$  Precio de la serie accionaria i el día t

$Q_{it}$  Acciones inscritas en la Bolsa de la serie accionaria i el día t

$FAF_i$  Factor de ajuste por acciones flotantes de la serie i

$f_{it-1}$  Factor de ajuste por ex derechos de la serie accionaria i el día t

i 1,...,35

Base: 0.78 el 30 de octubre de 1978<sup>14</sup>

En cuanto al procesamiento de los datos, primero se calcularon los cierres ajustados logarítmicos diarios en una hoja de cálculo de Excel 2019 y después se exportaron a *E-Views10*, para obtener el valor del parámetro y los resultados de las pruebas de significancia estadística del modelo. Una desventaja natural al utilizar el S&PBMV IPC es que no incluye a todas las emisoras del mercado de valores, sin embargo, dicha desventaja se compensa con el hecho que dichas acciones incluidas en el indicador bursátil de nuestro mercado son aquellas que reportan mayores volúmenes de operación, razón por la cual puede considerarse representativo de lo que pasa en el mercado.

---

<sup>13</sup> La Bolsa Mexicana de Valores en asociación con S&P Market Intelligence mantienen al S&PBMV IPC que es una muestra representativa del mercado, asimismo existen más índices para diferentes sectores de la economía, por ejemplo: el S&PBMV Fibras que es el índice que mide el desempeño de dichos instrumentos financieros, el S&PBMV IRT que es el índice que mide el desempeño del llamado índice de rentabilidad total que toma en consideración a 60 emisoras con sus rendimientos totales, el S&PBMV Sustentable que es el indicador que mide el desempeño bursátil de las emisoras que están dentro del selecto grupo de aquellas que reducen sus emisiones de CO2 y por ende la responsabilidad con el medio ambiente, como podemos ver el IPC tiene diversas variantes y para diferentes actividades en la economía mexicana.

<sup>14</sup> Información obtenida de la nota metodológica del cálculo del S&PBMV IPC, disponible en la página de la Bolsa Mexicana de Valores <http://www.grupobmv.com.mx/indices>



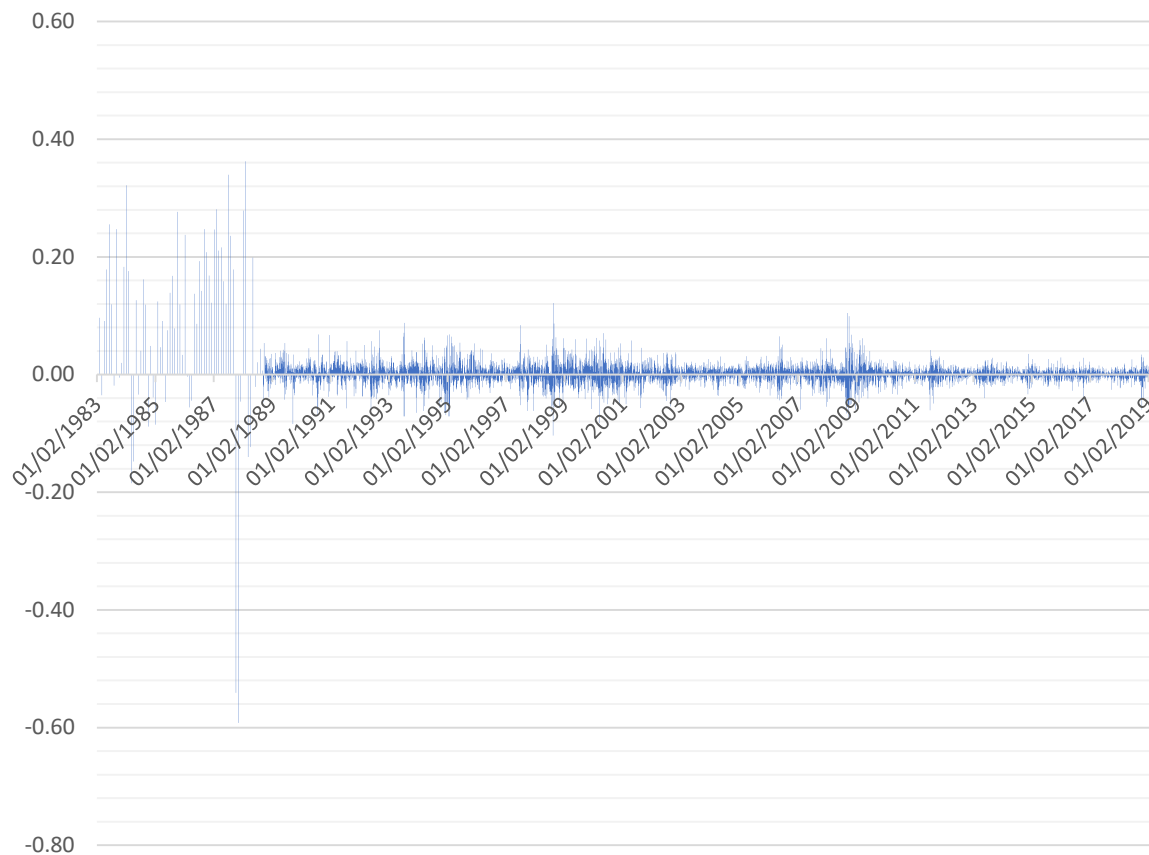


Ilustración 6: Grafica de rendimientos del IPC, construcción propia con datos de Bloomberg

### 3.6 Modelo estimado

Como consecuencia de la formulación anterior, para probar la HME propuesta por Fama en el proceso estocástico de las cotizaciones del S&PBMV IPC de la Bolsa Mexicana de Valores se utiliza el Modelo de Caminata Aleatoria sin deriva para analizar la Raíz Unitaria.

Para entender la naturaleza de los procesos estocásticos estacionarios y su importancia es necesario tener en cuenta dos preguntas importantes: 1) ¿Cómo sabemos si una serie de tiempo es estacionaria? 2) Si tenemos que una serie de tiempo determinada es no estacionaria, ¿hay alguna forma de que se convierta en estacionaria? (Gujarati & Porter, 2009) Para efectos de la presente investigación se abordará la primera pregunta con dos pruebas y la segunda será respondida por medio del estudio de la raíz unitaria. Es importante hacer énfasis en que sobre todo nos interesa la estacionariedad débil o covarianza (para poder probar la hipótesis). Aunque hay varias pruebas para la estacionariedad, sólo se analizarán las que se estudian de manera prominente en la bibliografía del campo de la econometría. En principio se examinarán dos pruebas: 1) el análisis gráfico y 2) la prueba del correlograma. Debido a la importancia que se le otorga en el pasado reciente, en el siguiente apartado estudiaremos la prueba de raíz unitaria.

## Pruebas de estacionariedad

### I. Análisis gráfico

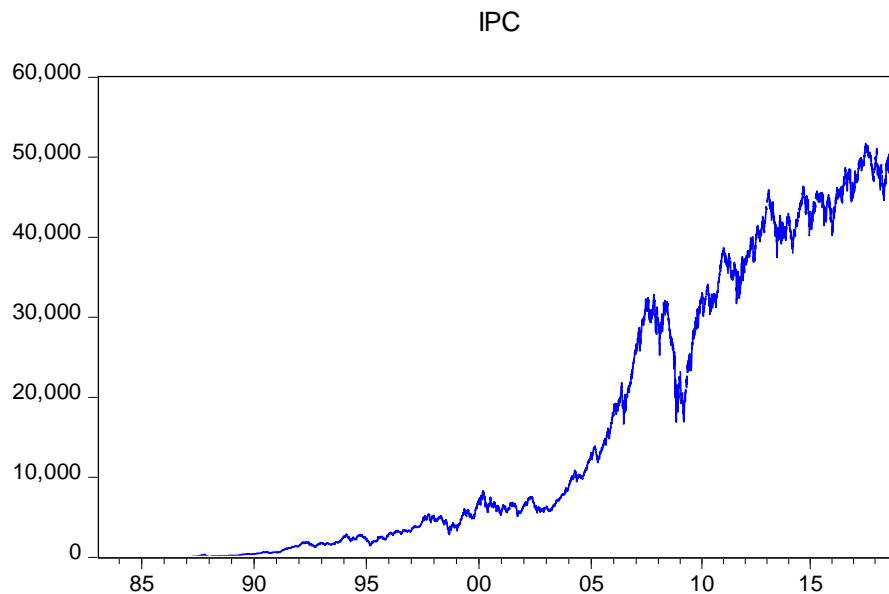
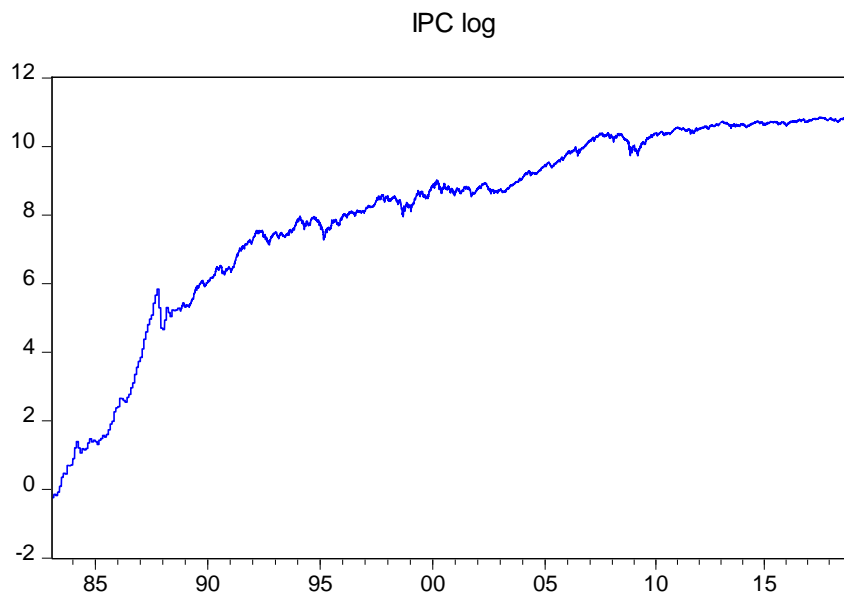


Ilustración 7: S&P500 IPC (Cierre ajustado diario)

Como se ha mencionado, antes de efectuar una prueba formal, siempre es aconsejable graficar la serie de tiempo en estudio, para el caso de nuestro objeto de estudio se construye la serie por los datos de cierre ajustado diario del S&P500 IPC. Esta gráfica proporciona una pista inicial respecto de la posible naturaleza de las series de tiempo. Se observa que, a lo largo del periodo de estudio, el logaritmo del IPC se incrementó; es decir, muestra una tendencia ascendente, lo cual deja entrever que quizá esté variando la media del logaritmo del PIB. Esto tal vez indique que la serie logarítmica del IPC es no estacionaria. Esa intuición es el comienzo de una prueba más formal de estacionariedad.



### II. Función de autocorrelación (FAC) y correlograma

Una prueba sencilla de estacionariedad para la prueba débil de la eficiencia del mercado de valores se basa en la denominada función de autocorrelación (FAC). La FAC en el rezago  $k$ , denotada por  $\rho_k$ , se define como

$$\rho_k = \frac{y_k}{Y_0}$$

$$= \frac{\text{covarianza del rezago}_k}{\text{varianza}}$$

donde la covarianza en el rezago  $k$  y la varianza son como se definieron anteriormente. Se observa que si  $k = 0$ ,  $\rho_0 = 1$  (¿por qué?). Como la covarianza y la varianza se miden en las mismas unidades,  $\rho_k$  es un número sin unidad de medida, o puro. Se encuentra entre  $-1$  y  $+1$ , igual que cualquier coeficiente de correlación. Si graficamos  $\rho_k$  respecto de  $k$ , la gráfica obtenida se conoce como correlograma poblacional. Como, en la práctica, sólo tenemos una realización de un proceso estocástico (es decir, la muestra), sólo podemos calcular la función de autocorrelación muestral,  $\rho_k$ . Para tal efecto, se debe calcular la covarianza muestral en el rezago  $k$ ,  $\hat{y}_k$ , y la varianza muestral,  $\hat{y}_0$  definidas como

$$\hat{y}_k = \frac{\sum(y_t - \bar{y})(y_{t+k} - \bar{Y})}{n}$$

$$\hat{y}_0 = \frac{\sum(y_t - \bar{y})^2}{n}$$

donde  $n$  es el tamaño de la muestra y  $\bar{Y}$  es la media muestral. Por consiguiente, la función de autocorrelación muestral en el rezago  $k$  es

$$\rho_k = \frac{\hat{y}_k}{\hat{y}_0}$$

que es simplemente la razón entre la covarianza muestral (en el rezago  $k$ ) y la varianza muestral. La gráfica de  $\rho_k$  frente a  $k$  se conoce como correlograma muestral. ¿Cómo saber con un correlograma si una serie de tiempo particular es estacionaria? Para este propósito, primero se presentarán correlogramas muestrales de un proceso puramente aleatorio de ruido blanco (con los logaritmos del S&PBMV IPC) y un proceso de caminata aleatoria. Regresemos al MCA sin deriva. Ahí generamos una muestra de 9303 términos de error, las  $u$ , a partir de la distribución normal estandarizada. El correlograma para estos 9303 términos de error puramente aleatorios es como se muestra a continuación; se muestran hasta 36 rezagos.

Date: 05/22/19 Time: 02:08  
 Sample: 2/01/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9303  
 Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.323	0.323	968.58	
		2	0.577	0.528	4070.9	
		3	0.239	-0.030	4602.7	
		4	0.211	-0.197	5017.8	
		5	0.120	-0.007	5152.8	
		6	-0.132	-0.277	5313.9	0.000
		7	-0.005	0.028	5314.1	0.000
		8	-0.023	0.360	5319.0	0.000
		9	-0.035	-0.020	5330.3	0.000
		10	0.016	-0.122	5332.8	0.000
		11	-0.019	0.004	5336.2	0.000
		12	0.021	-0.156	5340.2	0.000
		13	0.015	0.012	5342.4	0.000
		14	-0.001	0.233	5342.4	0.000
		15	0.000	-0.043	5342.4	0.000
		16	0.024	-0.026	5347.7	0.000
		17	0.048	0.131	5369.1	0.000
		18	0.075	-0.074	5421.0	0.000
		19	0.120	0.080	5555.1	0.000
		20	0.122	0.179	5694.2	0.000
		21	0.213	0.025	6115.6	0.000
		22	0.127	-0.086	6266.3	0.000
		23	0.154	-0.019	6487.3	0.000
		24	0.081	-0.095	6548.1	0.000
		25	0.065	0.019	6587.6	0.000
		26	0.028	0.143	6594.7	0.000
		27	-0.022	0.005	6599.1	0.000
		28	-0.008	-0.047	6599.7	0.000
		29	-0.023	-0.031	6604.6	0.000
		30	-0.014	-0.084	6606.5	0.000
		31	-0.012	0.008	6607.8	0.000
		32	-0.012	0.109	6609.1	0.000
		33	-0.005	0.005	6609.3	0.000
		34	-0.012	-0.046	6610.6	0.000
		35	-0.010	-0.025	6611.5	0.000
		36	-0.009	-0.054	6612.2	0.000

Se comentará posteriormente cómo fue elegida la longitud del rezago. Por lo pronto, es recomendable observar la columna AC, que es la función de autocorrelación muestral, y el primer diagrama de la izquierda, llamado autocorrelación. La línea vertical continua del diagrama representa el eje cero; las observaciones por arriba de esta línea son valores positivos, y los que están por debajo, negativos. Como resulta evidente a partir del diagrama, para un proceso puramente de ruido blanco, las autocorrelaciones en distintos rezagos se ubican alrededor del cero. Ésta es una imagen de un correlograma de una serie de tiempo no estacionaria. Por tanto, si el correlograma de una serie de tiempo real (económica) se parece al correlograma de una serie de tiempo de ruido blanco, podemos

decir que dicha serie de tiempo es quizá no estacionaria como en el caso de estudio del S&PBMV IPC.

Se tiene un correlograma de una serie de caminata aleatoria generado por el MCA sin deriva comentado. La gráfica muestra la característica más sobresaliente de este correlograma y es que los coeficientes de autocorrelación, para diversos rezagos, son muy altos, incluso hasta para un rezago de 36 años de estudio. De hecho, si se consideran rezagos hasta de 40 años, los coeficientes de autocorrelación son muy altos, la prueba de autocorrelación anterior es un correlograma habitual de una serie de tiempo no estacionaria. El coeficiente de autocorrelación comienza en un nivel muy alto y disminuye de modo muy lento hacia cero, conforme se prolonga el rezago. Consideremos el ejemplo de nuestra investigación en concreto.

#### *Elección de la longitud del rezago*

Se trata básicamente de un asunto empírico. Una regla práctica es calcular la FAC hasta un tercio o una cuarta parte de la longitud de la serie de tiempo. En vista de que para los datos de este trabajo se tienen 9303 observaciones diarias, según esta regla, los rezagos de 2535 a 3101 días servirán. Para ahorrar espacio, sólo se muestran 36 rezagos en la gráfica de la FAC puesto que corresponde a la cantidad de años de estudio. Según los libros de econometría aconsejan comenzar con rezagos lo bastante grandes y luego reducirlos mediante un criterio estadístico, como el criterio de información Akaike o de Schwarz, se analizará en el siguiente Capítulo IV Resultados.

#### **Significancia estadística de los coeficientes de autocorrelación**

En el correlograma del IPC véase lo siguiente. ¿Cómo decidir si el coeficiente de correlación, 0.021, en el rezago 12 (años o 3101 días) es estadísticamente significativo? La significancia estadística de cualquier  $\rho_k$  se juzga mediante su error estándar. Bartlett demostró que, si una serie de tiempo es puramente aleatoria, es decir, si es una muestra de ruido blanco, los coeficientes de autocorrelación muestrales  $p_k$  son aproximadamente

$$p_k \sim N(0, 1/n)$$

es decir, en muestras grandes, los coeficientes de autocorrelación muestrales están normalmente distribuidos y tienen media cero y varianza igual a 1 sobre el tamaño de la muestra. Como hay 9303 observaciones, la varianza es  $1/9303 \approx 0.000107$ , y el error estándar,  $\sqrt{0.000107} \approx 0.0103$ . Por tanto, según las propiedades de la distribución normal estándar, el intervalo de confianza de 95% para cualquier (población)  $\rho_k$  es:

$$p_k \pm 1.96(0.0103) = p_k \pm 0.0201$$

En otras palabras,

$$Prob(p_k - 0.0201 \leq p_k \leq p_k + 0.0201) = 0.95$$

Si el intervalo anterior incluye el valor cero, no rechazamos la hipótesis de que la verdadera  $\rho_k$  es cero, pero si este intervalo no incluye 0, rechazamos la hipótesis de que la verdadera  $\rho_k$  es cero. Al aplicar esto al valor estimado de  $\hat{\rho}_{12} = 0.021$ , se puede verificar que el intervalo de confianza de 95% para la verdadera  $\rho_{12}$  es  $(0.021 \pm 0.0201)$  o  $(0.0009,$

0.0411). Es obvio que este intervalo no incluye el valor cero, lo cual indica que hay 95% de confianza de que la verdadera  $\rho_{12}$  sea significativamente diferente de cero. Como se ve, incluso en el rezago 12 la  $\rho_{12}$  es estadísticamente significativa en un nivel de 5%. En lugar de probar la significancia estadística de cualquier coeficiente de autocorrelación individual, para probar la hipótesis conjunta de que todos los  $\rho_k$  hasta ciertos rezagos son simultáneamente iguales a cero, se puede probar mediante la prueba Q desarrollado por Box y Pierce. Ver Capítulo IV.

#### Prueba de raíz unitaria

Otra prueba sobre estacionariedad (o no estacionariedad) que se populariza cada vez más se conoce como prueba de raíz unitaria.

$$y_t = \rho y_{t-1} + u_i \quad -1 \leq \rho \leq 1$$

donde  $u_i$  es el término de error de ruido blanco. Sabemos que si  $\rho = 1$ , es decir, en el caso de la raíz unitaria, se convierte en un modelo de caminata aleatoria sin deriva, del cual sabemos también que es un proceso estocástico no estacionario. Por consiguiente, ¿por qué no simplemente hacer la regresión de  $y_t$  sobre su valor rezagado (de un periodo)  $y_{t-1}$  y se averigua si la  $\rho$  estimada es estadísticamente igual a 1? De ser así,  $y_t$  es no estacionaria. Ésta es la idea general de la prueba de raíz unitaria para la estacionariedad. Sin embargo, no podemos estimar la ecuación por MCO y probar la hipótesis de que  $\rho = 1$  por medio de la prueba  $t$  acostumbrada, porque esa prueba tiene un sesgo muy marcado en el caso de una raíz unitaria. Por tanto, se modifica la ecuación anterior y se resta  $y_{t-1}$  de ambos miembros de la ecuación para obtener

$$\begin{aligned} y_t - y_{t-1} &= \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + u_i \\ &= (\rho - 1)Y_{t-1} + u_i \end{aligned}$$

la cual también se expresa como:

$$\Delta y_t = \delta Y_{t-1} + u_i$$

donde  $\delta = (\rho - 1)$  y  $\Delta$ , como siempre, es el operador de primeras diferencias.

Así bien, en vez de estimar  $y_t = \rho y_{t-1} + u_i \quad -1 \leq \rho \leq 1$ , calculamos  $\Delta y_t = \delta Y_{t-1} + u_i$  y probamos la hipótesis (nula) de que  $\delta = 0$ , y la hipótesis alternativa es que  $\delta < 0$ . Si  $\delta = 0$ , entonces  $\rho = 1$ ; es decir, tenemos una raíz unitaria, lo cual significa que la serie de tiempo en consideración es no estacionaria. Antes de proceder se debe observar que si  $\delta = 0$ , entonces la ecuación con perturbación estocástica o ruido blanco se convertirá en

$$\Delta y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = u_i$$

Como  $u_i$  es un término de error de ruido blanco, entonces es estacionario, lo cual significa que las primeras diferencias de una serie de tiempo de caminata aleatoria son estacionarias, una observación que ya se había notado en la prueba de no estacionariedad. Posteriormente la estimación de la ecuación de raíz unitaria. Esto es relativamente simple de acuerdo a los libros de econometría: sólo hay que tomar las primeras diferencias de  $Y_t$  y hacer la

regresión sobre  $Y_{t-1}$ , a fin de ver si el coeficiente estimado de la pendiente en esta regresión ( $= \delta$ ) es o no cero. Si es cero, concluimos que  $Y_t$  es no estacionaria; pero si es negativa, quiere decir que  $Y_t$  es estacionaria. El punto clave es saber con qué prueba averiguar si el coeficiente estimado de  $Y_{t-1}$  en la ecuación de raíz unitaria es o no cero. Se estaría tentado a utilizar la prueba  $t$  usual. Por desgracia, según la hipótesis nula de que  $\delta = 0$  (es decir,  $\rho = 1$ ), el valor  $t$  del coeficiente estimado de  $Y_{t-1}$  no sigue la distribución  $t$  ni siquiera en muestras grandes, es decir, no tiene una distribución normal asintótica. ¿Cuál es la alternativa?

