

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Facultad de Ciencias Empresariales

Departamento de Economía y Finanzas



MEMORIA PARA OPTAR A TÍTULO DE INGENIERO COMERCIAL

**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL MERCADO ACCIONARIO EN
BRASIL EN SU VERSIÓN DÉBIL**

ALUMNA : Yessenia Abigail Riquelme Aguilera

PROFESOR GUÍA : Andrés Acuña Duarte

CONCEPCIÓN, Enero de 2015

Dedicatoria

Esta memoria esta dedicada a mis padres Patricia Aguilera y Giovani Riquelme, quienes desde pequeña me alentaron a seguir mis estudios superiores, brindándome su apoyo incondicional durante este largo camino, esto es por ustedes y para ustedes. Gracias por enseñarme que con esfuerzo es posible.

Dedico esta memoria también a mi pareja, Juan Leiva quien me ha acompañado durante este proceso, estando conmigo y entregándome su ayuda, quien siempre me alentó para no bajar los brazos entregándome una palabra de apoyo acompañada de un cálido y contenedor abrazo, sin ti mi amor, no lo hubiese logrado. Los amo.

Abigail Riquelme Aguilera

Índice de Contenido

Resumen	v
1. Aspectos Generales del Estudio	1
1.1. Introducción	1
1.2. Alcances de la investigación	2
1.3. Conceptos claves	3
2. Marco teórico	4
2.1. Eficiencia como concepto	4
2.1.1. Primeros estudios	5
2.1.2. La teoría de Eugene Fama	6
2.1.3. Características de la eficiencia del mercado accionario	8
2.1.4. Niveles de eficiencia	9
2.1.5. Eficiencia débil de mercado	10
2.2. Tests de eficiencia	12
2.2.1. Modelo de random walk	12
2.2.2. Razones de Varianza	13
2.2.3. Modelo de juego justo	14
2.2.4. Correlación serial	15
2.2.5. Modelo de fijación de precios de activos de capital	16
2.2.6. Ley de las Expectativas Iterativas	17
2.2.7. Contraste de Bartlett	18
2.2.8. Estadístico Q de Box-Pierce	18
2.2.9. Estadístico LB de Ljung-Box	19
2.3. Evidencia empírica latinoamericana	19

2.4. Evidencia de eficiencia en el mercado accionario de Brasil	21
3. Caracterización del mercado bursátil brasileño	25
3.1. Economía	25
3.1.1. Principales sectores económicos	27
3.2. Comercio exterior	27
3.3. Bolsa de Valores de Sao Paulo	28
3.3.1. Índices de la Bovespa	29
4. Metodología	35
4.1. Descripción de datos	35
4.2. Modelo a utilizar asociados a los tests de eficiencia	38
4.2.1. Razones de varianza	39
4.2.2. Test de Rachas	42
4.2.3. Estadístico LB de Ljung-Box	43
5. Resultados y Discusión	45
5.1. Test de razones de varianza	45
5.2. Tests de Rachas	49
5.3. Tests de Ljung-Box	51
6. Conclusiones	54
Referencias	59
Anexo	62

Índice de Cuadros

3.1. Principales acciones del IBOvespa	30
5.1. Razones de Varianza	46
5.2. Test de rachas: datos obtenidos	49
5.3. Resultados obtenidos a partir del test de rachas	50
5.4. Test de rachas: segunda prueba	51
5.5. Estadísticos asociados al test de Ljung-Box	52
6.1. Acciones Índice Energía Eléctrica	62
6.2. Acciones Índice Financiero	62
6.3. Acciones Índice Industrial	63
6.4. Acciones Índice Consumo	64
6.5. Acciones Índice Bovespa	65
6.6. Acciones Índice Brasil 50	66
6.7. Estadísticas descriptivas	67

Índice de Figuras

2.1. Niveles de eficiencia	10
3.1. Principales socios exportadores e importadores	28
3.2. Índice Bovespa	31
3.3. Índice Brasil 50	31
3.4. Evolución precios índices sectoriales	34
4.1. IBovespa-Petrobras	36
4.2. IBRX50-Itaú	37
4.3. Test de Eficiencia	38
5.1. Razones de Varianza-Índices Generales/acciones representativas	47
5.2. Razones de Varianza-Índices sectoriales	48

Resumen

La hipótesis de eficiencia débil propuesta por Fama (1970) señala que los precios de los activos reflejan plenamente la información de los precios históricos, lo que implica que basándose en el comportamiento pasado de estos resulta imposible predecir su comportamiento futuro, por tanto, no se pueden lograr rendimientos superiores.