Dickey y Fuller probaron que según la hipótesis nula de que  $\delta = 0$ , el valor estimado  $t$  del coeficiente  $Y_{t-1}$  en la ecuación de raíz unitaria sigue el estadístico  $\tau$  (*tau*). Estos autores calcularon los valores críticos del estadístico tau con base en simulaciones Monte Carlo. La tabla es limitada, pero MacKinnon preparó tablas más extensas, ya incorporadas en *Eviews*. En la bibliografía econométrica, el estadístico o prueba tau se conoce como prueba Dickey-Fuller (DF), en honor a sus descubridores. Resulta interesante que si rechazamos la hipótesis de que  $\delta = 0$  (es decir, la serie de tiempo es estacionaria), podemos utilizar la prueba  $t$  (*de Student*) usual. Debe considerarse que la prueba Dickey-Fuller es unidireccional porque la hipótesis alternativa es que  $\delta < 0$  (*o*  $\rho < 1$ ). El procedimiento real para aplicar la prueba DF supone diversas decisiones. Al analizar la naturaleza del proceso de raíz unitaria es evidente que un proceso de caminata aleatoria tal vez no tiene deriva, o quizá sí, o posiblemente tiene tendencia determinista y estocástica. A fin de permitir las distintas posibilidades, la prueba DF se estima en tres diferentes formas, es decir, conforme a tres hipótesis nulas:

**$Y_t$  es una caminata aleatoria sin deriva:**  $\Delta y_t = \delta Y_{t-1} + u_i$

**$Y_t$  es una caminata aleatoria con deriva:**  $\Delta y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_i$

**$Y_t$  es una caminata aleatoria con deriva alrededor de una tendencia determinista:**  
 $\Delta y_t = \beta_1 + \beta_{2t} + \delta Y_{t-1} + u_i$

donde  $t$  es la variable de tiempo o de tendencia. En cada caso, las hipótesis son: Hipótesis nula:  $H_0: \delta = 0$  (es decir, existe una raíz unitaria, la serie de tiempo es no estacionaria o tiene tendencia estocástica). Hipótesis alternativa:  $H_1: \delta < 0$  (es decir, la serie de tiempo es estacionaria, posiblemente alrededor de una tendencia determinista). Si se rechaza la hipótesis nula, significa que 1)  $y_t$  es estacionaria con media cero en el caso de la ecuación de raíz unitaria) o que 2)  $y_t$  es estacionaria con una media distinta de cero en el caso de la caminata aleatoria con deriva. En el caso de la ecuación de la caminata aleatoria con deriva determinista, se puede probar que  $\delta < 0$  (es decir, no hay tendencia estocástica) y  $\alpha = 0$  (es decir, la existencia de una tendencia determinista) simultáneamente, mediante la prueba  $F$  pero con los valores críticos tabulados por Dickey y Fuller.

Para nuestro estudio objeto y siguiendo la metodología de investigación propuesta para el análisis de la eficiencia débil en el Mercado Mexicano de Valores, las pruebas de la Raíz Unitaria en *Eviews 10* debido a que la bibliografía al respecto es bastante extensa en procedimientos Matemáticos, el siguiente capítulo se abordarán las pruebas: Dickey-Fuller Aumentada (DFA), prueba F, Pruebas de raíz Unitaria de Phillips-Perron (PP), Prueba de

cambios estructurales que son recomendadas por la bibliografía econométrica, no obstante es imprescindible mencionar los conceptos más relevantes de dichas pruebas para entender su funcionalidad dentro del Modelo de Caminata Aleatoria (MCA) sin deriva alimentado por los datos históricos de 36 años del S&PBMV IPC de la Bolsa Mexicana de Valores

### **La prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA)**

Al llevar a cabo la prueba DF en la ecuación de raíz unitaria, se supone que el término de error  $u_i$  no estaba correlacionado. Pero Dickey y Fuller desarrollaron una prueba cuando dicho término sí está correlacionado, la cual se conoce como prueba Dickey-Fuller aumentada (DFA). Esta prueba implica “aumentar” la ecuación del MCA en el S&PBMV IPC mediante la adición de los valores rezagados de la variable dependiente  $\Delta Y_t$ . La prueba DFA consiste en este caso en estimar la siguiente regresión:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m a_i \Delta Y_{t-1} \varepsilon_t$$

donde  $\varepsilon_t$  es un término de error puro de ruido blanco y donde  $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$ ,  $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$ , etc. El número de términos de diferencia rezagados se debe incluir con frecuencia que se determina de manera empírica, con la idea de incluir los términos suficientes para que el término de error no esté serialmente relacionado y sea posible obtener una estimación insesgada de  $\delta$ , el coeficiente de  $Y_{t-1}$  rezagado. *EViews 10* tiene una opción que selecciona automáticamente la longitud del rezago con base en los criterios de información de Akaike, Schwarz y otros. En la DFA se sigue probando  $\delta = 0$ , y además esta prueba sigue la misma distribución asintótica que el estadístico DF, por lo que se sirven los mismos valores críticos.

### **Prueba de la significancia de más de un coeficiente: Prueba F**

Suponga que estimamos el modelo de raíz unitaria ya abordado y probamos la hipótesis de que  $\beta_1 = \beta_2 = 0$ , es decir, el modelo es MCA sin deriva ni tendencia. Para probar esta hipótesis, estimamos (la regresión no restringida) y luego estimamos MCA con deriva y tendencia determinista, otra vez, lo que elimina el intercepto y la tendencia. Luego se utiliza la prueba F restringida, excepto que no se emplea la tabla F convencional a fin de obtener los valores críticos F. Como hicieron para el estadístico  $\tau$ , Dickey y Fuller desarrollaron valores críticos F para esta situación.

### **Prueba de cambios estructurales**

Se da en datos macroeconómicos como en este caso el S&PBMV IPC, estudia los ciclos económicos que están marcados por periodos de recesiones y expansiones, así, se tiene en cuenta que un ciclo es distinto de otro, lo que puede reflejar rupturas estructurales o cambios estructurales en la economía, esta prueba será aplicada en el estudio de los eventos ocurridos en las crisis de 1994 y la crisis *Subprime* de 2008, por otro lado, Perron sostiene que las pruebas estándar de la hipótesis de raíz unitaria pueden no ser confiables en presencia de cambios estructurales pues existen varias formas de probar los cambios estructurales y explicarlos; la más sencilla supone el uso de variables dicotómicas.



## Capítulo IV: Resultados

En este capítulo, se presentan los resultados más importantes del trabajo empírico y un breve análisis de ellos. Los resultados se obtuvieron conforme se planteó en la metodología. Para la aplicación de pruebas se utilizó el programa estadístico *E-views 10*. Tenga en cuenta que el paso 1 se ha presentado en el Capítulo anterior (Ver: 3.5 Descripción de los datos).

### PASO 2

De acuerdo con la teoría de la EMH, la prueba de eficiencia débil en el mercado de valores mexicano podría ser explicada por el RW sin deriva. El RW es el mejor ejemplo conocido de unit-root no estacionario en series de tiempo. La serie de precios es una serie no estacionaria ya que no hay un nivel fijo para el precio y, por lo tanto, no son predecibles. Por evidencias empíricas, se ha observado que las series de retorno logarítmico de un índice de mercado tienden a tener una media pequeña y positiva. Esta es la razón, por eso se utiliza el RW sin deriva. Por lo tanto, esto implica el modelo mencionado en el capítulo anterior.

Para probar si los precios de los registros siguen un RW sin deriva, se aplicarán pruebas de raíz unitaria. Como resultado, el segundo paso de estudio es probar si los datos tienen una raíz unitaria y, por lo tanto, siguen un RW sin deriva. Las pruebas de raíz unitaria más comunes son la prueba de Dickey-Fuller, la prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y la prueba de Phillips-Perron (PP).

Por lo tanto, suponemos que:

$$p_t \approx m + Pp_t + \epsilon_t$$

donde  $\epsilon_t$  denota el término de error.

Considere la hipótesis nula  $H_0: \rho = 1$  y la hipótesis alternativa  $H_a: \rho < 1$

$$DF \equiv t - ratio = \frac{\rho - 1}{std(\rho)} = \frac{\sum_t P_{t-1} \epsilon_t}{\sigma^s \sqrt{\sum_t P_{t-1}^2}}$$

Sin embargo, para series de tiempo más grandes y más complicadas como esta serie de precios, se utiliza una versión aumentada de la prueba de Dickey-Fuller (DF); La prueba aumentada de Dickey-Fuller (ADF). La estadística estática aumentada de Dickey-Fuller fue presentada por el estadístico David Alan Dickey y Wayne Arthur Fuller en 1979 y 1981.

Se utiliza un proceso AR (p) y realiza la prueba  $H_0: \phi = 0$  versus  $H_a: \phi < 0$  usando la regresión:

$$\Delta X_t = m + \beta t + \phi X_{t-1} + \sum_{p=1}^p \phi_p \Delta X_{t-p} + \epsilon_t$$

donde  $m$  es la deriva,  $\beta$  el coeficiente en una tendencia de tiempo y  $p$  el orden de retraso del autorregresivo proceso. Imponer la restricción  $\beta = 0$  corresponde a un RW con una deriva. La prueba ADF permite Proceso autorregresivo de orden superior. Como resultado, se usan

p diferencias para la estacionariedad. El retraso La longitud debe ser determinada al aplicar la prueba. El criterio de información de Akaike (AIC) y El criterio de Schwarz (SIC) se utiliza para la selección del retraso p.

Así, la prueba de raíz unitaria se define como:

$$ADF \equiv \frac{\varphi}{SE(\varphi)}$$

Cálculo del estadístico de prueba ADF y comparándolo con el valor crítico para la prueba Dickey-Fuller, se podría rechazar o no la hipótesis nula. Si la estadística de prueba es menor que el valor crítico, entonces la La hipótesis nula se rechaza en el nivel específico de confianza y no hay una raíz unitaria.

La intuición detrás de la prueba ADF es que se basa en una transformación paramétrica del modelo para eliminar la correlación serial en el término de error, introducir retrasos  $\Delta t$  como regresores en la ecuación de prueba. Por lo tanto, cuando la serie se ha integrado, el nivel retrasado de la serie  $x_{t-1}$  no contendrá información relativa para predecir el cambio en la serie  $x_t$ . En este caso, la Hipótesis nula no pudo ser rechazada.

Para probar la raíz unitaria de una serie de tiempo también se utiliza la prueba de Phillips-Perron (PP) por Peter C. B. Phillips y Pierre Perron. Esta idea detrás de la prueba es la misma idea que ADF es decir, una serie de tiempo puede tener una autocorrelación de orden superior a la que se acepta si se toma un nivel de rezago (haciendo que  $x_{t-1}$  sea endógeno) en la ecuación de prueba. Por lo tanto, la prueba de DF no será válida.

A diferencia de la prueba ADF, la prueba PP realiza una corrección no paramétrica del estadístico de prueba t para eliminar la correlación serial sin afectar la distribución asintótica. Es robusto con respecto a la autocorrelación no especificada y la heterocedasticidad. Bajo la hipótesis nula.

La prueba de PP, la serie de tiempo tiene un orden de integración 1, es decir, las estadísticas transformadas tienen DF distribuciones.

Así:

$$\Delta X_t = S\Delta X_{t-1} + e_t$$

Bajo la hipótesis nula,  $S=0$ .

#### Prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF)

Después de aplicar la prueba ADF con Akeik Information Criterion (AIC) para la elección de los retrasos en los niveles de los precios de cierre ajustados logarítmicamente del índice de acciones S&PBMV IPC, se obtienen los siguientes resultados:

Null Hypothesis: IPC\_LOG has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 23 (Automatic - based on AIC, maxlag=37)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.580747	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.430879	
5% level	-2.861658	
10% level	-2.566874	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IPC\_LOG)  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/22/19 Time: 00:07  
 Sample (adjusted): 3/07/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9279 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_LOG(-1)	-0.000358	7.82E-05	-4.580747	0.0000
D(IPC_LOG(-1))	0.019766	0.010387	1.902955	0.0571
D(IPC_LOG(-2))	-0.017987	0.010379	-1.733037	0.0831
D(IPC_LOG(-3))	-0.013346	0.010216	-1.306376	0.1915
D(IPC_LOG(-4))	-0.001064	0.010202	-0.104253	0.9170
D(IPC_LOG(-5))	-0.003567	0.010202	-0.349634	0.7266
D(IPC_LOG(-6))	-0.004844	0.010202	-0.474811	0.6349
D(IPC_LOG(-7))	-0.011638	0.010202	-1.140763	0.2540
D(IPC_LOG(-8))	-0.002806	0.010202	-0.274993	0.7833
D(IPC_LOG(-9))	-0.012155	0.010202	-1.191441	0.2335
D(IPC_LOG(-10))	0.004362	0.010203	0.427515	0.6690
D(IPC_LOG(-11))	-0.004542	0.010203	-0.445154	0.6562
D(IPC_LOG(-12))	0.006214	0.010203	0.609048	0.5425
D(IPC_LOG(-13))	0.007796	0.010203	0.764111	0.4448
D(IPC_LOG(-14))	-0.001580	0.010203	-0.154828	0.8770
D(IPC_LOG(-15))	0.004690	0.010203	0.459657	0.6458
D(IPC_LOG(-16))	0.001843	0.010203	0.180605	0.8567
D(IPC_LOG(-17))	-0.008540	0.010202	-0.837038	0.4026
D(IPC_LOG(-18))	-0.003688	0.010203	-0.361429	0.7178
D(IPC_LOG(-19))	-0.008484	0.010203	-0.831523	0.4057
D(IPC_LOG(-20))	0.027731	0.010203	2.717835	0.0066
D(IPC_LOG(-21))	0.176150	0.010207	17.25844	0.0000
D(IPC_LOG(-22))	0.043961	0.010368	4.240088	0.0000
D(IPC_LOG(-23))	0.031398	0.010376	3.026088	0.0025
C	0.003779	0.000680	5.559175	0.0000

R-squared	0.041091	Mean dependent var	0.001164
Adjusted R-squared	0.038604	S.D. dependent var	0.020694
S.E. of regression	0.020291	Akaike info criterion	-4.954609
Sum squared resid	3.810020	Schwarz criterion	-4.935384
Log likelihood	23011.91	Hannan-Quinn criter.	-4.948077
F-statistic	16.52311	Durbin-Watson stat	1.999854
Prob(F-statistic)	0.000000		

Observando cuidadosamente la tabla de resultados, observamos que los valores críticos en el nivel de confianza del 1%, 5% y 10% son menores que la estadística t de ADF. Por lo tanto, la hipótesis nula no se puede rechazar en estos niveles de confianza y, por lo tanto, el proceso tiene una raíz unitaria. El número de retrasos según el criterio de información de Akeik (AIC) para eliminarse, la autocorrelación es 23 y sus coeficientes son estadísticamente significativos.

### Prueba ADF con criterios

En la siguiente prueba se observará que en la ADF se aplican criterios SIC que como resultado indican que existe raíz unitaria de modo que la hipótesis nula no se puede rechazar en todos sus niveles de confianza puesto que el número de retrasos para la eliminación de correlación en serie y sus coeficientes tienen significancia estadística, en los siguientes resultados se contiene información detallada de la aplicación y significancia de los criterios de AIC y SIC respectivamente.

Después de aplicar la prueba ADF con el Schwarz Information Criterio (SIC) para la selección del modelo a los rezagos a los niveles de los precios de cierre ajustados logaritmicamente del S&PBMV IPC, los resultados son los siguientes:

Null Hypothesis: IPC\_LOG has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 23 (Automatic - based on SIC, maxlag=37)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.580747	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.430879	
5% level	-2.861658	
10% level	-2.566874	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IPC\_LOG)  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/22/19 Time: 00:17  
 Sample (adjusted): 3/07/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9279 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_LOG(-1)	-0.000358	7.82E-05	-4.580747	0.0000
D(IPC_LOG(-1))	0.019766	0.010387	1.902955	0.0571
D(IPC_LOG(-2))	-0.017987	0.010379	-1.733037	0.0831
D(IPC_LOG(-3))	-0.013346	0.010216	-1.306376	0.1915
D(IPC_LOG(-4))	-0.001064	0.010202	-0.104253	0.9170
D(IPC_LOG(-5))	-0.003567	0.010202	-0.349634	0.7266
D(IPC_LOG(-6))	-0.004844	0.010202	-0.474811	0.6349
D(IPC_LOG(-7))	-0.011638	0.010202	-1.140763	0.2540

D(IPC_LOG(-8))	-0.002806	0.010202	-0.274993	0.7833
D(IPC_LOG(-9))	-0.012155	0.010202	-1.191441	0.2335
D(IPC_LOG(-10))	0.004362	0.010203	0.427515	0.6690
D(IPC_LOG(-11))	-0.004542	0.010203	-0.445154	0.6562
D(IPC_LOG(-12))	0.006214	0.010203	0.609048	0.5425
D(IPC_LOG(-13))	0.007796	0.010203	0.764111	0.4448
D(IPC_LOG(-14))	-0.001580	0.010203	-0.154828	0.8770
D(IPC_LOG(-15))	0.004690	0.010203	0.459657	0.6458
D(IPC_LOG(-16))	0.001843	0.010203	0.180605	0.8567
D(IPC_LOG(-17))	-0.008540	0.010202	-0.837038	0.4026
D(IPC_LOG(-18))	-0.003688	0.010203	-0.361429	0.7178
D(IPC_LOG(-19))	-0.008484	0.010203	-0.831523	0.4057
D(IPC_LOG(-20))	0.027731	0.010203	2.717835	0.0066
D(IPC_LOG(-21))	0.176150	0.010207	17.25844	0.0000
D(IPC_LOG(-22))	0.043961	0.010368	4.240088	0.0000
D(IPC_LOG(-23))	0.031398	0.010376	3.026088	0.0025
C	0.003779	0.000680	5.559175	0.0000
R-squared	0.041091	Mean dependent var	0.001164	
Adjusted R-squared	0.038604	S.D. dependent var	0.020694	
S.E. of regression	0.020291	Akaike info criterion	-4.954609	
Sum squared resid	3.810020	Schwarz criterion	-4.935384	
Log likelihood	23011.91	Hannan-Quinn criter.	-4.948077	
F-statistic	16.52311	Durbin-Watson stat	1.999854	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Al observar los resultados, el valor estadístico t de la prueba ADF es mayor que el valor crítico en todos los niveles de confianza. Como resultado, hay una raíz unitaria ya que la hipótesis nula no se puede rechazar en todos los niveles de confianza. Utilizando el Criterio de Schwarz (SIC), el número de retrasos para la eliminación de la correlación en serie es 4 y sus coeficientes tienen significación estadística.

Los resultados de a continuación se obtuvieron aplicando la prueba ADF a las primeras diferencias de los precios de cierre ajustados logarítmicamente del S&PBMV IPC con AIC y SIC, respectivamente.

Null Hypothesis: IPC\_LOG has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 23 (Automatic - based on AIC, maxlag=37)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	<b>-4.580747</b>	<b>0.0001</b>
Test critical values: 1% level	-3.430879	
5% level	-2.861658	
10% level	-2.566874	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(IPC\_LOG)  
Method: Least Squares  
Date: 05/22/19 Time: 00:25

Sample (adjusted): 3/07/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9279 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_LOG(-1)	-0.000358	7.82E-05	-4.580747	0.0000
D(IPC_LOG(-1))	0.019766	0.010387	1.902955	0.0571
D(IPC_LOG(-2))	-0.017987	0.010379	-1.733037	0.0831
D(IPC_LOG(-3))	-0.013346	0.010216	-1.306376	0.1915
D(IPC_LOG(-4))	-0.001064	0.010202	-0.104253	0.9170
D(IPC_LOG(-5))	-0.003567	0.010202	-0.349634	0.7266
D(IPC_LOG(-6))	-0.004844	0.010202	-0.474811	0.6349
D(IPC_LOG(-7))	-0.011638	0.010202	-1.140763	0.2540
D(IPC_LOG(-8))	-0.002806	0.010202	-0.274993	0.7833
D(IPC_LOG(-9))	-0.012155	0.010202	-1.191441	0.2335
D(IPC_LOG(-10))	0.004362	0.010203	0.427515	0.6690
D(IPC_LOG(-11))	-0.004542	0.010203	-0.445154	0.6562
D(IPC_LOG(-12))	0.006214	0.010203	0.609048	0.5425
D(IPC_LOG(-13))	0.007796	0.010203	0.764111	0.4448
D(IPC_LOG(-14))	-0.001580	0.010203	-0.154828	0.8770
D(IPC_LOG(-15))	0.004690	0.010203	0.459657	0.6458
D(IPC_LOG(-16))	0.001843	0.010203	0.180605	0.8567
D(IPC_LOG(-17))	-0.008540	0.010202	-0.837038	0.4026
D(IPC_LOG(-18))	-0.003688	0.010203	-0.361429	0.7178
D(IPC_LOG(-19))	-0.008484	0.010203	-0.831523	0.4057
D(IPC_LOG(-20))	0.027731	0.010203	2.717835	0.0066
D(IPC_LOG(-21))	0.176150	0.010207	17.25844	0.0000
D(IPC_LOG(-22))	0.043961	0.010368	4.240088	0.0000
D(IPC_LOG(-23))	0.031398	0.010376	3.026088	0.0025
C	0.003779	0.000680	5.559175	0.0000
R-squared	0.041091	Mean dependent var		0.001164
Adjusted R-squared	0.038604	S.D. dependent var		0.020694
S.E. of regression	0.020291	Akaike info criterion		-4.954609
Sum squared resid	3.810020	Schwarz criterion		-4.935384
Log likelihood	23011.91	Hannan-Quinn criter.		-4.948077
F-statistic	16.52311	Durbin-Watson stat		1.999854
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: IPC\_LOG has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 23 (Automatic - based on SIC, maxlag=37)

	t-Statistic	Prob.*
<u>Augmented Dickey-Fuller test statistic</u>	<u>-4.580747</u>	<u>0.0001</u>
Test critical values:		
1% level	-3.430879	
5% level	-2.861658	
10% level	-2.566874	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IPC\_LOG)  
 Method: Least Squares

Date: 05/22/19 Time: 00:27  
Sample (adjusted): 3/07/1983 2/28/2019  
Included observations: 9279 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_LOG(-1)	-0.000358	7.82E-05	-4.580747	0.0000
D(IPC_LOG(-1))	0.019766	0.010387	1.902955	0.0571
D(IPC_LOG(-2))	-0.017987	0.010379	-1.733037	0.0831
D(IPC_LOG(-3))	-0.013346	0.010216	-1.306376	0.1915
D(IPC_LOG(-4))	-0.001064	0.010202	-0.104253	0.9170
D(IPC_LOG(-5))	-0.003567	0.010202	-0.349634	0.7266
D(IPC_LOG(-6))	-0.004844	0.010202	-0.474811	0.6349
D(IPC_LOG(-7))	-0.011638	0.010202	-1.140763	0.2540
D(IPC_LOG(-8))	-0.002806	0.010202	-0.274993	0.7833
D(IPC_LOG(-9))	-0.012155	0.010202	-1.191441	0.2335
D(IPC_LOG(-10))	0.004362	0.010203	0.427515	0.6690
D(IPC_LOG(-11))	-0.004542	0.010203	-0.445154	0.6562
D(IPC_LOG(-12))	0.006214	0.010203	0.609048	0.5425
D(IPC_LOG(-13))	0.007796	0.010203	0.764111	0.4448
D(IPC_LOG(-14))	-0.001580	0.010203	-0.154828	0.8770
D(IPC_LOG(-15))	0.004690	0.010203	0.459657	0.6458
D(IPC_LOG(-16))	0.001843	0.010203	0.180605	0.8567
D(IPC_LOG(-17))	-0.008540	0.010202	-0.837038	0.4026
D(IPC_LOG(-18))	-0.003688	0.010203	-0.361429	0.7178
D(IPC_LOG(-19))	-0.008484	0.010203	-0.831523	0.4057
D(IPC_LOG(-20))	0.027731	0.010203	2.717835	0.0066
D(IPC_LOG(-21))	0.176150	0.010207	17.25844	0.0000
D(IPC_LOG(-22))	0.043961	0.010368	4.240088	0.0000
D(IPC_LOG(-23))	0.031398	0.010376	3.026088	0.0025
C	0.003779	0.000680	5.559175	0.0000
R-squared	0.041091	Mean dependent var		0.001164
Adjusted R-squared	0.038604	S.D. dependent var		0.020694
S.E. of regression	0.020291	Akaike info criterion		-4.954609
Sum squared resid	3.810020	Schwarz criterion		-4.935384
Log likelihood	23011.91	Hannan-Quinn criter.		-4.948077
F-statistic	16.52311	Durbin-Watson stat		1.999854
Prob(F-statistic)	0.000000			

Observando estas tablas, se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, el modelo tiene una unidad de raíz y sigue una caminata aleatoria. Si la hipótesis nula no se rechazó, el modelo se integraría en el orden 2 y no sería un Paseo aleatorio.

La siguiente tabla muestra los resultados aplicando la prueba ADF y considerando que el modelo tiene una tendencia. Al observar los resultados, se puede concluir que la serie de tiempo no tiene una tendencia, ya que su coeficiente no es estadísticamente significativo (Prob >  $\alpha$ , la hipótesis nula no puede ser rechazada).

Null Hypothesis: IPC\_LOG has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 23 (Automatic - based on SIC, maxlag=37)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.001337	0.1318
Test critical values: 1% level	-3.959024	
5% level	-3.410287	
10% level	-3.126891	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(IPC\_LOG)  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/22/19 Time: 00:32  
 Sample (adjusted): 3/07/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9279 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_LOG(-1)	-0.000538	0.000179	-3.001337	0.0027
D(IPC_LOG(-1))	0.019813	0.010387	1.907544	0.0565
D(IPC_LOG(-2))	-0.017932	0.010379	-1.727831	0.0841
D(IPC_LOG(-3))	-0.013276	0.010216	-1.299526	0.1938
D(IPC_LOG(-4))	-0.001005	0.010202	-0.098513	0.9215
D(IPC_LOG(-5))	-0.003508	0.010202	-0.343847	0.7310
D(IPC_LOG(-6))	-0.004784	0.010202	-0.468956	0.6391
D(IPC_LOG(-7))	-0.011578	0.010202	-1.134950	0.2564
D(IPC_LOG(-8))	-0.002747	0.010202	-0.269271	0.7877
D(IPC_LOG(-9))	-0.012096	0.010202	-1.185658	0.2358
D(IPC_LOG(-10))	0.004420	0.010203	0.433241	0.6648
D(IPC_LOG(-11))	-0.004480	0.010203	-0.439113	0.6606
D(IPC_LOG(-12))	0.006274	0.010203	0.614911	0.5386
D(IPC_LOG(-13))	0.007857	0.010203	0.770024	0.4413
D(IPC_LOG(-14))	-0.001517	0.010203	-0.148666	0.8818
D(IPC_LOG(-15))	0.004751	0.010203	0.465615	0.6415
D(IPC_LOG(-16))	0.001904	0.010203	0.186613	0.8520
D(IPC_LOG(-17))	-0.008480	0.010202	-0.831183	0.4059
D(IPC_LOG(-18))	-0.003627	0.010203	-0.355508	0.7222
D(IPC_LOG(-19))	-0.008425	0.010203	-0.825704	0.4090
D(IPC_LOG(-20))	0.027791	0.010203	2.723693	0.0065
D(IPC_LOG(-21))	0.176213	0.010207	17.26453	0.0000
D(IPC_LOG(-22))	0.044046	0.010368	4.248260	0.0000
D(IPC_LOG(-23))	0.031492	0.010376	3.035064	0.0024
C	0.004263	0.000806	5.287497	0.0000
@TREND("2/01/1983")	2.07E-07	1.86E-07	1.116165	0.2644
R-squared	0.041220	Mean dependent var		0.001164
Adjusted R-squared	0.038630	S.D. dependent var		0.020694
S.E. of regression	0.020291	Akaike info criterion		-4.954528
Sum squared resid	3.809507	Schwarz criterion		-4.934534
Log likelihood	23012.53	Hannan-Quinn criter.		-4.947735
F-statistic	15.91244	Durbin-Watson stat		1.999858
Prob(F-statistic)	0.000000			



## Prueba Phillips Perron (PP)

En la siguiente tabla, se presentan los resultados de la prueba de PP. La prueba de PP se aplica al nivel de los precios de cierre ajustados logarítmicamente del Índice S&PBMV IPC. Se ha optado solo interceptar. Asimismo, se ha elegido el método de estimación espectral para ser Bartlett Kernel y el ancho de banda para ser Newey-West.

Null Hypothesis: IPC\_LOG has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 15 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-5.901601	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.430877	
5% level	-2.861658	
10% level	-2.566874	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.000427
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000419

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(IPC\_LOG)  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/22/19 Time: 00:45  
 Sample (adjusted): 2/02/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9302 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_LOG(-1)	-0.000447	7.63E-05	-5.855144	0.0000
C	0.004761	0.000649	7.332259	0.0000

R-squared	0.003673	Mean dependent var	0.001172
Adjusted R-squared	0.003566	S.D. dependent var	0.020692
S.E. of regression	0.020655	Akaike info criterion	-4.921473
Sum squared resid	3.967772	Schwarz criterion	-4.919938
Log likelihood	22891.77	Hannan-Quinn criter.	-4.920951
F-statistic	34.28271	Durbin-Watson stat	1.930996
Prob(F-statistic)	0.000000		

La estadística del PP es de alrededor de -5.9. El valor crítico al nivel del 1% es -3.43. Por lo tanto, el  $H_0$  no es rechazado al nivel del 1%. Como resultado, hay unidad de raíz. A un nivel del 5%, el valor crítico es -2.86. En PP la estadística es más alta que el valor crítico, por lo tanto, la serie de tiempo sigue una caminata aleatoria con un nivel de confianza del 5%. Con un 10% de probabilidad de estar equivocado, hay una unidad de raíz en nuestra muestra.

En el siguiente análisis se observará el comportamiento estadístico de la prueba PP imponiendo tendencias de interceptos en la regresión, en la que se confirma la existencia de una raíz unitaria.

### Análisis de prueba Phillips Perron (PP)

Al ejecutar la prueba de PP con las mismas opciones que arriba, pero imponiendo una tendencia e interceptación en la regresión, tomamos los siguientes resultados:

Null Hypothesis: IPC\_LOG has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Bandwidth: 15 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-3.341720	0.0597
Test critical values:		
1% level	-3.959022	
5% level	-3.410286	
10% level	-3.126890	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.000427
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000419

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(IPC\_LOG)  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/22/19 Time: 00:53  
 Sample (adjusted): 2/02/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9302 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_LOG(-1)	-0.000597	0.000180	-3.327384	0.0009
C	0.005162	0.000780	6.615401	0.0000
@TREND("2/01/1983")	1.74E-07	1.88E-07	0.927392	0.3537

R-squared	0.003765	Mean dependent var	0.001172
Adjusted R-squared	0.003551	S.D. dependent var	0.020692
S.E. of regression	0.020655	Akaike info criterion	-4.921350
Sum squared resid	3.967405	Schwarz criterion	-4.919048
Log likelihood	22892.20	Hannan-Quinn criter.	-4.920568
F-statistic	17.57112	Durbin-Watson stat	1.930883
Prob(F-statistic)	0.000000		

Sin embargo, se demuestra que la serie temporal no tiene tendencia, ya que la probabilidad de la tendencia es 0.3 menor que 0.5 (nivel de confianza) y, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula de que el coeficiente de la tendencia es cero en este nivel de confianza.

A diferencia de las tablas anteriores, se ejecuta la prueba de PP utilizando las primeras diferencias de los precios de cierre ajustados logarítmicos variables. Las otras opciones son las mismas que las anteriores (sin tendencia).

Null Hypothesis: D(IPC\_LOG) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Bandwidth: 8 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-92.82139	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.430878	
5% level	-2.861658	
10% level	-2.566874	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.000428
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000412

Phillips-Perron Test Equation  
 Dependent Variable: D(IPC\_LOG,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/22/19 Time: 00:57  
 Sample (adjusted): 2/03/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9301 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IPC_LOG(-1))	-0.962400	0.010363	-92.86936	0.0000
C	0.001128	0.000215	5.251441	0.0000

R-squared	0.481190	Mean dependent var	-1.22E-06
Adjusted R-squared	0.481134	S.D. dependent var	0.028709
S.E. of regression	0.020680	Akaike info criterion	-4.919101
Sum squared resid	3.976767	Schwarz criterion	-4.917566
Log likelihood	22878.28	Hannan-Quinn criter.	-4.918579
F-statistic	8624.717	Durbin-Watson stat	1.999170
Prob(F-statistic)	0.000000		

### PASO 3

Además de la prueba de ADF y PP, se examina la existencia del RW que ejecuta la prueba de VR. La intención de la prueba es examinar la existencia de una raíz unitaria que compara las variaciones entre intervalos de tiempo. De acuerdo con la definición de la prueba VR, si la serie de tiempo es no correlacionada la varianza de los rendimientos será proporcional a los intervalos de tiempo. Esto significa que si la varianza de la serie de retorno es  $\sigma^2$  cada  $t$  periodo y luego tomar la muestra cada  $k\Delta t$

En los periodos, la varianza sería  $k\sigma^2$ . La prueba de VR se define como:

$$VR(k, 1) = \frac{Var(r_t^k)/k}{Var(r_t)/1}$$

Supone que  $H_0: VR = 1$  contra la hipótesis alternativa  $VR \neq 1$

### Prueba VR

Se presenta la prueba VR que verifica la raíz unitaria del modelo. Aplicando esta prueba, se obtienen los siguientes resultados:

Null Hypothesis: IPC\_LOG is a martingale  
 Date: 05/22/19 Time: 01:02  
 Sample: 2/01/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9302 (after adjustments)  
 Heteroskedasticity robust standard error estimates  
 User-specified lags: 2 4 8 16

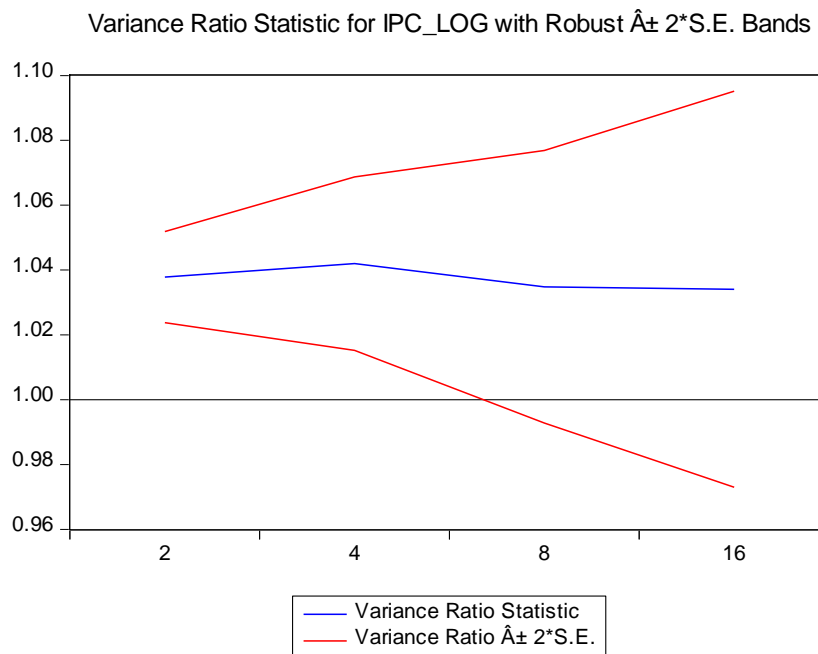
Joint Tests	Value	df	Probability
Max  z  (at period 2)*	5.381616	9302	0.0000

Individual Tests				
Period	Var. Ratio	Std. Error	z-Statistic	Probability
2	1.037802	0.007024	5.381616	0.0000
4	1.041970	0.013388	3.134984	0.0017
8	1.034815	0.021026	1.655813	0.0978
16	1.034060	0.030552	1.114813	0.2649

\*Probability approximation using studentized maximum modulus with parameter value 4 and infinite degrees of freedom

Test Details (Mean = 0.00117185247848)

Period	Variance	Var. Ratio	Obs.
1	0.00043	--	9302
2	0.00044	1.03780	9301
4	0.00045	1.04197	9299
8	0.00044	1.03481	9295
16	0.00044	1.03406	9287



Para dos períodos, el VR es más de 1 y la probabilidad es 0, indica que la hipótesis nula no se puede rechazar y los datos siguen un modelo de martingala. El RW es un ejemplo de modelo de martingala.

#### PASO 4

Una de las evidencias más fuertes en contra de la EMH es la existencia de la correlación en la serie temporal. Para examinar la autocorrelación, se realizarán pruebas de ACF y PACF. Estas pruebas darán una idea de cómo se correlaciona la serie temporal.

La función de autocorrelación (ACF) de un tiempo entre el tiempo t y s se define como:

$$\rho(s) = \frac{r(s)}{r(0)} = \frac{E[(X_{t+s} - u)]}{E(X_t - u)^2}$$

La definición de función de autocorrelación parcial (PACF) es:

$$a(k) = \text{Corr}(X_{t+k} - P(X_{t+1}, \dots, X_{t+k} - 1), X_t - P(X_{t+1}, \dots, X_{t+k} - 1))$$

Donde  $P(W|Z)$  es la mejor proyección lineal de W en Z  $P(W|Z) = \sum wz \sum_{zz}^{-1} Z$  con  $\sum_{zz} = \text{Var}(Z)$  que es la matriz de covarianza de las regresiones y  $\sum wz = \text{Cov}(W, Z)$  como matriz de covarianzas entre W y Z.

#### Pruebas de autocorrelación (ACF y PACF)

En este punto de la investigación, se realizan las pruebas de ACF y PACF para examinar la autocorrelación de la serie de tiempo del S&PBMV IPC.

Date: 05/22/19 Time: 02:08  
 Sample: 2/01/1983 2/28/2019  
 Included observations: 9303  
 Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.323	0.323	968.58	
		2	0.577	0.528	4070.9	
		3	0.239	-0.030	4602.7	
		4	0.211	-0.197	5017.8	
		5	0.120	-0.007	5152.8	
		6	-0.132	-0.277	5313.9	0.000
		7	-0.005	0.028	5314.1	0.000
		8	-0.023	0.360	5319.0	0.000
		9	-0.035	-0.020	5330.3	0.000
		10	0.016	-0.122	5332.8	0.000
		11	-0.019	0.004	5336.2	0.000
		12	0.021	-0.156	5340.2	0.000
		13	0.015	0.012	5342.4	0.000
		14	-0.001	0.233	5342.4	0.000
		15	0.000	-0.043	5342.4	0.000
		16	0.024	-0.026	5347.7	0.000
		17	0.048	0.131	5369.1	0.000
		18	0.075	-0.074	5421.0	0.000
		19	0.120	0.080	5555.1	0.000
		20	0.122	0.179	5694.2	0.000
		21	0.213	0.025	6115.6	0.000
		22	0.127	-0.086	6266.3	0.000
		23	0.154	-0.019	6487.3	0.000
		24	0.081	-0.095	6548.1	0.000
		25	0.065	0.019	6587.6	0.000
		26	0.028	0.143	6594.7	0.000
		27	-0.022	0.005	6599.1	0.000
		28	-0.008	-0.047	6599.7	0.000
		29	-0.023	-0.031	6604.6	0.000
		30	-0.014	-0.084	6606.5	0.000
		31	-0.012	0.008	6607.8	0.000
		32	-0.012	0.109	6609.1	0.000
		33	-0.005	0.005	6609.3	0.000
		34	-0.012	-0.046	6610.6	0.000
		35	-0.010	-0.025	6611.5	0.000
		36	-0.009	-0.054	6612.2	0.000

Observando las gráficas (autocorrelación), concluimos que las observaciones están altamente correlacionadas. Además, cuando aumentan los retrasos, no notamos una disminución significativa de la autocorrelación como se esperaba. Sin embargo, tiene sentido ya que la muestra consiste en los datos de cierre diario ajustado por logaritmos.

Tomando las primeras diferencias, podemos observar que la autocorrelación ha sido casi eliminada de las series de tiempo.

## PASO 5

El supuesto principal de las pruebas estadísticas es la independencia de la muestra, es decir, que la muestra es aleatoria. En este paso, se comprobará si se viola esta suposición utilizando la prueba de ejecución que examina si el orden de los valores es aleatorio. La prueba de corridas, es una estadística no paramétrica. El procedimiento y la noción detrás de esto es que clasifica cada valor de la variable como cayendo arriba o debajo de una medida de la tendencia central (media, mediana, moda). Después, se comprueba consecutiva. Observaciones de la muestra para confirmar la aleatoriedad de los datos.

Una ejecución se denomina secuencia de observaciones que se repiten y tienen el mismo valor. Una muestra con demasiadas o muy pocas carreras demuestra su no aleatoriedad. Bajo la hipótesis nula, el número *off run* es una variable aleatoria que normalmente se distribuye con la siguiente media:

$$\mu = \frac{2n_A n_B}{n}$$

y la varianza siguiente:

$$\sigma^2 = \frac{2n_A n_B - (2n_A n_B - n)}{n^2(n - 1)}$$

donde  $n$  es el número total de observaciones,  $n_A$  es el número del primer ciclo de ejecución y  $n_B$  es el Número del segundo ciclo de ejecución. El número de carreras está marcado como  $R$ . La prueba compara el número real de carreras con el número esperado de carreras  $\mu$ . Por lo tanto, la hipótesis nula es  $\mu = E$  (se ejecuta).

El resultado de  $z$  es:

$$z = \frac{R - \mu}{std(R)}$$

Por lo tanto, el supuesto principal de las pruebas estadísticas es que las realizaciones de una variable tienen que ser aleatorias. Como resultado, se decidió examinar la aleatoriedad de los precios de cierre ajustados logarítmicamente de la variable S&PBMV IPC. Para verificar esto, se aplica la Prueba de Ejecuciones. La siguiente tabla muestra el resultado de la prueba:

## Runs Test

	lpc log
Test value(a)	4.895678946438950
Cases < Test value	4651
Cases > = Test value	4652
Total cases	9303
Number of Runs	36
Z	-35.494
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a Median

Al utilizar la mediana como medida de la tendencia central, la probabilidad es menor que a (nivel de confianza) que puede ser del 1%, 5% o 10%. Por lo tanto, la hipótesis nula es rechazada. El orden de los valores no es aleatorio. Finalmente, las carreras son demasiadas.

## PASO 6

El propósito de este paso es verificar la existencia de evidencias contra la EMH. Tales evidencias se presentan analíticamente. Se examinará la existencia del efecto enero en los datos, que es el efecto de calendario más observado. La ocurrencia del efecto enero implica el aumento de los precios de los activos o las devoluciones en el mes de enero. Por lo tanto, los inversores prefieren comprar acciones antes de enero y venderlas en enero para beneficiar el aumento de los precios de los activos y las ganancias. Por lo tanto, la característica principal del efecto de enero es el cierre de los precios en valores más altos en enero que los valores en diciembre. Usando el conjunto de datos, se verificará si existe este cambio. Sin embargo, como se refiere la existencia de estas evidencias no significa necesariamente la ineficiencia del mercado.

### Análisis de anomalías (crisis financieras en México)

Al probar las anomalías del mercado en la Bolsa Mexicana de Valores utilizando el S&PBMV IPC, obtenemos las siguientes reflexiones y gráficas:



## Crisis de 1994

De acuerdo a las gráficas siguientes que corresponden a la crisis del 94 conocida como el error de diciembre, tenemos que el IPC muestra un ajuste considerable pero que como se trata de las empresas más ganadoras del mercado en poco tiempo se recuperó y tuvo ganancias en poco menos de 12 meses, la crisis de 1994, con 279 observaciones correspondiente tentativamente a 11 meses del 15/06/1994 al 10/07/1995.

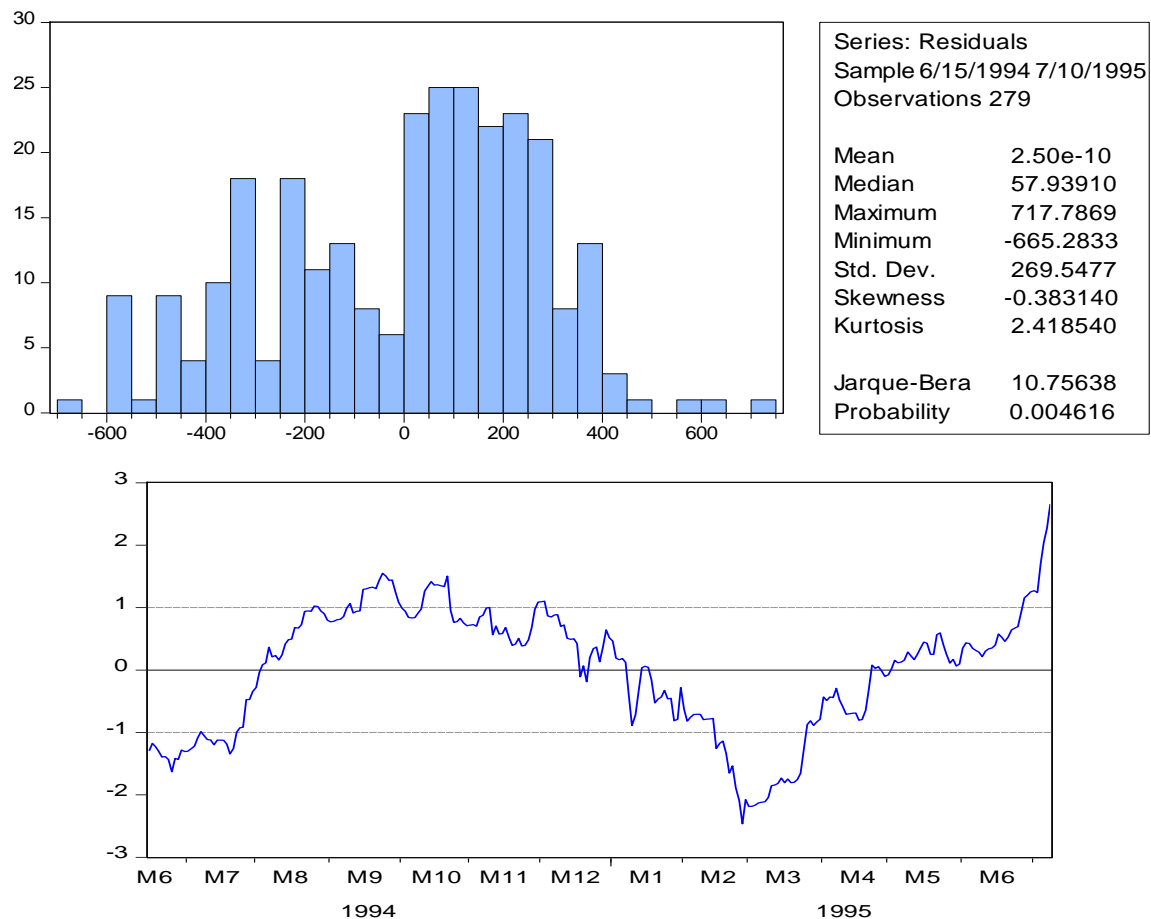


Ilustración 8: IPC crisis de 1994

Se detecta una correlación serial para el primer dato de la serie de datos, ya que el valor del coeficiente de autocorrelación parcial es de 0.0584 (aproximadamente) y significativo a los niveles de confianza de 95% y 99%. En tanto que, a partir del segundo valor de la serie para esta prueba, los coeficientes de autocorrelación (positivos y negativos) son muy cercanos a cero. Como se ha comentado, es un efecto informacional a niveles de precios que mostró una pronta recuperación, en este apartado de la historia se trata del aseguramiento de capital por parte de los inversionistas o “toma de utilidades” antes que el mercado descuenta los eventos ocurridos.

### Crisis Subprime (2008)

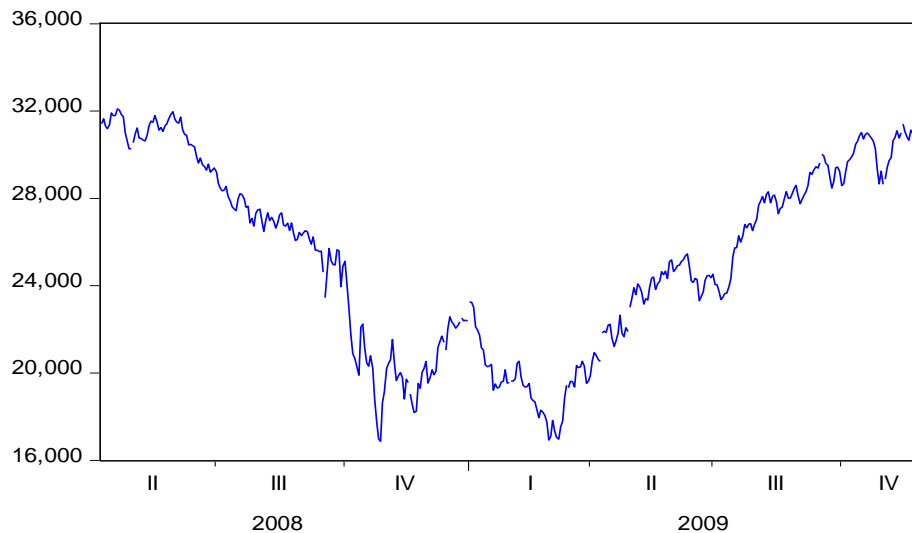
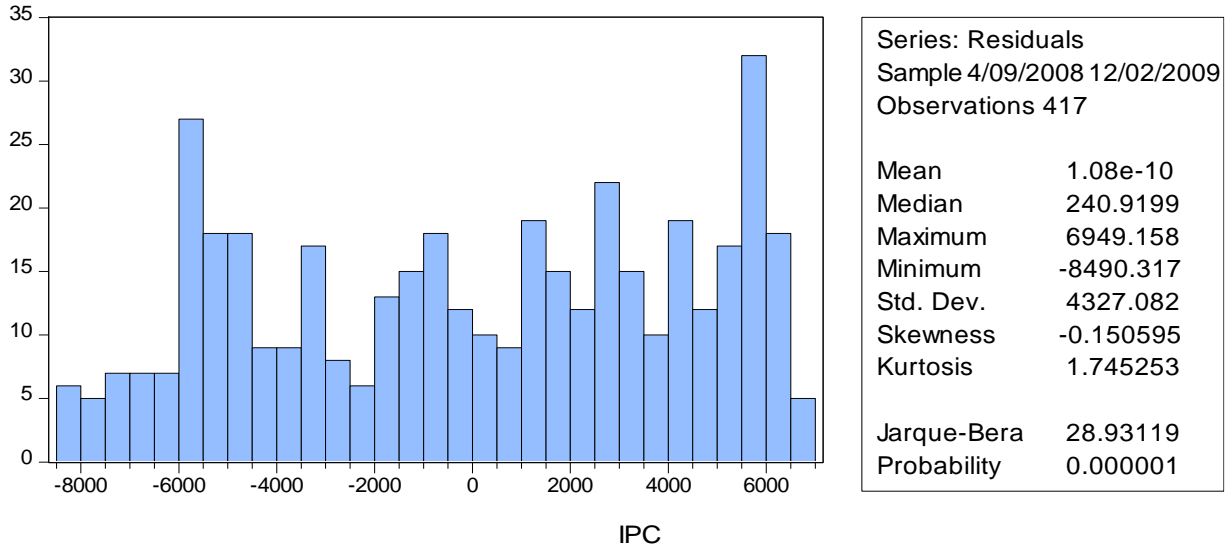


Ilustración 9: IPC crisis de 2008

Las gráficas anteriores muestran el comportamiento del S&PBMV IPC durante la crisis del *subprime*, como se puede observar; no obstante, se trata del año 2008 en donde el IPC se encontraba en niveles más altos, puesto que se encontraba en niveles de 31,900 puntos para el 09/04/2008 y el 26/01/2009 registra su nivel más bajo ajustando cerca del 50% a 16,900 puntos, recuperándose el 2 de diciembre de ese mismo año. Este tipo de anomalías en serie de tiempo que según estudiosos en física, teoría de cuerdas y teoría de juegos apuntan a que por lo menos cada cuatro años se tienen crisis financieras o por lo menos a ajustes del mercado considerables, tal vez aplazando los efectos de la crisis de las *.COM*, y posteriormente un ajuste espectacular de las bolsas mundiales para finales de 2018, todo ello asociado a la guerra comercial sostenida por China y Estados Unidos desde mediados de ese mismo año.

Por lo anterior es indispensable analizar detalladamente la violación al supuesto de independencia entre términos de error, porque esta situación provoca que el estimador

obtenido<sup>15</sup> aunque insesgado y consistente, no sea eficiente; es decir, su varianza no es la mínima y, por tanto, para efectos de pronóstico su confiabilidad es pobre (segunda mención que los rendimientos son improbables de estimar y/o pronosticar, basada en modelos matemáticos). Por lo anterior, además de no contar ya con un estimador eficiente, la existencia de autocorrelación o correlación serial entre los términos de error, invalida las pruebas estadísticas aplicadas para evaluar el modelo estimado. En cuanto a la relación entre los términos de error sucesivos destaca el hecho que los valores del estadístico  $d$  de Durbin-Watson obtenidos en las regresiones con mínimos cuadrados ordinarios MCO. Indica que aparentemente no existe correlación entre términos de error, puesto que los valores para el caso 1 (S&PBMV IPC 36 años) son muy cercanos a 0.002 (0.001192 sin intercepto). Sin embargo, dado que no es admisible la prueba  $d$  que fue diseñada especialmente para diagnosticar la autocorrelación en estos casos mediante la fórmula:

$$h = \rho \sqrt{\frac{n}{1 - n[\text{var}(\beta_2)]}}$$

donde:

$h$  Estadístico de Durbin

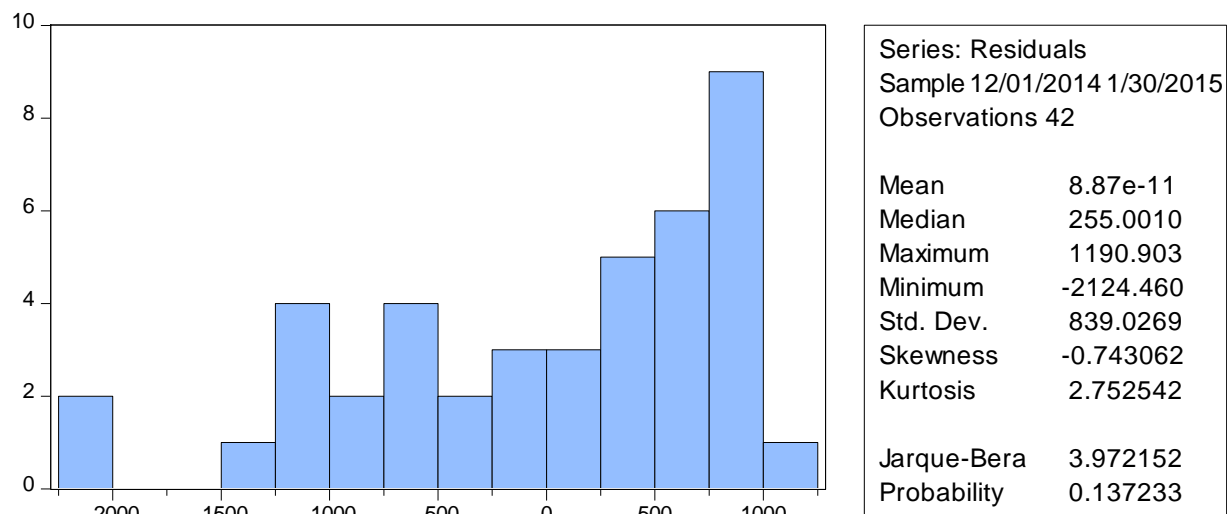
$\rho$  Estimación de la correlación serial de primer orden

$\text{var}(\beta_2)$  Varianza del coeficiente del dato histórico  $R_{t-1}$

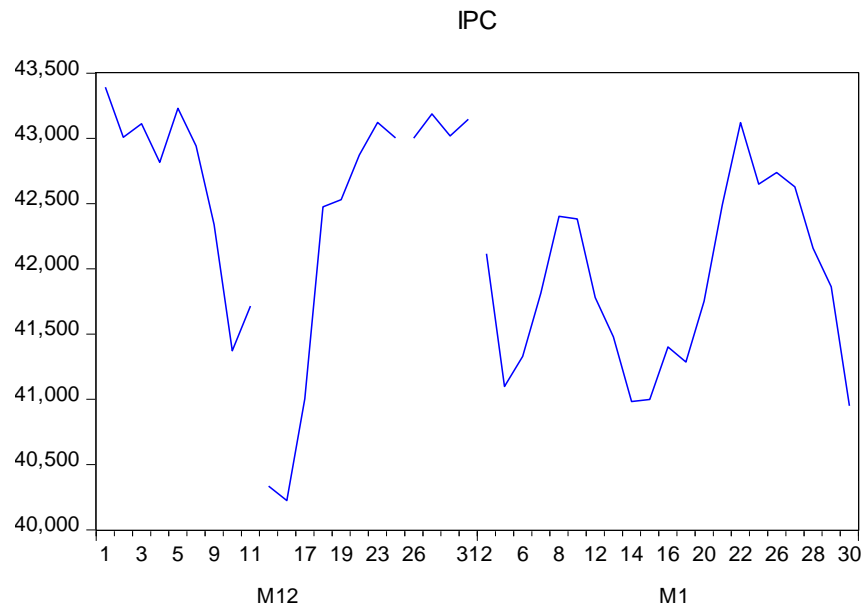
$N$  Tamaño de la muestra

## Análisis de anomalías (efecto enero)

### Efecto de enero 2014-2015



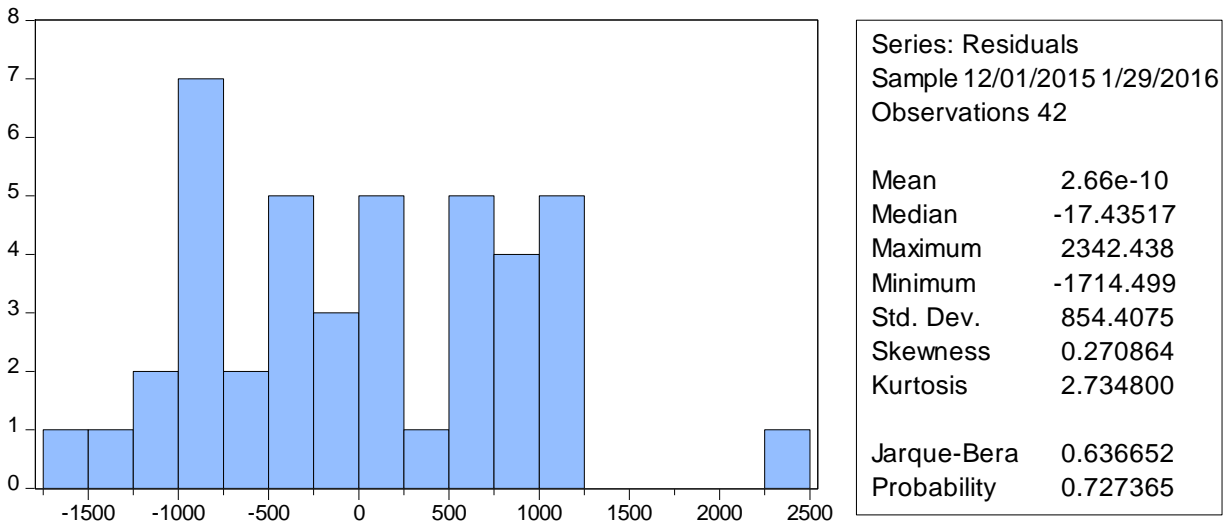
<sup>15</sup> El programa estadístico lo calcula mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios.

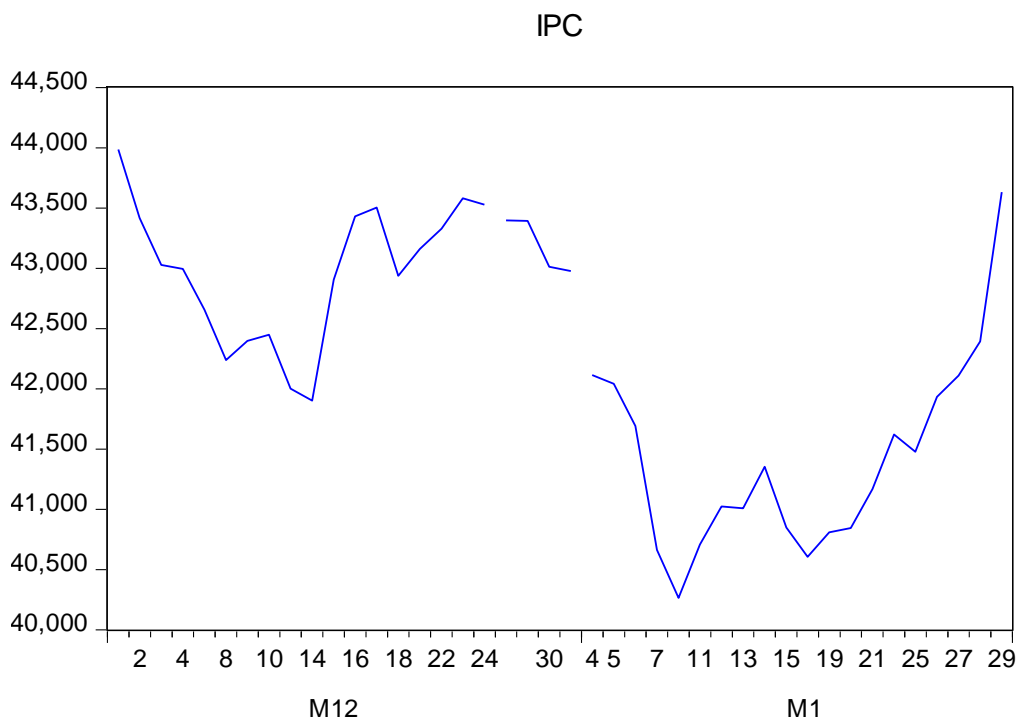


**Ilustración 10: Efecto de enero 2014-2015**

Para los gráficos anteriores se observa que el descuento más marcado se tiene en la primera quincena de diciembre, tal vez anticipando la entrada en vigor de la reforma fiscal de 2014, tomando en cuenta los sesgos de los cierres y apertura de mercado (cortes de la línea).

**Efecto de enero 2015-2016**

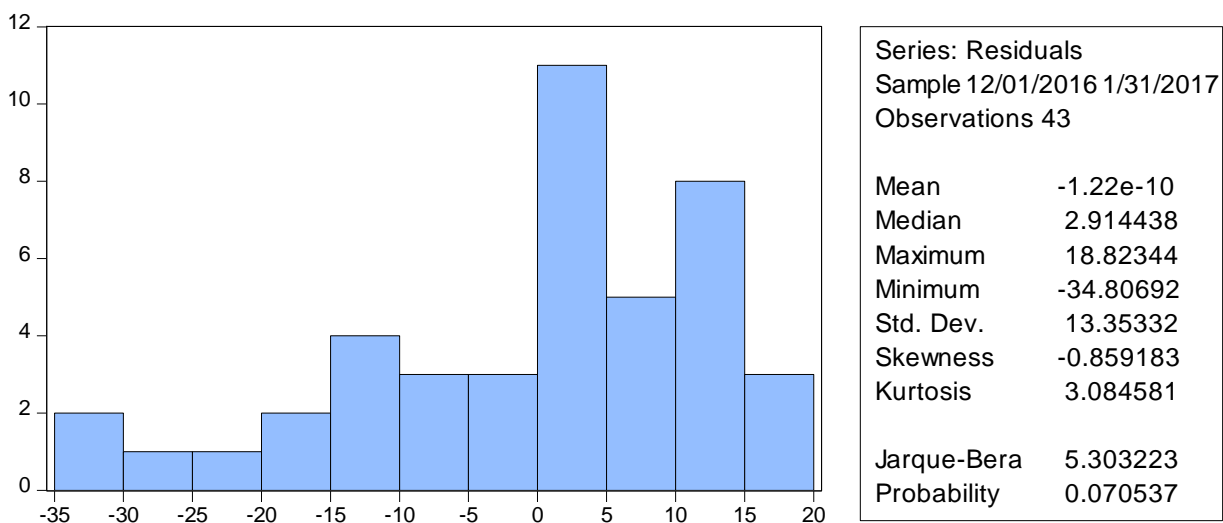




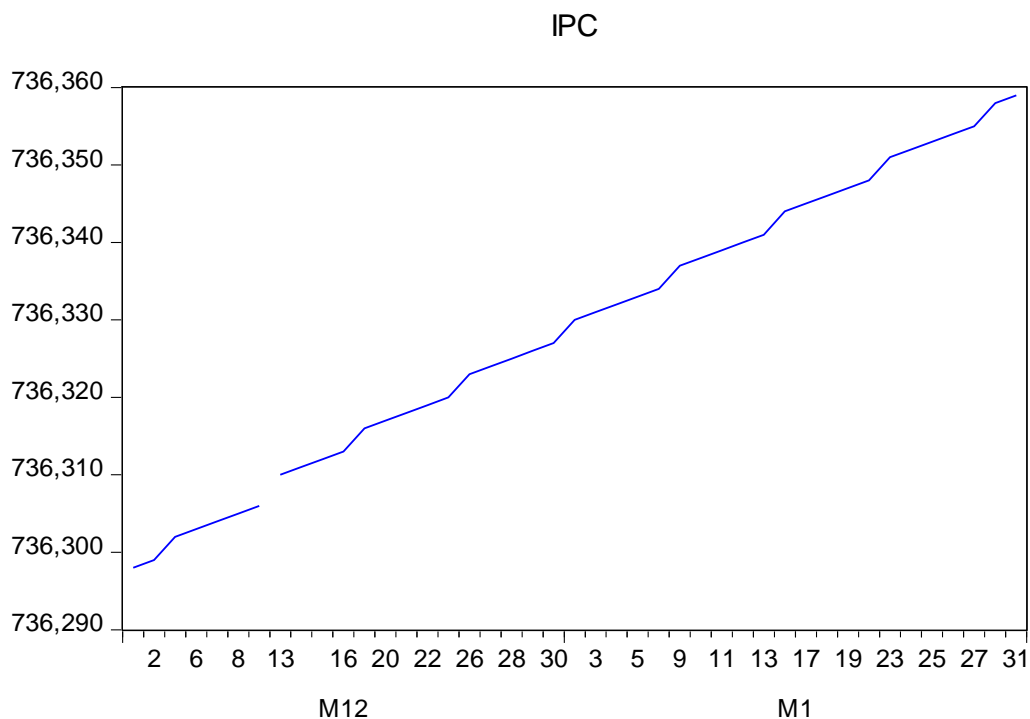
**Ilustración 11: Efecto de enero 2015-2016**

De acuerdo con la intuición del Efecto de enero, los precios de registro serían más bajos al inicio de enero que los precios de registro a finales de diciembre. El año 2015-2016 no se observa algo como esto.

### Efecto de enero 2016-2017

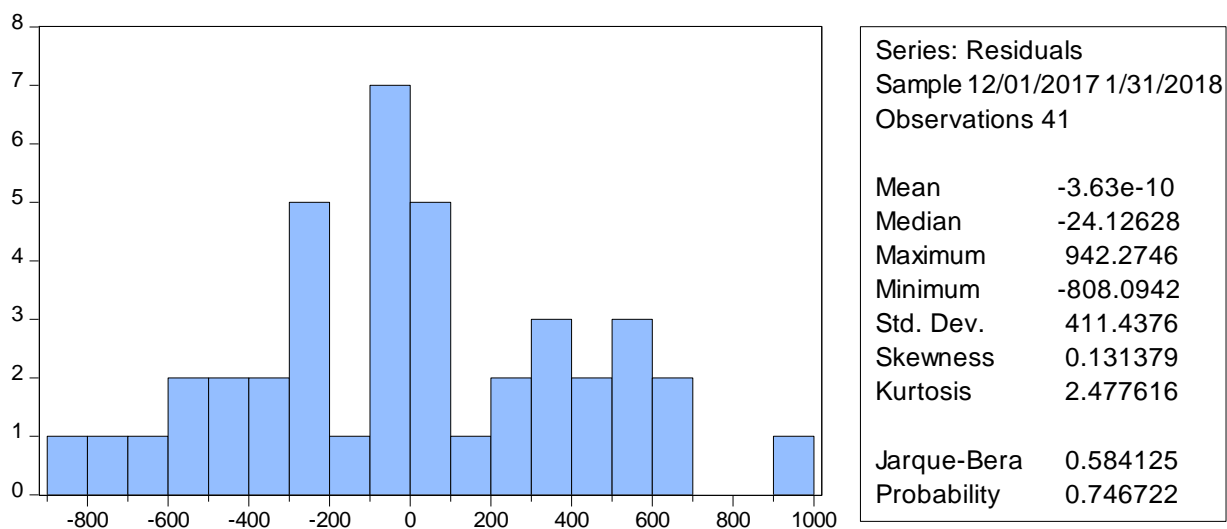


**Ilustración 12: efecto enero 2016-2017**



En la prueba del efecto de enero 2016-2017 se encuentra cierta “normalidad” en el mercado, tal vez se deba a factores del mercado interno, los mayores motivantes a tal anomalía, los efectos de “las reformas estructurales” que dotaban al mercado mexicano de atracción de Inversión Extranjera Directa (IED), puesto que algunas de esas reformas contemplaban la reforma energética, educativa y fiscal.

### Efecto enero 2017-2018



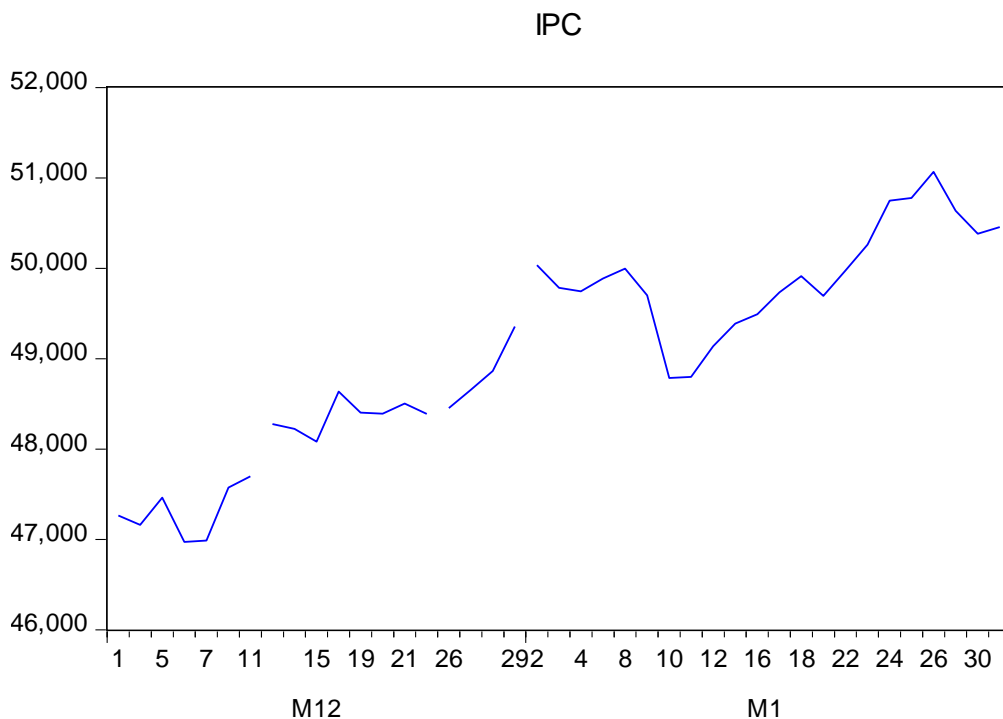
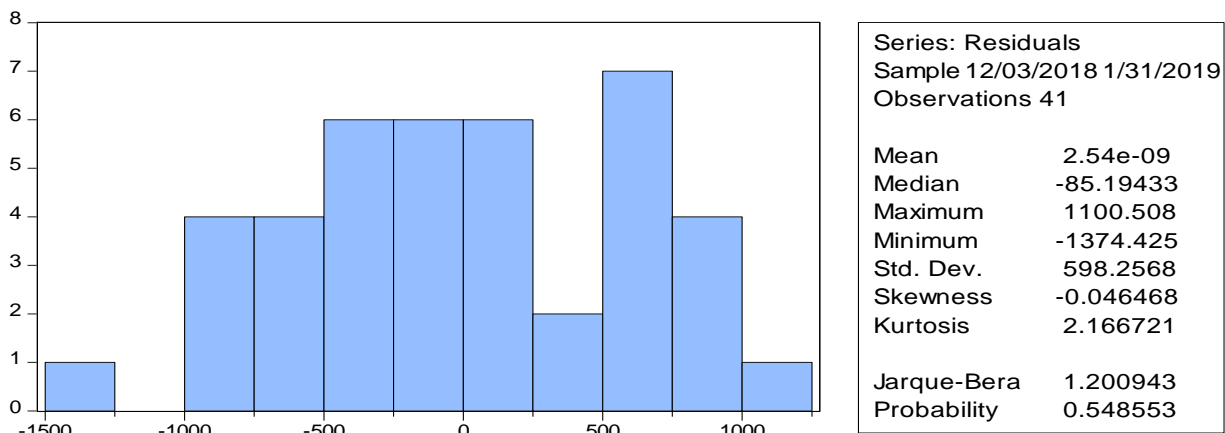


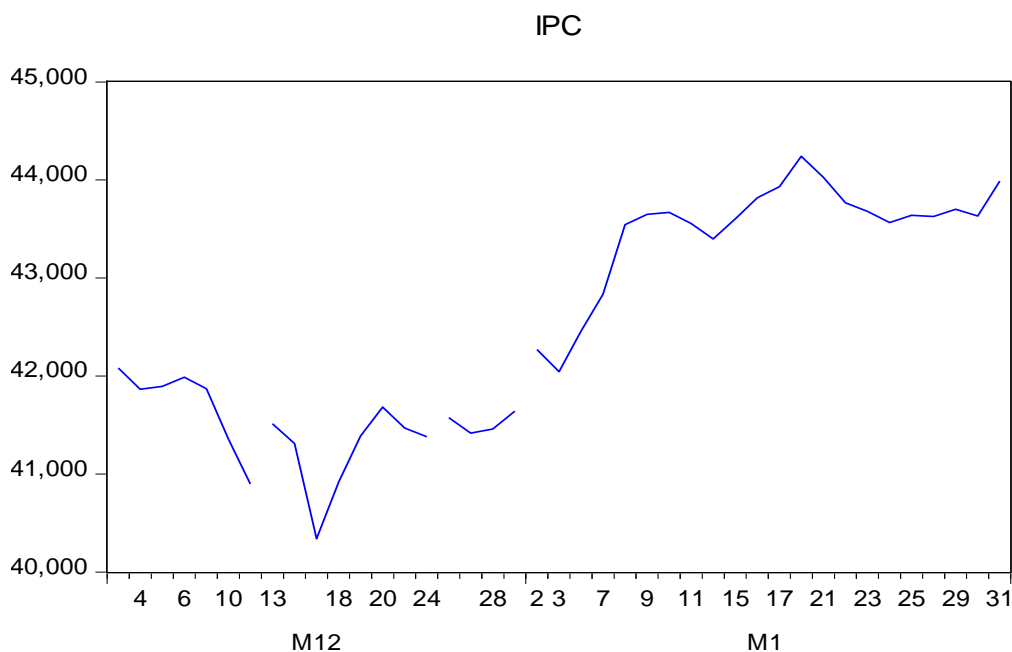
Ilustración 13: Efecto de enero 2017-2018

En las gráficas anteriores referentes al fin de año de 2017, es muy notorio que el 6 de diciembre los mercados descontaron el fin de año y que después de esta fecha la recuperación fue inmediata teniendo para el mes de enero una tendencia alcista.

### Efecto de enero 2018-2019

Secuencialmente, haremos un repaso breve en el comportamiento del IPC en el llamado “Efecto de enero”, puesto que se trata de un comportamiento usual en los mercados ante la toma de utilidades -sobre todo- atiende a la estrategia fiscal ante las pérdidas y aprovecharse en ese sentido ya que algunas de las emisoras del mercado de valores pagan derechos corporativos ya que el cierre fiscal en diciembre apunta a la toma de utilidades, por ende, el mercado en los últimos días del año se ve descontado y en el mes siguiente surge la recuperación continua y sostenida del mercado.





**Ilustración 14: Efecto de enero 2018-2019**

Para la prueba final de la anomalía llamada “Efecto enero”, se tiene un ajuste importante en la segunda quincena de diciembre, este es el último evento en que la Bolsa Mexicana de Valores experimenta una toma de utilidades masiva, puesto que el día 12 de diciembre alcanza su punto más bajo (40,341 unidades), cabe destacar lo que se comentó al presentar los datos, venía de un ajuste histórico importante de alrededor de las 39,800 unidades, pero en este caso para ilustrar la presencia del efecto enero.

Por otro lado es preciso comentar que el ajuste que experimentó el S&PBMV IPC se debió a asuntos internos con el cambio de administración asumida por Andrés Manuel López Obrador, puesto que el mercado reaccionó ante las propuestas de iniciativas de ley que atentaban contra la forma de obtención de recursos de los bancos que operan en territorio nacional y demás cuestiones de política que sugiere la actual administración, si bien, es cierto que el efecto de la guerra comercial entre Estados Unidos y China afecta al mercado Mexicano por el efecto de correlación, pero en este caso citado la correlación baja de 0.05, lo que muestra que el mercado se mueve por su propia información y que demuestra la existencia de una eficiencia en su forma débil.



## Conclusiones

### Conclusiones generales

De acuerdo con la Hipótesis de mercado eficiente (EMH), conocida popularmente como la Teoría del paseo aleatorio (RW) se evaluó la eficiencia del mercado de valores en México, puesto que, en condiciones de equilibrio, los precios de los activos reflejan completamente toda la información disponible del mercado sobre el valor de las empresas o su riesgo de inversión. Esta información se refiere al precio precios o niveles pasados, al valor actual de las variables fundamentales de la economía mexicana o a la información interna sobre la política de dividendos.

Como resultado, no hay manera de obtener ganancias en exceso o hacer inversiones arbitrarias. Para la medición de la eficiencia del mercado de valores en México se tomó en cuenta que la unidad de medida del mercado es el S&PBMV IPC, y utilizando el modelo de Random walking se buscó determinar mediante una prueba débil la eficiencia del mercado de valores. En vista de algunos argumentos descritos con anterioridad, esta investigación abordó el tema de la eficiencia del mercado con un mayor control de las variables del estudio y el empleo de herramientas en la búsqueda de una serie de debilidades en los estudios previos en esta área. La volatilidad es un área que requiere investigación adicional en este trabajo para evidencia empírica y concluir si los modelos teóricos que pueden explicar el alcance de las fluctuaciones del día a día en el rendimiento de las acciones para ello se utilizaron los modelos GARCH. Cabe mencionar que (Taylor, Asset price dynamics, volatility and prediction, 2005) y (Koopman, 2005) destacan la creciente popularidad de los modelos de volatilidad en el campo de las finanzas. (Basu, 2012) han declarado que, debido al alto nivel de incertidumbre, la educación, la experiencia y la experiencia utilizada por profesionales para analizar los mercados de valores con el fin de asesorar a los inversionistas no está dando los resultados deseados.

La conclusión se basa en las pruebas realizadas en el periodo de referencia, puesto que no se puede afirmar que los rendimientos del S&PBMV IPC de la Bolsa Mexicana de Valores sigan una caminata aleatoria. Sin embargo, se ha encontrado que el rendimiento diario del IPC tiene poco poder para pronosticar el rendimiento o el comportamiento del día siguiente (probabilidad de 50% que suba y 50% que baje). El debate en torno a la gestión activa o pasiva y su punto de encuentro en la hipótesis de mercado eficiente en México han sido, es y seguirá siendo un debate intenso entre los investigadores y los asesores de inversiones en México. Por este motivo, con ayuda de herramientas econométricas se ha estudiado la eficiencia del mercado de valores en México. Las evidencias encontradas favor de la eficiencia del S&PBMV IPC son muy sólidas. No obstante, en alguna prueba como la de Breusch-Godfrey a intervalo diario hemos rechazado la hipótesis nula de no autocorrelación. Podría pensarse que ello rechaza la hipótesis de eficiencia del mercado en la medida en que el comportamiento pasado de la propia serie permite predecir el futuro. Sin embargo, la capacidad predictiva de estos modelos tuvo poca significancia estadística como estrategia de inversión.

Además, los costos asociados a la negociación bursátil harían inutilizable estos posibles patrones de predicción que pueden darse por efectos de volatilidad, momentum u otras varias pequeñas ineficiencias. De tal manera que, si las perturbaciones aleatorias siguen un proceso GARCH, el contraste de Breusch-Godfrey resulta distorsionado en la medida en que no se verifican las hipótesis en las que el contraste se fundamenta. De hecho, cuando empleamos modelos GARCH que corrigen los efectos de la volatilidad que pueden causar algún patrón, los niveles de significación de las variables con retardos son inexistentes. En otras palabras, las series de precio son independientes y no se pueden utilizar para predecir el futuro.

El análisis anterior se puede resumir de la siguiente manera. En términos generales, la teoría de los mercados eficientes se ocupa de si los precios en algún momento "reflejan plenamente" la información disponible. La teoría solo tiene contenido empírico, sin embargo, dentro del contexto de un modelo más específico de equilibrio del mercado, es decir, un modelo que especifica la naturaleza del equilibrio del mercado cuando los precios "reflejan plenamente" la información disponible. Se ha visto que toda la literatura empírica disponible se basa implícita o explícitamente en el supuesto de que las condiciones de equilibrio del mercado que se pueden establecer en términos de retornos esperados. Este supuesto es la base del rendimiento esperado o los modelos de mercados eficientes del "juego limpio". Las pruebas en forma débil del modelo de mercado eficiente son las más voluminosas, y parece justo decir que los resultados son un gran apoyo. Aunque se ha encontrado evidencia estadísticamente significativa de la dependencia en cambios de precios o rendimientos sucesivos, parte de esto es consistente con el modelo de "juego justo" y el resto no parece ser suficiente para declarar el mercado ineficiente. De hecho, al menos para cambios de precios o rendimientos que cubren un día o más, no hay mucha evidencia en contra de la descendencia más ambiciosa del modelo de la caminata aleatoria.

#### *Criticas a la Raíz Unitaria*

Como se comentó con anterioridad en el Caítulo III, existe una crítica muy generalizada y abordada por (Gujarati & Porter, 2009) referente a las pruebas de la Raíz Unitaria. La pregunta es: ¿por qué hay tantas pruebas de raíz unitaria? La respuesta radica en su tamaño y potencia. Por tamaño de la prueba nos referimos al nivel de significancia (es decir, la probabilidad de cometer un error tipo I), y por potencia de una prueba a la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa. Calculamos la potencia de una prueba al restar la probabilidad de un error tipo II de 1; el error tipo II es la probabilidad de aceptar una hipótesis nula falsa. El máximo poder es 1. Casi todas las pruebas de raíz unitaria se basan en la hipótesis nula de que la serie de tiempo que se analiza tiene una raíz unitaria; o sea, es no estacionaria. La hipótesis alterna es que la serie de tiempo es estacionaria.

Para el tamaño de la prueba se dimenciona la distinción entre los niveles de significancia nominales y verdaderos. La prueba DF es sensible a la forma en que se lleva a cabo. Recuerde que (Gujarati & Porter, 2009) analiza tres variedades de pruebas DF: 1) una caminata puramente aleatoria, 2) una caminata aleatoria con deriva y 3) una caminata

aleatoria con deriva y tendencia. El tamaño de la distorsión también puede deberse a la exclusión de componentes de promedios móviles (PM) del modelo.

Lo referente a la potencia de la prueba, (Gujarati & Porter, 2009) sostiene que la mayoría de las pruebas del tipo DF tienen poco poder; es decir, tienden a aceptar la nulidad de la raíz unitaria con más frecuencia de la garantizada. En otras palabras, estas pruebas pueden encontrar una raíz unitaria aunque no exista. Hay varias razones para esto. En primer lugar, la potencia depende del lapso de los datos más que del solo tamaño de la muestra. Para una muestra dada de tamaño  $n$ , la potencia es mayor cuando el lapso es grande. En consecuencia, la(s) prueba(s) basada(s) en 30 observaciones sobre un lapso de 30 años quizá tengan más potencia que una basada por ejemplo en 100 observaciones durante un lapso de 100 días. En segundo lugar, si  $\rho \approx 1$  pero no es exactamente 1, la prueba de raíz unitaria puede diagnosticar la serie de tiempo como no estacionaria. En tercer lugar, estos tipos de prueba suponen una raíz unitaria; es decir, suponen que la serie de tiempo dada es  $I(1)$ . Pero si una serie de tiempo es integrada de orden mayor que 1, por ejemplo,  $I(2)$ , habrá más de una raíz unitaria. De ser así, se puede utilizar la prueba Dickey-Pantula. En cuarto lugar, si hay rupturas estructurales en una serie de tiempo al aplicar las pruebas de raíz unitaria se deben tener en cuenta sus limitaciones. Desde luego, Perron y Ng, Elliot, Rothenberg y Stock, Fuller y Leybounre modificaron esas pruebas.

Tomando en cuenta todo lo anterior, Maddala y Kim afirman que las pruebas tradicionales DF, DFA y PP deben descartarse. Quizá eso llegue a suceder conforme los paquetes de software de econometría incorporen nuevas pruebas. Pero se debe tener en consideración que hasta la fecha no existe una prueba uniformemente poderosa de la hipótesis de la raíz unitaria.

### **Conclusiones específicas**

El objetivo de la tesis es probar la forma débil eficiencia de Fama en el S&PBMV IPC de la Bolsa Mexicana de Valores. Siguiendo con precisión los pasos que se describieron en la metodología y obteniendo los resultados, fue posible llegar a algunas conclusiones sobre si los resultados eran o no, los que se esperaban.

En primer lugar, se examinó la existencia de una raíz unitaria en la muestra, ya que es una prueba de que el tiempo no es estacionario. Aplicando la prueba ADF y PP en los niveles de los regresores y comparando las estadísticas  $t$  con los valores críticos correspondientes, la serie de tiempo tiene una raíz unitaria. Debido a la no estacionariedad, es imposible hacer una inferencia y, por lo tanto, se tomaron las primeras diferencias de las series de tiempo y se volvieron a tomar en el proceso de las primeras diferencias. El resultado mostró que el modelo transformado no tiene una raíz unitaria y, por lo tanto, es estacionario. De esta manera, la serie de tiempo se integra en el orden 1 y, por tanto, sigue una caminata aleatoria. Aplicando la prueba de VR en el segundo paso, se llegó a la misma conclusión de que, es decir, la serie de tiempo es una caminata aleatoria porque la prueba de VR para dos períodos es más de 1. Por lo tanto, al ejecutar estas pruebas, se terminó con la secuencia

estocástica que sigue una caminata aleatoria, y así, la forma débil de la hipótesis de mercado eficiente se mantiene.

En el siguiente paso, utilizando ACF y PACF, se probó la correlación de los datos. Desde el correlograma, aplicado en los niveles de los datos, la serie está altamente correlacionada y las correlaciones no se eliminan por el aumento de retrasos. Aunque, tomando las primeras diferencias de la serie y siguiendo el mismo proceso, se observó que la correlación cae en el tiempo, es decir, cuando aumenta el número de retrasos (cotizaciones). Como resultado, los datos se correlacionan como se tenía contemplado, porque la muestra consta de observaciones diarias, pero no de manera firme.

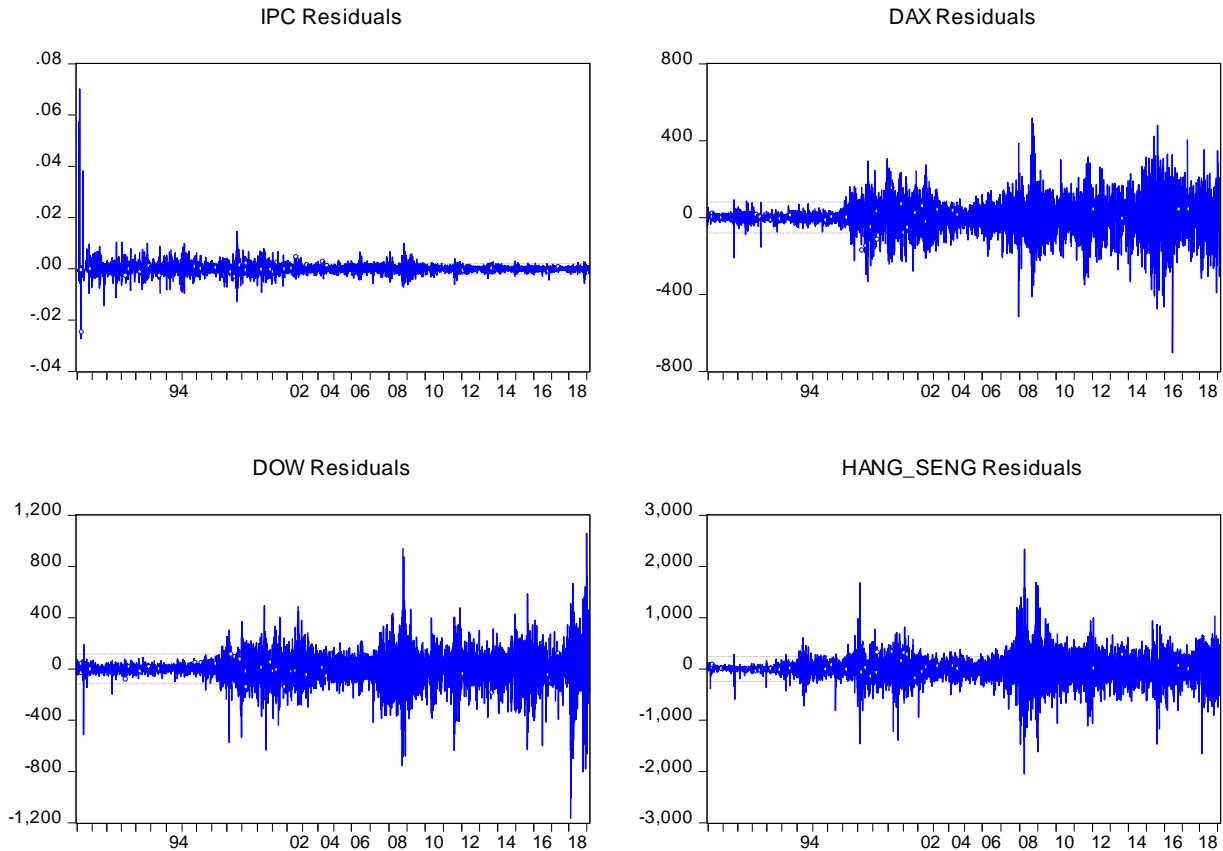
Así que, lo interesante era comprobar si el efecto de enero se produce en la Bolsa Mexicana de Valores. Al representar los precios logarítmicos por un período de 60 días entre inicios de diciembre y finales de enero de cada año, se observó que los precios aumentan a principios de enero. Esta es una evidencia de la existencia del efecto enero. Sin embargo, no es un indicio suficiente de ineficiencia del mercado porque no se tiene información adecuada sobre los beneficios de los inversionistas en estos períodos para terminar con algo tan fuerte como este.

Para resumir, de acuerdo con los resultados de las pruebas empíricas y combinándolas con la teoría de la hipótesis de mercado eficiente, quiero citar mi conclusión final, que el mercado de valores en México es un mercado de eficiencia débil, con algunas evidencias de anomalías del mercado a corto plazo.

En resumen, la evidencia en apoyo del modelo de mercados eficientes es extensa, y (de alguna manera singular en economía) la evidencia contradictoria es escasa. Sin embargo, ciertamente no queremos dejar la impresión de que todos los problemas están cerrados. La vieja sierra, "queda mucho por hacer", es relevante aquí como en cualquier otro lugar. De hecho, como suele ser el caso en una investigación científica exitosa, ahora que sabemos que hemos estado en el pasado, podemos plantear y (con suerte) responder a un conjunto de preguntas aún más interesantes para el futuro. En este caso, el campo más apremiante del esfuerzo futuro es el desarrollo y prueba de modelos de equilibrio de mercado bajo incertidumbre. Cuando se comprenda mejor el proceso que genera los retornos esperados de equilibrio (y suponiendo que algún modelo de retornos esperados resulte relevante), tendremos un marco más sustancial para pruebas de seguridad de mercado más sofisticadas.

## Hallazgos de la investigación

La conclusión más completa que se puede ofrecer al lector del presente trabajo de investigación es que; tomando en cuenta las siguientes graficas tenemos una serie de respuestas a preguntas planteadas con anterioridad.



Las graficas anteriores muestran un comparativo entre la Bolsa Mexicana de Valores y distintas bolsas mundiales (Alemania, China y Estados Unidos), y muestra datos realmente impresionantes, a nivel descriptivo. Tenemos que las bolsas mundiales representan una mayor variabilidad de rendimientos que la Bolsa Mexicana de Valores, y vaya que esto es muy interesante, en nuestros estudios econométricos se observó la ratificación de la forma de eficiencia débil propuesta por Eugene Fama en 1960, mientras que las bolsas mundiales tienen un mayor gap el S&PBMV IPC muestra cierta normalidad y esto hace llegar a las siguientes conclusiones del hallazgo.

El mercado mexicano de valores se encuentra en un adecuado centro de eficiencia débil; puesto que cualquier tipo de información ya sea interna o externa se transfiere eficientemente a las cotizaciones de sus valores negociados, de esta manera, tenemos que el mercado es eficiente al transferir toda información disponible al precio de los activos.

Por otro lado, el mercado mexicano es más eficiente que cualesquiera de los mercados comparados, esto se basa en que en México no se pueden obtener ganancias extraordinarias o por encima del mercado debido a la normalidad o regularidad en la obtención de rendimientos en relación a mercados desarrollados como es el caso del NYSE de Estados

Unidos o la Bolsa de Frankfurt, es curioso porque China es considerada erróneamente como una economía emergente, debería ser ya considerada como una economía desarrollada, y bien, los rendimientos que se obtienen incluso en este mercado en vías de desarrollo tiene cierta variabilidad y no caen en un estado de estabilidad o normalidad de mercado. Por lo anterior, a título personal concluyo que el Mercado Mexicano de Valores es eficiente (por lo observado en los gráficos) y en relación a otras Bolsas de Valores, incluso es más eficiente que cualquiera de las Bolsas observadas, pero eso, conlleva a contestar preguntas planteadas al final del tema (*Ver: 3.6 Modelo estimado*) -¿Dónde invertir? y ¿En dónde puedo obtener mejores rendimientos?-.

Las cuestiones planteadas con anterioridad son respondidas justamente por la representación gráfica citada. Tomando en cuenta las gráficas de residual de rendimientos de las series históricas de las cuatro bolsas en mención, podemos responder la primera pregunta de manera sencilla, se puede invertir en los activos de las bolsas que satisfagan nuestras necesidades de liquidez y grado de apetito al riesgo, si lo que se necesita es tener inversiones prácticamente sin riesgo México es una opción, en cambio, si lo que se busca es tener inversiones con alto grado de riesgo y por ende, de rendimientos, cualquiera de estas opciones puede ser la mejor en la que México debe ser la menos probable. Conllevando la siguiente cuestión que es muy parecida en respuesta por la primera, así que, los mejores rendimientos se pueden obtener en las bolsas que presentan mayor variabilidad de rendimientos, atendiendo un alto grado de riesgo y a sesgos irracionales en dichas variaciones, ahora que si bien sé es moderado, México ofrece inversiones seguras, pero con rendimientos que apenas rebasan a la inflación. Finalmente, todo atiene al perfil de inversión de quien invierta, así, desde la Bolsa Mexicana de Valores se tiene el Sistema Internacional de Cotizaciones en el que se pueden negociar acciones de las empresas más grandes de cada región, país o sector, e incluso, las más grandes en tamaño de valor de mercado a nivel mundial.

Por todo lo anterior, un especial reconocimiento a las autoridades financieras de México por adoptar de manera oportuna y ordenada las recomendaciones del FSB y los mandatos de Basilea, pues gracias a ello, México cuenta con mercado de valores eficiente que ofrece beneficios a sus inversionistas, mayor confianza a la sociedad, e indudablemente es muestra y ejemplo de un Sistema Financiero robusto que puede hacer frente a eventualidades que provengan de otras partes del mundo.

## Bibliografía

- Akman, M. K. (2010). Testing the weak form market efficiency on Instabul Stock Exchange. En M. K. Akman, *Testing the weak form market efficiency on Instabul Stock Exchange* (págs. 39-49). Trakia Journal of Sciences, Vol.8, No 3.
- Alexeev, V. y. (2011). Testing weak form efficiency on the Toronto Stock Exchange. *Journal of Empirical Finance*, 661-691 .
- Andreou, E., Pittis, N., & Spanos, A. (2001). *On modelling speculative prices: The empirical literature*. Journal of Economic Surveys.
- Arthur, W. B., Holland, J. H., LeBaron, B., Palmer, R., & Tayler, P. (1997). *Asset pricing under endogenous expectations in an artificial stock market*, in W. B. Arthur, S. N. Durlauf and D. A. Lane (eds.). Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity.
- Azofra, V. (2005). *Acerca de una nota crítica sobre la investigación actual en finanzas*. España: Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa. Nº 24.
- Azuleta, V. (1995). Globalización. *Globalización*. Ciudad Universitaria: Facultad de Economía.
- Bachelier, L. (1900). *Theory of Speculation*. Princeton University.
- Ball, R. (1978). *Anomalies in relationships between securities yields and yield-surrogates*. Journal of Financial Economics.
- Ball, R. (1989). What do we know about stock market "efficiency"?. En B. Guimaraes, Kingsman, & T. S.J., *A Reappraisal of the Efficiency of Financial Markets* (págs. 25-55). Berlin: Springer-Verlag.
- Ball, R., & Brown, P. (1968). *An empirical evaluation of accounting income numbers*. Journal of Accounting Research.
- Balsara, N. C. (2007). The Chinese stock market: An examination of the random walk model and technical trading rules. *Quarterly Journal of Business & Economics*, 43-63 .
- Banz, R. W. (1981). *The relationship between return and market value of common stocks*. Journal of Financial Economics.
- Barriol, A. (1908). *Theorieet Pratique des Operations Financieres*. Paris: O. Doin.
- Basu, S. y. (2012). *Uncertainty shocks in a model of effective demand*.
- BCE. (09 de Noviembre de 2017). *Banco Central Europeo*. Obtenido de Banco Central Europeo: <http://www.bce.com/>
- Beja, A. (1977). The limits of price information in market processes. *Research Program in Finance*. Berkeley: University of California.
- Bekaert, G., & Hodrick, R. (1992). *Characterizing predictable components in excess returns on equity and foreign exchange markets*. The Journal of Finance .
- Bendesky, L. (22 de Octubre de 1993). La Globalización. *El Financiero*, pág. 10.
- Bennett, S. G. (2000). *En busca del valor*. Grupo Planeta .

- Berger, J. M., & Mandelbrot, B. (1963). *A new model for error clustering in telephone circuits*. IBM Journal of Research and Development.
- Bernanke, B., & Gertler, M. (1995). Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission. *Journal of Economic Perspectives*, 27-48.
- Bernstein, P. (1999). *A new look at the efficient market hypothesis*. The Journal of Portfolio Management.
- Bettman, J. S. (2009). Fundamental and technical analysis: substitutes or complements? *Accounting & Finance*, 21-36 .
- Black, F. a. (1973). The Pricing of Option Contracts and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy* .
- Black, F. a. (1973). The Pricing of Option Contracts and Corporate Liabilities . *Journal of Political Economy* .
- Blakey, P. (2006). *The efficient market approximation*. IEEE Microwave Magazine .
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, págs. 307-327.
- Bollerslev, T. a. (1999). "Financial Market Efficiency Tests", *Handbook of Applied Econometrics, Vol. I: Macroeconomics*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Bolsa Mexicana de Valores. (15 de 09 de 2014). *BMV*. Recuperado el 15 de 09 de 2014, de Bolsa Mexicana de Valores: <http://bmv.com.mx>
- Bolsa Mexicana de Valores. (19 de Diciembre de 2018). *Índice de Precios y Cotizaciones (IPC)*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2014, de Bolsa Mexicana de Valores: <http://www.bmv.com/ipc-nota-metodologica>
- Borges, M. (2010). Efficient market hypothesis in European stock markets. *The European Journal of Finance*, 711-726 .
- Brock, W. A. (1991). *Brock, W. A., D. A. Hsieh aNonlinear Dynamics, Chaos, and Instability: Statistical Theory and Economic Evidence*. The MIT Press.
- Brock, W. e. (1996). A test for independence based on the correlation dimension. *Econometric reviews*, 15(3), pp. 197-235 .
- Cámara de Diputados. (09 de Noviembre de 2017). *Cámara de Diputados*. Obtenido de Cámara de Diputados: [http://www.camaradediputados.org.mx/leyes\\_federales/](http://www.camaradediputados.org.mx/leyes_federales/)
- Cámara de Diputados. (09 de Noviembre de 2017). *Cámara de Diputados*. Obtenido de Cámara de Diputados: <http://www.camaradediputados.com/leyes-federales/LGTAC>
- Cámara de Diputados. (2019). *Ley del Mercado de Valores*. Ciudad de México.
- Cardano, G. (1564). *Liber de Ludo Aleae*. New York: Princeton University Press.
- Cecchetti, S., Genberg, H., Lipsky, J., & Wadhvani, S. (2000). Asset Prices and Central Bank Policy. *The Geneva Report on the World Economy*.



- Chen, S. B. (2001). Testing for Non-Linear Structure in an Artificial Financial Market. *Journal of Economic Behavior and Organization*, págs. 327-342.
- Chopra, N., Lakonishok, J., & Ritter, J. (1992). *Measuring abnormal performance: Do stocks overreact?* Journal of Financial Economics.
- Circular Unica de Practicas de Venta. (07 de Noviembre de 2017). CNBV. Obtenido de CNBV: <http://www.gob.mx/cnbv/normatividad>
- Clare, A. a. (1995). The Overreaction Hypothesis and the UK Stock Market. *Journal of Business Finance and Accounting*, 961-973.
- Conrad, J., & Kaul, G. (1988). *Time-variation in expected returns*. Estados Unidos: The Journal of Business .
- Cootner, P. (1964). *The random character of stock market prices*.
- Copeland, W. a. (s.f.). Financial Theory and Corporate Policy. En W. a. Copeland, *Financial Theory and Corporate Policy* (págs. 353-409). Peason, 4th Edition.
- Correa, E. (1998). *Crisis y Desregulación Financiera*. México: Siglo XXI.
- Cowles, J. A., & Jones, H. (1937). *Some a posteriori probabilities in stock market action*. Econometrica.
- Cowles, J. A., & Jones, H. E. (1937). *Some a posteriori probabilities in stock market action*. Econometrica.
- Cowles, A. (1944). *Stock market forecasting*. Econometrica.
- Cowles, A., & Jones, H. E. (1937). *Some a posteriori probabilities in stock market action*. Econometrica.
- Damodaran, A. (16 de Enero de 2019). *Market Efficiency: Definitions and Tests*. Obtenido de Market Efficiency: Definitions and Tests: [www.e-m-h.org/Damo.pdf](http://www.e-m-h.org/Damo.pdf)
- Darell, A. a. (2010). Insider Trading: A Test of Market Efficiency. *Proceedings of The American Society of Business and Behavioral Sciences*, 174-181.
- DeBondt, W., & Thaler, R. (1985). *Does the stock market over react?* The Journal of Finance.
- Denis, D., & McConnell, J. (2003). *International Corporate Governance*. Finance Working Paper.
- Dibblee, G. B. (1912). *The Laws of Supply and Demand*. London: Constable.
- Dimson, E. (1979). *Risk measurement when shares are subject to infrequent trading*. Estados Unidos: Journal of Financial Economics.
- Dow, J., & Gorton, G. (1997). *Stock market efficiency and economic efficiency: Is there a connection?* The Journal of Finance .
- Emery, D., & Finnerty, J. (2000). *Administración Financiera Corporativa*. Ciudad de México: Prentice Hall.

- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 987-1008.
- Eun, C., & Shim, S. (1989). *International transmission of stock market movements*. Estados Unidos: The Journal of Financial and Quantitative Analysis.
- Fama, E. (1965). *Random Walks in Stock Market Prices*.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, págs. 383-417.
- Fama, E. (1991). Efficient Capital Market II. *Journal of Finance*, Vol. 46, Issue 5.
- Fama, E. F. (1976). *Foundations of Finance: Portfolio Decisions and Securities Prices*. New York: Basic Books.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1988). *Permanent and temporary components of stock prices*. Estados Unidos: Journal of Political Economy.
- Fama, E. (No 2, 1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, Vol. 25, 383-417.
- Fama, E. (No. 1, 1964). The Behavior of Stock-Market Prices. *Journal of Business*. Vol. 38, 34-105.
- Fama, E., & Blume, M. (1966). *Filter Rules and Stock Market Trading Profits*. Journal of Business.
- Fama, E., Black, F., Jensen, & Roll. (1969). The adjustment of stock prices to new information. *International economic review*, 1-21.
- FED. (09 de Noviembre de 2017). *Reserva Federal*. Obtenido de Reserva Federal: <http://www.federalreserve.gov>
- FED. (17 de Noviembre de 2018). *Federal Reserve*. Obtenido de Federal Reserve: <https://www.federalreserve.gov/>
- Fernández, P. (1999). *Valuación de empresas*. Gestion 2000 : España.
- Ferson, W. H. (2005). Weak-form and semi-strong form stock return predictability revisited. *Management Science*, 51(10), pp. 1582-1592.
- Fisher, I. (1930). *Inversiones*. Prentice Hall.
- FMI. (06/11/17 de Noviembre de 2017). *Fondo Monetario Internacional*. Obtenido de Fondo Monetario Internacional: [http://www.imf.org/PERSPECTIVAS\\_DE\\_LA\\_ECONOMÍA\\_MUNDIAL](http://www.imf.org/PERSPECTIVAS_DE_LA_ECONOMÍA_MUNDIAL)
- French, K. R., & Roll, R. (1986). *Stock return variances: The arrival of information and the reaction of traders*. Estados Unidos: Journal of Financial Economics .
- Friedman, M. (1953). *The Case for Flexible Exchange Rates*. Chicago: Essays in positive economics, University of Chicago Press.
- Gibson, G. (1889). *The Stock Markets of London, Paris and New York*. New York: G.P. Putnam's Sons.

- Godfrey, M., Granger, C., & Morgenstern, O. (1964). *The random walk hypothesis of stock market behavior*. Kyklos.
- Goodhart, C. (2010). The Changing Role of Central Banks. *Financial Markets Group*.
- Gordon, M. J. (1959). *Dividends, Earnings and Stock Prices*. Toronto: Review of Economics and Statistics.
- Graham, B. y. (1934). *Security analysis*.
- Granger, C. W. (1963). Spectral Analysis of New York Stock Market Prices. *Kyklos*, 1-27.
- Granger, C., & Morgenstern, O. (1963). *Spectral analysis of New York stock market prices*. The MIT Press.
- Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). *On the impossibility of informationally efficient markets*. The American Economic Review.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Econometría*. Ciudad de México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- Guttman, R. y. (2008). *Consumer Debt at the center of Finance-Led Capitalism*. París: CEPN Universidad de París.
- Hamada, R. (1972). *The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks*. Estados Unidos: The Journal of Finance, Vol. 27.
- Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. New Jersey: Princeton University Press.
- Hansen, P. L. (1982). *Generalized Instrumental Variables Estimation of Nonlinear Rational Expectations Models*. *Econometrica*.
- Harry, V. R. (1959). *Stock market "patterns" and financial analysis: Methodological suggestions*. The Journal of Finance.
- Hatemi-J, A. y. (2009). An empirical analysis of the informational efficiency of Australian equity markets. *Journal of Economic Studies*, 437-445 .
- Hicks, J. R. (1934). *A Reconsideration of the Theory of Value*. UK: University Oxford.
- Hong, Y. a. (2003). Inference on Predictability of Foreign Exchange Rates via Generalized Spectrum and Nonlinear Time Series Models. *Review of Economics and Statistics*, 1048-1062.
- Hsieh, D. A. (1991). Chaos and Nonlinear Dynamics: Application to Financial Markets. *Journal of Finance* , págs. 1839-1877.
- Huang, R. D., & Stoll, H. R. (1994). *Market microstructure and stock return predictions*. The Review of Financial Studies.
- J. Clarke, T. J. (18 de Octubre de 2018). *The Efficient Market Hypothesis*. Obtenido de The Efficient Market Hypothesis: <http://m.e-m-h.org/CIJM.pdf>
- J.Y. Campell, A. L. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. New Jersey: Princeton University Press.

- Jackson, M. O. (1991). *Equilibrium, price formation, and the value of private information*. The Review of Financial Studies.
- Jegadeesh, N. (1990). *Evidence of predictable behavior of security returns*. Estados Unidos: The Journal of Finance.
- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). *Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency*. The Journal of Finance .
- Jensen, M. (1967). Random walks: reality or myth-comment. *Financial Analysts Journal*, November-December.
- Jiménez, S. (2012). *Inestabilidad y Crisis Financiera. La nueva estructura financiera y los intermediarios no bancarios en México*. Ciudad Universitaria: UNAM.
- K. Lam, M. C. (12 de Septiembre de 2018). *National University of Singapore*. Obtenido de National University of Singapore: <http://www.fas.nus.edu.sg/ecs/pub/wp/wp0514.pdf>
- K.A. Al-Abdulqader, G. H. (2007). A Test of the Weak-form of the Efficient Markets Hypothesis for the Saudi Stock Market. *Journal of Emerging Market Finance*.
- Kaldor, N. (1939). *Speculation and Economic Stability* . The Review of Economic Studies.
- Kendall, M. (1953). *The analysis of economic time-series—Part I*. Journal of the Royal Statistical Society.
- Kendall, M. y. (1953). A.B., 1953. The analysis of economic time-series part i: Prices. En M. y. Kendall, *Journal of the Royal Statistical Society*. (págs. 11-34). Series A (General), 116(1).
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. UK: Palgrave Macmillan.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan.
- Kim, M. J., Nelson, C. R., & Startz, R. (1991). *Mean reversion in stock prices? A reappraisal of the empirical evidence*. The Review of Economic Studies .
- Koopman, S. J. (2005). Forecasting daily variability of the S&P 100 stock index using historical, realised and implied volatility measurements. *Journal of Empirical Finance*, 445-475 .
- Ksanthakis, S. B. (2006). Capital and Money Markets. En S. B. Ksanthakis, *Capital and Money Markets* (págs. Ch6, Ch7, 177-224 ). Stamoulis.
- La Porta, R., Lopez de Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1998). *Law and Finance*. US: Journal of Political Economy .
- Laffont, J., & Maskin, E. S. (1990). *The efficient market hypothesis and insider trading on the stock market*. Estados Unidos: Journal of Political Economy .
- Lakonishok, J., Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1994). *Contrarian investment, extrapolation, and risk*. The Journal of Finance .
- Langevin, P. (1908). *Sur la th´eorie du mouvement brownien*. Paris: Comptes Rendus de l'Acad´emie des Sciences de Paris.

- Laopodis, N. (2004). Financial market liberalization and stock market efficiency: Evidence from the Athens Stock Exchange. *Global Finance Journal*, 15 (2), pp. 103-123 .
- Lee, S. C. (26 de Junio de 2018). *Weak Form Market Efficiency Hypothesis Testing –A Price Asymmetry Viewpoint*. Obtenido de Chang Jung Christian University : <http://www.jgbm.org/page/32%20Sheng-shyr%20Cheng.pdf>
- Lehmann, B. (1990). Fads, Martingales, and Market Efficiency. *The Quarterly Journal of Economics* (págs. 1-28). Lehmann, B. (1990). Fads, Martingales, and Market Efficiency. *The Quarterly Journal of Economics* 105 (1): 1-28.
- Lehmann, B. (1990). *Fads, martingales, and market efficiency*. Estados Unidos: The Quarterly Journal of Economics.
- Leland, H. E. (1994). *Corporate Debt Value, Bond Covenants, and Optimal Capital* . Estados Unidos: The journal of the American Finance Association.
- LeRoy, S. F. (1973). *Risk aversion and the martingale property of stock prices*. *International Economic Review* .
- LeRoy, S. F. (1989). *Efficient capital markets and martingales*. Estados Unidos: *Journal of Economic Literature* .
- LeRoy, S. F., & Porter, R. D. (1982). *The present-value relation: Tests based on implied variance bounds*. Estados Unidos: *Econometrica*.
- Lim, K. B. (2008). Nonlinear serial dependence and the weak-form efficiency of Asian emerging stock markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 18(5), pp. 527-544 .
- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Invesmients in Stock Portfolios and Capital Budgets . *Review of Economics and Statistics*.
- Lo, A. a. (2002). *A Non-Random Walk Down Wall Street*. New York: Princeton University Press & Oxford University Press.
- Lo, A. W. (1991). *Long-term memory in stock market prices*. *Econometrica*.
- Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1988). *Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test*. Estados Unidos: *The Review of Financial Studies* .
- Lorie, J. H., & Hamilton, M. T. (1973). *The Stock Market: Theories and Evidence*. Homewood, IL: Irwin.
- Lux, T. a. (2000). Volatility Clustering in Financial Markets: A Micro-Simulation of Interacting Agents. *Journal of Theoretical and Applied Finance*, págs. 675-702.
- M. Beechey, D. G. (2000). *The Efficient Market Hypothesis, A survey*. Reserve Bank of Australia: Economic Research Department.
- M. Latif, S. A. (2011). "Market Efficiency, Market Anomalies, Causes, Evidences and Some Behavioral Aspects of Market Anomalies. *Research Journal of Finance and Accounting*, Vol 2, No 9/10.

- Malkiel, B. (1973). *A Random Walk Down Wall Street*. Estados Unidos: W. W. Norton & Company, Inc.
- Mandelbrot, B. (1963). The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business*, págs. 394-419.
- Mandelbrot, B. (1971). When Can Price be Arbitraged Efficiently? A limit to the validity of the Random Walk and Martingale Models. (1971). *When Can Price be Arbitraged Efficiently? A* / *The Review of Economics and Statistics*, 225-236.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*.
- Marschak, J. (1938). *Money and the Theory of Assets*. Econometrica.
- Marseguerra, G. (1998). *Dividend Policy and Stock Price Volatility*. Physica-Verlag HD.
- Marsh, P. (1979). Equity rights issues and the efficiency of the UK stock market. *Journal of Finance*, 34(4), pp. 839-862 .
- Marsh, T. A., & Merton, R. C. (1986). *Dividend variability and variance bounds tests for the rationality of stock market prices*. Estados Unidos: The American Economic Review .
- Marshall, A. (1890). *Principios de economía*. Universidad de Oxford.
- McCauley, J. L., Bassler, K. E., & Gunaratne, G. H. (1925). *Martingales, detrending data, and the efficient market hypothesis*. Physica A 387.
- Mckenzie, M. A. (1968). *Market Efficiency Agricultural Futures Markets*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de Market Efficiency Agricultural Futures Markets.: <http://www.uark.edu/depts/agriecon/>
- Merton, R. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science* .
- Metcalf, G. E., & Malkiel, B. G. (1994). *The Wall Street Journal contests: The experts, the darts, and the efficient market hypothesis*. Applied Financial Economics .
- Milgrom, P., & Stokey, N. (1982). *Information, trade and common knowledge*. Estados Unidos: Journal of Economic Theory .
- Mills, F. C. (1927). *The Behavior of Prices*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Mitchell, W. C. (1915). *The making and using of index numbers*. Bulletin of the US Bureau of Labor Statistics .
- Modigliani, F. a. (1958). The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investments . *The American Economic Review* .
- Modigliani, F. a. (1961). Dividend Policy, Growth and the Valuation of Shares. *Journal of Business*.
- Modigliani, F., & Miller, M. (1961). *Modigliani-Miller Theory*. Chicago II: The Graduate School Of Bussines of University of Chicago.
- Moore, A. B. (1962). *A Statistical Analysis of Common Stock Prices*. Chicago: Graduate School of Business, University of Chicago.

- Moore, A. B. (1964). Some Characteristics of Changes in Common Stock Prices . En A. B. Moore, *The random character of Stock Market Prices* (págs. 139-161). Cambridge.
- Mullainathan, S., & Thaler, R. H. (2000). *Behavioral economics*. National Bureau of Economic Research.
- Muñoz, L. (2017). *Riesgos Financieros*. Ciudad de México: Bolsa Mexicana de Valores.
- Mussavian, E. a. (2000). *Market Efficiency*. Spellbound Publications.
- Mussavian, E. D. (1998). A brief history of market efficiency. En E. D. Mussavian, *A brief history of market efficiency* (págs. 91-193). European Financial Management, Vol. 4.
- Muth, J. F. (1961). *Rational expectations and the theory of price movements*. Econometrica.
- Myers, S. (1987). *El trabajo sobre la teoría y la estrategia*. EEUU: Morgan Stanley.
- Nitzche, K. C. (s.f.). Quantitive Financial Economics. En K. C. Nitzche, *Quantitive Financial Economics 2nd edition* (págs. 53-72 ). John Wiley and Sons, Ltd.
- Nychka, D. S. (1992). Finding Chaos in Noisy Systems. *Journal of the Royal Statistical Society* , págs. 399-426.
- OCDE. (25 de Noviembre de 2008). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos*. Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: <http://www.ocde.org>
- Olivier, M. (1926). Les Nombres Indices de la Variation des Prix. Paris: University of Paris.
- Oponga, K. G. (1999). OThe Behaviour of Some UK Equity Indices: An Application of Hurst and BDS tests. *Journal of Empirical Finance* , págs. 267-282.
- Osborne, M. F. (1959). *Brownian motion in the stock market*. Operations Research .
- Osborne, M. F., & Murphy, J. E. (1984). *Financial analogs of physical Brownian motion, as illustrated by earnings*. Estados Unidos: The Financial Review .
- Pearson, K. (1905). *The problem of the random walk*.
- Petralias, E. T. (2009). Investments. En E. T. Petralias, *Investments* (págs. Ch7, pp. 255-295 ). Opa.
- Pichardo, C. a. (2009). The Lehman Brothers Bankruptcy: a Test of Market Efficiency. *Allied Academies International Conference*, (págs. 43-48).
- Pincus, S. (1991). Approximate Entropy as a Measure of System Complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2297-2301.
- Poterba, J. M., & Summers, L. H. (1988). *Mean reversion in stock prices: Evidence and implications*. Estados Unidos: Journal of Financial Economics.
- Radner, R. (1968). *Competitive Equilibrium under Uncertainty*. Estados Unidos: Econometrica.
- Rahman, N. M. (2010). Efficient Market Hypothesis and Market Anomaly: Evidence from Day-of-the Week Effect of Malaysian Exchange. *International Journal of Economics and Finance*, Vol 2, No2.

- Ramírez, L. (20 de Septiembre de 2017). La crisis de las Subprime 2007. (E. Montiel, Entrevistador)
- Rappaport, A. (1986). *Corporate Strategy in relation to creating shareholder value*. Ciudad de México: Pearson.
- Regnault, J. (1863). *Calcul des Chances et Philosophie de la Bourse*. Paris: Mallet-Bachelier et Castel.
- Richardson, M. (1993). *Temporary components of stock prices: A skeptic's view*. Journal of Business & Economic Statistics.
- Ritter. (1988). *The Buying and Selling Behavior of Individual Investors at the Turn of the Year*. Estados Unidos: The journal of finance.
- Roberts, H. (1959). Stock-market "patterns" and financial analysis: Methodological Suggestions. En H. Roberts, *Journal of Finance* (págs. 1-10). 14(1).
- Roberts, H. (1967). *Statistical versus clinical prediction of the stock market*. Unpublished manuscript.
- Roll, R. (1977). A Critique of the Asset Pricing Theory's Tests. *Journal of Financial Economics*, págs. 129-176.
- Roll, R. (1984). *Orange juice and weather*. Estados Unidos: The American Economic Review .
- Roll, R. (1994). *What every CFO should know about scientific progress in economics: What is known and what remains to be resolved*. Financial Management .
- Roll, R. a. (1980). An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory. *Journal of Finance*, págs. 1073-1103.
- Ross, S. (2010). *Fundamentos de Finanzas Corporativas*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Rubinstein, M. (1975). Securities market efficiency in an Arrow-Debreu economy. *American Economic Review*, 65(5), pp. 812-824 .
- Rubinstein, M. (2001). *Rational markets: Yes or no? The affirmative case*. Financial Analysts Journal .
- S&P. (14 de Febrero de 2019). *S&P Dow Jones Indices*. Obtenido de S&P Dow Jones Indices: <https://espanol.spindices.com/indices/equity/sp-bmv-ipc>
- S. Friederich, A. G. (2000). *Stock Price Patterns around Directors' Trades on the London Stock Exchange*. JEL.
- S.D. INDEVAL. (19 de Febrero de 2019). *S.D. INDEVAL*. Obtenido de S.D. INDEVAL: <http://www.grupobmv.com.mx/indeval>
- Samuelson, P. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. En P. Samuelson, *Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly* (págs. 6(2), pp. 41-49 ). Industrial management review.



- Samuelson, P. (1965). Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly . *Industrial Management Review* .
- Samuelson, P. (1973). *Proof that properly discounted present values of assets vibrate randomly*. The Bell Journal of Economics and Management Science .
- Samuelson, P. A. (1973). *Mathematics of speculative price*. SIAM Review .
- Sánchez, L. M. (2018). Finanzas personales. *Finanzas personales*. Ciudad de México: Universidad Anáhuac.
- Schwert, G. W. (1983). *Anomalies and market efficiency*. Amsterdam: Elsevier North-Holland.
- Sewel, M. (2011). History of the Efficient Market Hypothesis. *UCL*, RN/11/04 .
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication . *Bell System Technical Journal*, págs. 379-423, 623-656.
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk . *Journal of Finance* .
- Shiller, R. J. (1979). *The volatility of long-term interest rates and expectations models of the term structure*. Estados Unidos: Journal of Political Economy.
- Shiller, R. J. (1981). *Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?* Estados Unidos: The American Economic Review .
- Skogsvik, S. (2008). Financial statement information, the prediction of book return on owners' equity and market efficiency: The Swedish case. *Journal of Business Finance & Accounting*, pp. 795-817 .
- Slutzky, E. (1937). *The summation of random causes as the source of cyclic processes*. Moscú: Conjecture Institute.
- Solomón, E. (1964). *Teoría de la administración financiera*. Ciudad de México: Ediciones Macchi.
- Srinivasan, P. (2010). Testing the weak form efficiency in the Indian Stock Markets. *Department of Economics, Christ University*, ISSN 2229-4104 .
- Steiger, W. (1964). The random character of stock market prices. *A Test of Nonrandomness in Stock Price Changes*. Cambridge: The MIT Press.
- Tóth, B. (2006). *Increasing market efficiency: Evolution of cross-correlations of stock returns*. *Physica A* 360.
- Tanaka, T. K. (1998). Analysis of Positive Lyapunov Exponents for Random Time Series . *Physica D* III, Pag 42-50. .
- Taylor, S. (1988). Forecasting market prices. *International Journal of Forecasting*, 4(3), pp. 421-426 .
- Taylor, S. (2005). *Asset price dynamics, volatility and prediction*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.

- Thomas, S. (15 de Febrero de 2019). *Testing for efficient markets*. Obtenido de Indira Ghandi Institute of Finance: [www.igidr.ac.in/faculty/susant/TEACHING/RBI-CORPFIN/class5.pdf](http://www.igidr.ac.in/faculty/susant/TEACHING/RBI-CORPFIN/class5.pdf)
- Timmermann, A., & Granger, C. J. (2004). *Efficient market hypothesis and forecasting*. International Journal of Forecasting.
- Tirole, J. (1982). *On the possibility of speculation under rational expectations*. Estados Unidos: Econometrica.
- Tobin, J. (15 de Mayo de 2018). *Liquidity Preference as Behavior Towards Risk* . Obtenido de Liquidity Preference as Behavior Towards Risk : <http://www.jstor.org/stable/2296205>
- Treynor, J. L. (1961). *Toward a theory of market value of risky assets, The first paper on CAPM, yet rarely cited and often incorrectly referred to as 'Treynor* .
- Tsay, R. (2005). *Analysis of Financial Time Series, 2nd Edition*. John Wiley and Sons.
- Tung, Y. y. (1998). Test of market efficiencies using experimental electronic markets. *Journal of Business Research*, 145-151 .
- Tzavalis, E. (2009). "Econometrics. Opa.
- Venkatesan, K. (12 de Abril de 2018). *Monash University*. Obtenido de Testing Random Walk Hypothesis of Indian Stock Market Returns: Evidence from the National Stock Exchange (NSE): [https://www.monash.edu/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/925667/the\\_random-walk\\_hypothesis\\_on\\_the\\_indian\\_stock\\_market.pdf](https://www.monash.edu/__data/assets/pdf_file/0008/925667/the_random-walk_hypothesis_on_the_indian_stock_market.pdf)
- Venn, J. (1888). *The Logic of Chance, an Essay on the Foundations and Province of the Theory of Probability with Special References to its Logical Bearings and its Application to Moraland Social Sciences, and to Statistics*. London: MacMillan.
- Vulic, T. B. (24 de Marzo de 2019). *University of Montenegro*. Obtenido de Testing the Efficient Market Hypothesis and its Critics - Application on the Montenegrin Stock Exchange: <https://www.ucg.ac.me/radovi.php?org=11&kat=2&rad=110408&god=2017&submit=>
- Williams, J. B. (1938). *The theory of investment value*. Universidad de Harvard.
- Wilson, E. J., & Marashdeh, H. A. (2007). *Are co-integrated stock prices consistent with the efficient market hypothesis?* The Economic Record.
- Working, H. (1934). *A random-difference series for use in the analysis of time series*. Estados Unidos: Journal of the American Statistical Association .
- Yeh, C. a. (2001). Market diversity and market efficiency: The approach based on genetic programming. *Artificial simulation of adaptative Behavior Journal* , págs. 147-167.
- Yen, G., & Lee, C. F. (2008). *Efficient market hypothesis (EMH): Past, present and future, Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies* . Thesis.
- Zhang, Y. C. (1999). *Toward a theory of marginally efficient markets*. Physica A 269.

## Anexo 1: Teoría de las finanzas

### Introducción

En sus orígenes a comienzos del siglo XX, el desarrollo del conocimiento financiero, se ha caracterizado por cambios radicales en su objeto de estudio desde su aparición hasta nuestros días, evolucionando desde una esfera descriptiva que se centró en los aspectos legales de las fusiones, consolidaciones, formación de nuevas empresas y emisión de valores, así como en aspectos netamente operativos y de rutina. Ejercidos comúnmente por la tesorería de la organización; pasando por el enfoque tradicional, donde el centro de atención fue la quiebra y reorganización empresarial, la liquidez corporativa, el presupuesto del capital, el financiamiento y la regulación de los mercados de valores en un contexto caracterizado por el fracaso en los negocios y mercados debido a la gran depresión de 1930 y la primera guerra mundial. Posteriormente, vino una de las épocas más florecientes en el conocimiento financiero a partir de la década de 1950 y hasta 1973, período durante el cual se produjeron los más grandes avances teóricos en esta materia, apoyados en teorías y herramientas de otras ciencias como las matemáticas y la economía, que permitieron la comprobación empírica del comportamiento de las variables financieras claves tanto corporativas como de mercado, a través de sofisticados modelos de análisis y predicción.

#### I. Evolución de las finanzas

El conocimiento financiero en su acepción más general, tiene sus raíces en la economía, pero orientado al manejo de la incertidumbre y el riesgo con miras a alcanzar un mayor valor agregado para las compañías y sus inversionistas. Desde su aparición a comienzos del siglo XX, ha pasado por una serie de enfoques que han orientado la estructuración actual de una disciplina autónoma, madura, y con un alto grado de solidez en cuanto tiene que ver con la correspondencia de muchos de sus modelos con la realidad, jugando un papel preponderante tanto para la interpretación de la realidad económica como para la toma de decisiones a nivel corporativo. Como lo diría (Sánchez, 2018), "múltiples son los factores que han contribuido al desarrollo teórico de las finanzas: el capitalismo moderno que se caracteriza por la presencia de grandes monopolios con altos niveles de concentración de la producción en todo el mundo y, el predominio del capital. Las fluctuaciones económicas y el desarrollo científico-técnico que han permitido que las finanzas evolucionen desde una esfera descriptiva a otra donde el análisis se convierte en su esencia, teniendo como base los desarrollos microeconómicos de equilibrio de mercado, así como los métodos matemáticos y la revolución electrónica que ha facilitado la labor de comprobación empírica de muchos modelos". La evolución del conocimiento financiero, ha sido tratada por varios autores entre los cuales se destacan (Sánchez, 2018), (Solomón, 1964), (Emery & Finnerty, 2000) quienes coinciden en desarrollar los enfoques descriptivo, tradicional y moderno para la comprensión del avance teórico de las finanzas:

##### a. Enfoque empírico o descriptivo

Surge con el nacimiento mismo de las finanzas empresariales y cubre un período que va desde finales del siglo XIX hasta 1920, se centra en el estudio de aspectos relacionados con la formación de nuevas empresas, la determinación de los costos de producción para calcular un nivel de ganancias que le permitiera al ente seguir operando en los mercados y lograr una expansión hacia el futuro, la recopilación de información sobre títulos e instituciones participantes en el mercado financiero, funciones operativas tales como: ingresos, desembolsos, protección y custodia de fondos y valores, preparación de nóminas, supervisión de operaciones, administración de bienes inmuebles e impuestos, negociación y contratación de seguros, teneduría de libros; generalmente ejercidos por la tesorería de la empresa. Frente a esta diversidad de prácticas organizativas, la médula de las funciones financieras que rodean al tesorero responde a la característica de responsabilidades de rutina más que como administración financiera propiamente dicha.

#### **b. Enfoque tradicional**

El enfoque tradicional de las finanzas va de 1920 a 1950, supone que la demanda de fondos, decisiones de inversión y gastos se toman en alguna parte de la organización y le adscribe a la política financiera la mera tarea de determinar la mejor forma posible de obtener los fondos requeridos, de la combinación de las fuentes existentes. Es así como surge una nueva orientación de las finanzas, utilizando las tendencias de la teoría económica, y mirando como central, el problema de la consecución de fondos, las decisiones de inversión y gastos, la liquidez y la solvencia empresarial, debido entre otros factores al notable crecimiento de la propiedad privada de acciones, el interés del público en las corporaciones después de la primera guerra mundial y la interconexión en la red de instituciones mediante las cuales se podían obtener los fondos requeridos. A partir de esta época, cuando el trabajo académico en administración de empresas y en finanzas creció a gran escala, se dedicó algún esfuerzo al presupuesto de las actividades de corto y largo plazo, especialmente en lo relacionado con el presupuesto de capital, el establecimiento del costo de capital, llegándose al estudio del valor de mercado de la empresa y a un intento por unificar las decisiones financieras alrededor de este último concepto. Pioneros de la teoría financiera en esta época, se encuentra la Teoría de Inversiones de (Fisher, 1930), quien ya había perfilado las funciones básicas de los mercados de crédito para la actividad económica, expresamente como un modo de asignar recursos a través del tiempo. En el desarrollo de sus teorías del dinero, (Keynes J. M., 1936), (Hicks, 1934), (Kaldor, 1939) y (Marschak, 1938) ya habían concebido la teoría de selección de cartera en la cual la incertidumbre jugó un papel importante. En cuanto se refiere a la actividad de negociación (la compra/venta de activos financieros) con su trabajo pionero sobre mercados de futuros, (Keynes J. M., 1936) y (Hicks, 1934) argumentaron que el precio de un contrato de futuro para la entrega de una materia prima, estará generalmente por debajo del precio spot esperado de aquella materia (lo que Keynes llamó "*la deportación normal* "). (Kaldor, 1939) analizó si la especulación influía en la estabilización de precios y, así, amplió considerablemente la teoría de preferencia de liquidez de Keynes.

(Williams, 1938) fue uno de los primeros economistas interesados en el tema de los mercados financieros y de cómo determinar el precio de los activos con su teoría sobre el valor de la inversión. Él argumentó que los precios de los activos financieros reflejan "el valor intrínseco" de un activo, el cual puede ser medido por la corriente descontada de futuros dividendos esperados del activo. En su etapa superior (1945), el énfasis se centra en trabajar el problema del riesgo en las decisiones de inversión -que conlleva al empleo de la matemática y la estadística-, así como en el rendimiento para los accionistas, el apalancamiento operativo y financiero y la administración del capital de trabajo. De esta época es la obra del profesor Erich Schneider "inversión e interés", -citado por (Sánchez, 2018) en la que se establece la metodología para el análisis de las inversiones y se esbozan los criterios de decisión financiera que conduzcan a la maximización del valor de la empresa en el mercado.

### **c. Enfoque moderno**

En las siguientes décadas (1950 a 1976), el interés por el desarrollo sistemático de las finanzas, fue estimulado por factores relacionados con el rápido desarrollo económico y tecnológico, presiones competitivas, y cambios en los mercados, que requerían un cuidadoso racionamiento de los fondos disponibles entre usos alternativos, lo que dio lugar a un sustancial avance en campos conexos como: la administración del capital de trabajo y los flujos de fondos, la asignación óptima de recursos, los rendimientos esperados, la medición y proyección de los costos de operación, el presupuesto de capitales, la formulación de la estrategia financiera de la empresa y la teoría de los mercados de capitales. En esta época, se genera una profundización y crecimiento de los estudios del enfoque anterior, produciéndose un espectacular desarrollo científico de las finanzas, con múltiples investigaciones y estudios empíricos, imponiéndose la técnica matemática y estadística como instrumentos adecuados para el desarrollo de este campo disciplinar. Es así como se va cimentando la moderna teoría financiera a partir de dos ramas bien diferenciadas como son las finanzas de mercado y las finanzas corporativas, que en palabras de Merton H. Miller -citado por (Azofra, 2005)- se denominan enfoque macronormativo (de los departamentos de economía) y enfoque micronormativo (de las escuelas de negocios) respectivamente. A continuación se presentan los principales desarrollos teóricos de ambos enfoques:

## **II. Finanzas bursátiles**

Con su Teoría de Portafolios, (Markowitz, 1952) propuso el análisis de media varianza, con lo cual se daría comienzo a lo que se ha conocido como "La Teoría de portafolios". En su paper, define la riqueza inicial, la riqueza final y el rendimiento de un valor o cartera de valores durante un período determinado. El método de Markowitz consiste en maximizar la utilidad esperada del inversionista a través de la diversificación del portafolio, lo cual implica la búsqueda de las carteras *eficientes* a través de la técnica matemática de programación cuadrática, permitiendo seleccionar la óptima combinación media-varianza de los retornos de los activos, dadas las preferencias del inversionista. La idea de una

selección de portafolio óptimo ya había sido considerada por Keynes, Hicks y Kaldor en sus Teorías del Dinero y ésto se constituyó en un paso lógico para que (Tobin, 2018) añadiera el dinero a la hipótesis de Markowitz, y así obtener el famoso Teorema de Separación de dos Fondos. Esencialmente, Tobin argumentó que los agentes (inversionistas) podrían diversificar sus portafolios, entre un activo libre de riesgo (el dinero) y un solo portafolio en activos de riesgo, que maximice su función de utilidad esperada, También analizó las preferencias del individuo y las posibles combinaciones de riesgo y rendimiento, obtenidas a partir de una estimación estadística. Sostuvo que actitudes diferentes hacia el riesgo, simplemente serian el resultado de la combinación entre el dinero y el único portafolio de activos riesgosos.

La teoría de Markowitz-Tobin no era muy práctica. Específicamente, para estimar las ventajas de la diversificación, se requeriría el cálculo de la covarianza entre cada par de activos. En su modelo de Fijación de Precios de los Activos de Capital (CAPM), Sharpe y Lintner solucionaron esta dificultad práctica, demostrando que uno podría alcanzar el mismo resultado simplemente calculando la covarianza de cada activo en lo que concierne a un índice general de mercado. El modelo CAPM desarrollado por (Sharpe, 1964) y (Lintner, 1965) partiendo de unos supuestos de equilibrio, describe los retornos de los activos como la compensación por el valor del dinero en el tiempo y el riesgo de mercado. Este modelo se basa en la idea que los inversores seleccionarán portafolios bien diversificados de forma tal que el único riesgo estimado por el mercado, es decir, que está reflejado en el precio de los activos, será el riesgo de mercado. El riesgo de mercado de un activo de capital se manifiesta en la sensibilidad de los retornos del activo, a los cambios en los retornos del mercado, mejor conocido como la beta. El CAPM sería desafiado empíricamente por Richard Roll en una serie de *papers*, donde sostiene que es imposible determinar una cartera del mercado, ya que para aplicar el CAPM, se deberían incluir todos los activos riesgosos y esto es prácticamente imposible. Adicionalmente, los activos están expuestos a otros riesgos que pueden poner en peligro los recursos del inversionista tales como: los ingresos laborales futuros, los precios futuros relativos de bienes y servicios y las futuras oportunidades de inversión. Una de las alternativas ofrecidas fue el "CAPM Intertemporal" (ICAPM) de (Merton, 1973) quien propuso una extensión del CAPM al incorporar otros factores de riesgo adicionales al riesgo de mercado. Este modelo plantea que los inversionistas buscan ser remunerados por esas fuentes de riesgo adicionales a través de sus correspondientes primas.

Otra alternativa es la Teoría de Fijación de Precios de Arbitraje (APT) de (Ross, 2010), el cual exploró la noción precios por arbitraje. Plantea esta teoría que todos los inversionistas piensan que el rendimiento individual de los activos financieros, está influido por varios factores de riesgo a los que se les asigna precio en el mercado. El fundamento principal del APT es que los individuos compran (arbitran) activos que consideran subvaluados y venden activos sobrevaluados en el menor tiempo posible, dados unos factores de riesgo, con el fin de aprovechar la utilidad de arbitraje, haciendo subir el precio hasta equilibrar el

rendimiento. La lógica de arbitraje también fue usada por nuevos autores para valorar multiperíodos (por ej. duración) de títulos valores. Todo esto se retoma en las teorías Neo-Walrasianas de equilibrio general con activos de mercado, desarrollado por (Radner, 1968) y otros desde entonces (Samuelson P. , 1965) y (Mandelbrot, *The Variation of Certain Speculative Prices*, 1963) interpretaron favorablemente las conclusiones de Cowles-Kendall quienes analizaron empíricamente, que los precios de los activos no eran determinados por las fuerzas de la oferta y la demanda. La noción básica era simple: si los cambios de precios de los activos no fueran aleatorios, entonces cualquier arbitrajista hambriento de beneficio podría fácilmente hacer compras y ventas apropiadas de activos para explotar esta situación. Samuelson y Mandelbrot postularon así, la famosa hipótesis del mercado eficiente (EMH) a saber: si los mercados funcionan correctamente, entonces toda la información pública en cuanto a un activo, será canalizada inmediatamente a su precio. Igualmente, (Samuelson P. , 1965) también desarrollo el criterio media-varianza en lo relacionado con el análisis de portafolio.

*La Hipótesis del Mercado Eficiente* fue destacada por (Fama E. , 1970) y más tarde sería complementada con la hipótesis de expectativas racionales de la nueva macroeconomía clásica. La EMH sostiene que un mercado es eficiente si los precios de los activos reflejan rápidamente toda la información disponible. El concepto de mercado eficiente se basa en cuatro supuestos: i) existen muchos participantes en el mercado bien informados llamados inversores, ii) la información llega al mercado de forma aleatoria, iii) los precios se ajustan para reflejar el efecto de la nueva información, iv) los precios y los retornos esperados deberían reflejar inmediatamente toda la información relevante. Adicionalmente, Eugene Fama clasificó la eficiencia del mercado en eficiencia en forma débil, eficiencia en forma semifuerte y eficiencia en forma fuerte que será parte del análisis más amplio para fundamentar la presente tesis.

Una de las áreas donde la ciencia financiera ha tenido su mayor reconocimiento es la relacionada con los modelos de valuación de opciones. (Chance y Peterson, 1997) aducen que aunque las opciones han existido desde mediados del siglo XIX, no fue sino hasta 1972 que el problema de la valuación fue resuelto por Fischer Black, Myron S. Scholes y Robert C. Merton en 1973, bajo el supuesto de que los precios de los activos evolucionan de acuerdo a un Movimiento Browniano/Proceso de Wiener, y con la aplicación del teorema fundamental del cálculo estocástico conocido como el Lemma de It y basados en el ley de un solo precio y la ausencia de arbitraje, Black, Scholes y Merton, derivaron la ecuación diferencial parcial parabólica con variables aleatorias y el precio del activo subyacente, para obtener la fórmula para el precio de la opción. Con este significativo avance, la valuación neutral al riesgo se constituye en el método propio de las finanzas que la consolidan como ciencia y orienta los desarrollos futuros en esta área del conocimiento.

### III. Finanzas Corporativas

El famoso Teorema de Modigliani-Miller ("o el MM") sobre la irrelevancia de estructura financiera corporativa para el valor de la firma tratado en su trabajo seminal: *The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment*, también emplea la lógica de arbitraje en 1958 y posteriormente en 1963, es la base de la teoría moderna de las finanzas corporativas, el cual puede ser pensado como una extensión del Teorema de Separación o independencia de las decisiones individuales de consumo e inversión, desarrollado inicialmente por (Fisher, 1930). Efectivamente, Fisher había argumentado que la decisión de producción de una firma de propiedad de un empresario, debería ser independiente de la decisión de consumo intertemporal del mismo empresario. Esto se traduce en el refrán que el plan de producción que maximiza el beneficio de la firma no será afectado por las decisiones que toman sus propietarios, por ej. El plan de producción es independiente de la decisión de financiación.

El modelo de Modigliani-Miller se fundamenta en proposiciones que tienen directa relación con la estructura financiera de la firma y su costo de capital. La proposición I sostiene que, el valor de mercado de la firma es independiente de su estructura de capital y viene dado por el valor esperado de sus retornos descontados a la tasa apropiada  $K$ . En otras palabras, MM argumentan que el riesgo total (riesgo financiero + riesgo operativo) para todos los poseedores de valores de una empresa, no resulta alterado por los cambios en la estructura de capital y por ende, es el mismo indiferentemente de la combinación de financiamiento. La proposición II por su parte, dice que la rentabilidad esperada de los activos ordinarios de una empresa endeudada, aumenta proporcionalmente a la tasa de endeudamiento ( $D/E$ ) a valores de mercado, además sostiene que el costo promedio ponderado de capital permanece constante debido al mayor riesgo que corre el inversionista al momento de reclamar su remuneración, haciendo el patrimonio más costoso, lo suficiente para mantener el CPC constante. En los *papers* iniciales, los impuestos fueron ignorados y los costos de quiebra y otros costos administrativos no fueron considerados.

En 1963 MyM incorporaron los impuestos a sus proposiciones y los beneficios tributarios de la deuda. En cuanto al tema de la distribución de las utilidades corporativas a través de dividendos, han existido varias posturas teóricas para explicar la forma en que las empresas toman esta decisión. Entre los principales exponentes se encuentra a (Lintner, 1965), quien estudió la forma en que los gerentes deciden los pagos de dividendos en su trabajo sobre la Distribución de los Ingresos de la Corporación entre Dividendos, Ganancias Retenidas e Impuestos. (Modigliani & Miller, 1961), en su trabajo sobre Política de Dividendos, Crecimiento y Valuación de Acciones, demostraron que la política de dividendos es irrelevante para los inversionistas, ya que lo determinante en el valor de una empresa es la renta generada por sus activos y no la forma en que se reparte el beneficio. Posteriormente, (Gordon, 1959) argumentó en contra de la posición de MM, que la política de dividendos sí



afecta el valor de los activos de la empresa y que aquellas que retienen utilidades son más riesgosas que las que pagan dividendos. Más tarde se desarrolló un tratamiento altamente analítico de la relación entre el propietario de la empresa (accionista o dueño) y el administrador (agente), contenido en la famosa Teoría de la Agencia o de los participantes (Stakeholder Theory). El objetivo de maximizar el valor de la empresa en el mercado, debe ser analizado con base en la teoría de la agencia. El principal delega autoridad y poder de decisión al agente y este es quien actúa para obtener el mayor beneficio para el principal. Esta teoría considera que en ocasiones, los objetivos del agente no están perfectamente alineados con los del principal; en ocasiones el agente aun teniendo acciones de la empresa, percibe beneficios en forma de prestaciones que no contribuyen a maximizar el valor de la empresa. La teoría propone elementos estratégicos para disminuir la tensión entre ambos.

En 1974, Stern, miembro de Stern Stewart & Co, dio origen al famoso concepto de flujo de caja libre y su forma de cálculo, como uno de los indicadores más importantes de generación de valor para los accionistas y como herramienta para el análisis de crédito llevado a cabo en esa época, por prestamistas y analistas de inversión. Posteriormente, esta misma firma, retomaría los postulados de (Marshall, 1890) relacionados con el concepto de Ingreso Residual, que sostenía que el capital debía producir una utilidad mayor que su costo de oportunidad y el trabajo de Irving Fisher sobre la teoría de las inversiones, para desarrollar el concepto de valor económico agregado (EVA).

#### **IV. Enfoque de valuación neutral al riesgo**

Como ya se insinuó, el carácter científico de las finanzas modernas, viene dado por su preocupación ante riesgo y la incertidumbre en un contexto globalizado, donde la economía y los negocios están continuamente amenazados por factores que hacen más volátiles sus principales indicadores de gestión. Las actuales discusiones teóricas, continúan girando en torno a las finanzas de mercado y las finanzas corporativas, pero en este caso, más enfocadas a la identificación, modelación y gestión del riesgo a través de instrumentos que ofrezcan una mayor predicción en la corriente de ingresos futuros, así como a la valoración bajo condiciones flexibles entre otras. Veamos los principales avances en cada una de las áreas del conocimiento financiera a partir de 1976.

##### **a. Administración integral de riesgos de mercado**

En el período que va de 1976 hasta nuestros días, se ha avanzado en el tema de la valuación de activos financieros y reales (empresas y proyectos) en un mundo donde reina la incertidumbre y el riesgo. Es así como las teorías de Black and Scholes dieron origen a la ingeniería financiera que se ha ocupado del diseño, desarrollo y puesta en marcha de modelos y productos financieros tales como títulos, valores y nuevos tipos de contratos, además se avanza en la teoría sobre instrumentos financieros derivados tales como opciones, forwards, futuros, swaps, buscando minimizar el riesgo. Se destacan igualmente en este período, los trabajos realizados por Litzenberg y relacionados con el modelo CAPM en un contexto internacional. En particular, la valoración de activos financieros seguirá

avanzando hacia nuevas metodologías de cuantificación de la negociación entre riesgo y rendimiento esperado, debido a la mayor volatilidad que actualmente experimentan los precios de los activos financieros, mercancías commodities e índices financieros. Es por lo anterior que se vislumbra un enorme desarrollo en el mercado de activos derivados para ofrecer diversas alternativas de cobertura de riesgo corporativo. Hoy no solo se habla de contratos de futuros, forwards, swaps y opciones sino también de instrumentos como los Credit Swaps, Credit Options, Credit-Linked Notes entre otros, que se enmarcan dentro del campo de la ingeniería financiera.

El estudio del comportamiento de los inversionistas en la asignación intertemporal de sus recursos en un entorno incierto, así como el estudio de los mercados institucionalizados y el papel de los intermediarios financieros es el campo de estudio de la economía financiera. Este campo de conocimiento que se refiere a razonamientos de carácter descriptivo e interpretativo con el uso de técnicas cuantitativas, está dando paso a un nuevo campo del conocimiento denominado econometría financiera, que intenta corroborar teorías financieras y usar los datos macroeconómicos y financieros para generar predicciones sobre el comportamiento de los precios y el riesgo de los activos financieros. Por consiguiente, se vislumbra un mayor auge en el uso de herramientas matemáticas y econométricas avanzadas con las cuales modelar y explicar el comportamiento impredecible de estas variables.

#### **b. Administración de riesgos en las finanzas empresariales**

En esta área de las finanzas, se presentan avances en temas relacionados con los análisis y métricas utilizadas para monitorear la creación de valor para los accionistas de (Rappaport, 1986), el trabajo sobre la teoría y la estrategia financiera de (Myers, 1987) que destaca el rol de la función financiera en una corporación y su potencial para generar valor, nuevos progresos en La Estructura Financiera Optima desarrollados por (Leland, 1994) y notables avances en la Teoría de la Valoración de Empresas con (Copeland & Soller, 1995), (Damodaran, 2019), (Fernández, 1999) y (Bennett, 2000). Uno de los avances más importantes en el análisis de inversiones y la valoración de empresas, es la adaptación de la teoría de valuación de opciones financieras a la valoración de oportunidades de inversión que implican alta incertidumbre y requieren por tanto de flexibilidad operativa y que se conoce como opciones reales (opciones sobre activos reales), tema que ha sido tratado a profundidad por autores como Aswath Damodaran, Bowman E. y Moskowitz G, Copeland T y Antikarov V, Copeland T y Tufano P, Lamothe Fernández P y Pérez Somalo M., Luerhman, entre los más importantes. El análisis de opciones reales se ha ido consolidando como la metodología más apropiada para la selección y evaluación de proyectos de inversión y la valoración de empresas, a partir de los supuestos teóricos de Black and Scholes debido a que las técnicas tradicionales de los flujos de caja descontados, tienden a infravalorar las inversiones y asumen que éstas siguen un camino determinado sin contemplar los posibles cambios a futuro. En este orden de ideas, la literatura financiera ha venido desarrollando varios tipos de opciones reales entre las que se encuentran la opción

de abandono americana, la opción de contracción americana, la opción de expansión americana y cualquier combinación de éstas. En cuanto a las tendencias en la valoración de empresas propiamente dicha, las discusiones se centran en los enfoques clásicos multiplicadores y el flujo de caja libre, además de los enfoques basados en opciones reales; en los factores clave de generación de valor, en el valor de mercado agregado y el valor de caja agregado, en el tema de las valoraciones especiales y en la valoración multinacional. Pioneros en estos temas específicos, se encuentran los trabajos de Aswath Damodaran, Lamote Fernández, Francisco López Lubian, Alfred Rappaport, y Bennet Stewart entre otros.

Otro tema de gran importancia en la actualidad es la determinación del costo de capital en economías emergentes. Tradicionalmente, la tasa de descuento utilizada para descontar los flujos de caja futuros cuando se desea estimar el valor de una empresa o proyecto de inversión, es calculada a través del modelo de fijación de precios de activos de capital (CAPM) cuyos supuestos subyacentes no se cumplen en el contexto de una economía emergente, debido entre otros factores a la insuficiente información histórica, elevados costos de transacción, mercados técnicamente incompletos, mercados de capitales ilíquidos y concentrados en pocas firmas, alta volatilidad en los precios de los activos e inversionistas imperfectamente diversificados o no diversificados. Es por lo anterior, que se ha generado un gran interés por desarrollar una metodología adecuada para determinar la tasa de descuento ajustada por riesgo para empresas que cotizan o no en bolsa en estos mercados.

Pioneros en este tema se encuentran los trabajos de Aswath Damodaran, C. Harvey, Samuel Mongrut, Sergio Orellana, Jaime Sabal quien describe modelos alternativos propuestos por varios autores según las circunstancias particulares del mercado emergente. Las metodologías propuestas van desde la aplicación del CAPM local, CAPM internacional, el enfoque de comparables en el mercado local e internacional, la adición del riesgo país, riesgo tamaño empresa y ubicación geográfica, la aplicación del modelo de betas desapalancadas en un contexto de mercados perfectos de (Hamada, 1972), hasta complejos modelos econométricos que incorporan el concepto de volatilidad relativa y la medida de ranking de riesgo crediticio. El futuro es incierto y las decisiones que se tomen con antelación, conllevarán mayor o menor riesgo y el grado de este siempre será inversamente proporcional a la rentabilidad esperada por los inversionistas (individuales o institucionales). Por ello el arriesgado asumirá riesgos que lo puedan sacar del mercado o por el contrario, disparar en sus ganancias; mientras que el conservador difícilmente saldrá del mercado pero crecerá lentamente en sus resultados. Esta relación inversa entre la variable riesgo y rendimiento, ha generado una serie de métodos y modelos que tratan de explicar esa realidad y a la vez ofrecer los instrumentos necesarios para que al ser aplicados, funcionen adecuadamente en el sentido de lograr unos resultados beneficiosos con niveles de riesgo manejable. El riesgo financiero tiene como causas la incertidumbre y la falta de estabilidad en las diferentes variables que lo configuran tales como: las tasas de

cambio, las tasas de interés, los precios de los commodities (materias primas básicas) y materiales, los precios de los activos financieros, el riesgo país, los mercados, la competencia y en resumen, un mayor riesgo en el conjunto de operaciones financieras y comerciales. Lo anterior, genera un perfil de riesgo para la empresa que la lleva a tratar de preverlo e intentar evitarlo o ante la ineficacia de las previsiones, tratar de protegerse, con esto ya no se trata de evitar el riesgo lo cual es imposible, sino más bien "gestionarlo".

En los últimos años la teoría financiera ha sido prolífica en el tema de la administración del riesgo corporativo, a través de metodologías y modelos que ofrecen a las corporaciones financieras y no financieras, la posibilidad de incrementar el valor de la firma, con un nivel de riesgo eficientemente gestionado a través de instrumentos financieros derivados, para aquellos factores de riesgo susceptibles de ser cubiertos con estos instrumentos o simplemente, a través de estrategias de control y auditoría tendientes a minimizar los factores derivados de actividades operacionales. Pioneros en esta área del conocimiento, se encuentran los trabajos del RiskMetrics Group de New York, en lo atinente a la metodología sugerida para estimar el valor en riesgo (value at risk) en las corporaciones financieras y la forma de gestionarlo. El concepto del VaR como se le conoce, también ha sido ampliamente tratado por autores como Philippe Jorion, Michael Crouhy y Aswath Damodaran. En cuanto se refiere a la estimación y gestión del riesgo en las corporaciones no financieras, la literatura ha venido profundizando en el concepto de ganancia en riesgo (EaR), flujo de caja en riesgo (CfaR), ganancia por acción en riesgo (EPSaR), rendimiento sobre el capital ajustado por el riesgo (RAROC) Estas métricas de riesgo corporativo han sido desarrolladas igualmente por RiskMetrics Group desde el año 2000 y actualmente se llevan a cabo varios estudios empíricos relacionados con el tema, donde se sugiere el amplio uso de técnicas econométricas avanzadas y técnicas de simulación como el montecarlo estructurado.

Como se vislumbra, el afán por manejar adecuadamente la incertidumbre y el riesgo en un contexto globalizado y de rápido desarrollo, pondrá a la teoría del riesgo corporativo como una de las áreas de mayor perspectiva teórica en las próximas décadas. A partir de la promulgación de la teoría de la agencia de Jensen y Meckling, ha cambiado profundamente el ámbito de estudio de las finanzas corporativas, el cual estaba prácticamente determinado por el modelo de Modigliani-Miller, para dar paso a nuevas cuestiones como: los derechos de los accionistas, remuneración de los directivos, la naturaleza jurídica de la empresa, composición y organización de las juntas directivas, la relevancia de la información contable, prácticas de buen gobierno, la ética financiera, la teoría de contratos como marco regulatorio de la actividad financiera que se ha denominado Law and Finance y el modelo de los stakeholders; en lo que se conoce en términos generales como la Teoría del Gobierno Corporativo y Control. Pioneros en estos temas se encuentran los trabajos de (Denis & McConnell, 2003) sobre sistemas de gobierno, (La Porta, Lopez de Silanes, Shleifer, & Vishny, 1998) sobre Law and Finance.

## Anexo 2: Sectores del Mercado de Valores

SECTOR (10)	SUBSECTOR (24)	RAMO (78)	SUBRAMO (192)
<b>1. Energía</b>	1.Energía	1.Equipos y servicios de energía	- Perforación de pozos petrolíferos y gasíferos - Equipos y servicios relacionados con el petróleo y el gas
		2.Petróleo, gas y combustibles	- Petróleo y gas integrados - Producción y exploración de petróleo y gas - Refinado y comercialización de petróleo y gas - Almacenado y Transporte de Petróleo y Gas - Carbón y Carburantes Consumibles
<b>2. Materiales</b>	1.Materiales	1.Productos químicos	- Productos químicos diversos - Fertilizantes y Agroquímicos - Gases industriales - Distribución de Productos químicos especializados de consumo
		2.Materiales de construcción Empaques y envases	-Materiales de construcción - Empaques de metal - Empaques de vidrio - Empaques de plástico - Material para empaque
		3.Productos de vidrio y plástico Metales y minería	- Productos de vidrio y plástico - Aluminio y otros metales - Minería y otros metales - Oro - Minerales y metales preciosos - Acero
		4.Productos madereros y papeleros Fabricación y comercialización de materiales	-Productos madereros -Productos papeleros - Producción y fabricación de productos de acero - Procesamiento y distribución de productos de acero

		5. Equipo eléctrico	- Procesamiento y distribución de productos de aluminio y otros metales - Equipo y componentes eléctricos - Equipo eléctrico pesado
		6. Controladoras	- Controladoras
		7. Maquinaria	- Maquinaria de construcción, agricultura y vehículos pesados - Maquinaria industrial
		8. Comercialización y distribución	- Comercialización y distribución
<b>3. Industrial</b>	1. Bienes de equipo	1. Industria aeronáutica y de defensa	- Industria aeronáutica y de defensa
		2. Productos para la construcción	- Materiales para la construcción
	2. Suministros y servicios comerciales	1. Suministros y servicios comerciales	- Impresión comercial - Servicios Comerciales Diversificados y Profesionales - Recursos Humanos y Servicios de Empleo - Servicios Medioambientales y de Mantenimiento de Instalaciones - Suministros y servicios de oficina
		2. Servicios logísticos y de transporte aéreo de mercancías	- Servicios logísticos y de transporte aéreo de mercancías
		3. Líneas aéreas	- Líneas aéreas
		4. Transporte marítimo	- Transporte marítimo
		5. Carreteras y ferrocarriles	- Transporte por vías férreas - Transporte por carretera
		6. Infraestructura de transportes	- Servicios de aeropuertos - Carreteras y vías férreas - Servicios y puertos marítimos
		7. Construcción de viviendas	- Construcción de viviendas
		8. Desarrollos Inmobiliarios	- Desarrollos Inmobiliarios
		9. Construcción e ingeniería	- Construcción e infraestructura - Concesionarias de infraestructura

		- Ingeniería	
<b>4. Servicios y bienes de consumo no básico</b>	1. Automóviles y componentes	1. Componentes de automóviles	- Auto partes y equipo de automóviles - Neumáticos y caucho
		2. Automóviles	- Fabricantes de automóviles - Fabricantes de motocicletas
	2. Bienes de consumo duradero y confección	1. Bienes de consumo duradero	- Aparatos electrónicos de consumo - Mobiliario de hogar - Electrodomésticos - Productos domésticos especializados - Comercialización y Distribución de Aparatos Electrónicos
		2. Comercialización y distribución de bienes de consumo duradero y confección	
		3. Equipo y productos recreativos y deportivos	- Productos recreativos - Productos fotográficos - Comercialización y Distribución de productos recreativos y deportivos
		4. Textil, confección y bienes de lujo	- Confección, accesorios y bienes de lujo - Calzado - Textil
		5. Hoteles, restaurantes y esparcimiento	- Casinos y juegos de azar - Hoteles y centros de vacaciones - Centros recreativos y de esparcimiento - Restaurantes
		6. Servicios de consumo diversificados	- Servicios de educación - Servicios del consumidor especializados
		7. Ventas por catálogo y por Internet	- Ventas por catálogo - Ventas por internet
		8. Ventas multilínea	- Tiendas departamentales - Establecimientos de venta de productos generales
9. Ventas especializadas		- Venta de ropa	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Venta de computadoras y productos electrónicos</li> <li>- Venta de mejoras para el hogar</li> <li>- Tiendas especializadas</li> <li>- Venta de automóviles, gasolineras y accesorios</li> <li>- Venta de equipamiento para el hogar</li> </ul>
<b>5. Productos de consumo frecuente</b>	<p>1.Venta de productos de consumo frecuente</p> <p>Alimentos, bebidas y tabaco</p>	<p>1.Venta de productos de consumo frecuente</p> <p>2.Bebidas</p> <p>3.Alimentos</p> <p>4.Tabaco</p> <p>5.Diversos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Venta de alimentos</li> <li>- Supermercados e Hipermercados</li> <li>- Distribución de alimentos</li> <li>- Bebidas diversas</li> <li>- Producción de cerveza</li> <li>- Destiladores y vinateros</li> <li>- Producción de bebidas no alcohólicas</li> <li>- Productos agrícolas</li> <li>- Producción de cárnicos y derivados</li> <li>- Producción y comercialización de alimentos</li> <li>- Tabaco</li> <li>- Producción y distribución de Productos diversos</li> <li>- Productos domésticos</li> <li>- Productos personales</li> </ul>
	<p>2.Productos domésticos y personales</p>	<p>1.Productos domésticos</p> <p>2.Productos personales</p>	
<b>6. Salud</b>	<p>1.Equipo, medicamentos y servicios médicos</p>	<p>1.Equipo médico y medicamentos</p> <p>2.Servicios médicos</p> <p>3.Tecnología medica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo medico</li> <li>- Suministros y material medico</li> <li>- Distribución de medicamentos</li> <li>- Venta de medicamentos</li> <li>- Distribuidores de productos médicos</li> <li>- Servicios médicos</li> <li>- Instituciones privadas dedicadas a la salud</li> <li>- Administración de salud</li> <li>- Tecnología medica</li> <li>- Biotecnología</li> </ul>
	<p>2.Productos</p>	<p>1.Biotecnología</p>	



	farmacéuticos, biotecnología y ciencias de la salud	Productos farmacéuticos 2.Herramientas y servicios para las ciencias de la salud	- Productos farmacéuticos y Laboratorios Herramientas y servicios para las ciencias de la salud
<b>7. Grupos financieros</b>	1.Entidades financieras	1.Grupos Financieros 2.Bancos  3.Mercados financieros  4.Organizaciones Auxiliares de Crédito  5.Intermediarios Financieros No Bancarios  6.SOFOLLES  7.Seguros  8.Servicios financieros diversificados	-Grupos Financieros - Bancos Comerciales - Bancos Regionales - Banca de Desarrollo - Gestión de activos y servicios de custodia - Servicios de negociación de activos financieros - Controladoras de entidades de servicios financieros - Casas de Cambio - Factoraje - Arrendadoras Financieras - Uniones de Crédito - Servicios de Inversión y Correduría - Sociedades de Capitales - SOFOMES - Créditos al consumidor - Crédito comerciales - Créditos hipotecarios - Créditos a la pequeña y mediana empresa - Servicios de tarjeta de crédito - Servicios de tarjeta de crédito - Agentes de seguros - Seguros de vida y médicos - Seguros diversos - Seguro Patrimonial - Reaseguros - Servicios financieros diversos - Controladoras

		9.Servicios financieros personales	Servicios financieros personales
		10.Bienes inmobiliarios	-Fibras
		11.Sociedades de Inversión de Deuda	-Corto plazo -Mediano plazo -Largo plazo
		12.Sociedades de Inversión de Renta Variable	- Especializada en acciones - Mayoritariamente en acciones - Mayoritariamente en valores de deuda - Especializada de deuda
		13.Sociedad de inversión especializada	- Gubernamental -Privado -Sectorial -Regional -Otros - Indizada o de cobertura
		14.Sociedad de inversión discrecional	- Discrecional en índices - Discrecional en tasas - Discrecional en divisas - Discrecional combinada
		15.Siefores	-Básica 1 -Básica 2 -Básica 3 -Básica 4 -Básica 5 -Aportaciones voluntarias -Aportaciones complementarias
		16.No clasificadas	-No clasificadas
<b>8. Tecnología de la información</b>	1.Software y servicios	1.Software y servicios de Internet	- Software y servicios de Internet
		2.Servicios de Tecnología de la	- Consultoría de Tecnología de la Información y otros servicios

		Información	
		3.Software	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesamiento de datos y servicios subcontratados</li> <li>- Aplicaciones de software</li> <li>- Software de sistemas</li> <li>- Software de uso doméstico</li> </ul>
	2.Equipo tecnológico y hardware	1.Equipo de comunicaciones	- Equipo de comunicaciones
		2.Computadoras y periféricos	- Equipo de computadoras
			- Periféricos y almacenamiento electrónico de datos
		3.Equipo e instrumentos electrónicos	- Fabricantes de equipo electrónico
			- Servicios de fabricación electrónica
			- Distribuidores de productos tecnológicos
		4.Dispositivos electrónicos de oficina	- Dispositivos electrónicos de oficina
	3.Semiconductores y equipo relacionado	1.Semiconductores y equipo relacionado	- Equipo de semiconductores
			-Semiconductores
<b>9. Servicios de telecomunicaciones</b>	1.Servicios de telecomunicaciones	1.Servicios de telecomunicaciones diversas	- Portadores alternativos
		2.Servicios de telecomunicaciones inalámbricas	-Servicios de telecomunicaciones integrados
			-Servicios de telecomunicaciones inalámbricas
	2.Medios de comunicación	1.Medios de comunicación	-Publicidad
			- Servicios de radio y televisión
			- Películas y entretenimiento
			- Publicación
<b>10. Servicios públicos</b>	1.Servicios públicos	1.Suministro eléctrico	- Suministro eléctrico
		2.Suministro de gas	- Suministro de gas
		3.Multiservicios	- Multiservicios
			-Suministro de agua

Esquema 1: Sectores del mercado de valores, Fuente (Bolsa Mexicana de Valores, 2014)