Este estudio tiene por objetivo analizar la eficiencia débil en el mercado accionario de Brasil, para lo cual se utilizarán dos índices amplios de la Bolsa de Valores de Sao Paulo; el Índice Bovespa (IBovespa) y el Índice Brasil 50 (IBRX50), además de una acción representativa de cada índice (Petrobras y Banco Itaú), respectivamente. Por otra parte, se utilizarán los índices sectoriales de Energía Eléctrica (IEE), de Consumo (ICON), Industrial (INDX) y Financiero (IFNC). El período de análisis del primer grupo es entre enero de 1998 y septiembre de 2014, mientras que para el segundo grupo será desde enero de 2007 a septiembre de 2014, en ambos casos las observaciones corresponden a datos mensuales.

Los métodos a utilizar pertenecen a tests de *random walk*, los cuales son: el test de razones de varianza propuesto por Lo & MacKinley (1988), test de rachas de Worthington & Higgs (2000) y el test planteado por Ljung & Box (1978).

Entre los principales hallazgos se encuentra que para los tres tests aplicados los seis índices no rechazan la hipótesis de random walk, por el contrario las acciones Petrobras e Itaú si la rechazan en dos tests, no rechazándola solo en el test de rachas. A partir de esto se concluye que los precios de los principales índices del mercado accionario brasileño presentan random walk, es decir, el mercado accionario de Brasil exhibe evidencia de eficiencia en forma débil.

Conceptos claves: Hipótesis de mercado eficiente, eficiencia débil, random walk, razones de varianza, test de rachas, test Ljung-Box.

Capítulo 1

Aspectos Generales del Estudio

1.1. Introducción

El mercado accionario es sumamente dinámico, en él los inversionistas se encuentran continuamente realizando transacciones, lo cual provoca fluctuaciones constantes en los precios de las acciones. Este dinamismo es lo que genera la necesidad por parte de los inversores de contar con la mayor cantidad de información disponible, para poder utilizarla a su favor y lograr obtener mayores beneficios.

Aquí la existencia de eficiencia en los mercados bursátiles juega un papel fundamental, debido a que por definición un mercado eficiente es aquel que refleja toda la información disponible, pública o privada, la cual se ve evidenciada en el precio de las acciones, por ende, en las utilidades obtenidas por los inversionistas. Al determinar si un mercado es eficiente los inversores podrán tener la seguridad que con la información disponible recibirán las ganancias que efectivamente les corresponden, ya que, en presencia de eficiencia el precio de las acciones tranzadas es el justo.

Durante las últimas décadas las economías emergentes se han transformado en una gran alternativa de inversión, esto gracias al desarrollo económico de los países de la región, siendo cada vez más los inversionistas que optan por invertir en uno o varios países emergentes de América Latina.

De acuerdo al informe publicado por el banco HSBC las economías emergentes de América

Latina que en 2050 formaran parte de las 100 economías más importantes a nivel mundial son: Brasil (7)¹, México (8), Argentina (19), Perú (26), Colombia (28), Chile (32), Venezuela (33), Ecuador (62), Bolivia (72), Paraguay (86) y Uruguay (88).

Es necesario mencionar que el término “economía emergente” es empleado para referirse a países con un rápido crecimiento en su economía e industrialización, para algunos economistas una economía es considerada como emergente si cumple con cinco condiciones: 1) posee riqueza de materias primas y recursos, 2) creciente número de trabajadores jóvenes, 3) goza de estabilidad política, 4) fuerte inversión extranjera directa y 5) dinámico crecimiento de consumidores locales (Calderon, 2012).

Uno de los países que más destaca por su desarrollo económico es Brasil. En los últimos años el mercado accionario brasileño ha experimentado un crecimiento significativo, el cual se ve reflejado en la capitalización de dólares en la Bolsa de Valores de Sao Paulo (BOVESPA), la cual aumentó aproximadamente doce veces entre los años 2002 y 2010. Por otra parte, su magnitud en términos de PIB pasó de 25 % en 2002 a 69 % en 2010, lo cual hizo que la BOVESPA ocupara la décima posición entre las mayores bolsas del mundo y la número uno en América Latina. El nuevo capital conseguido en el mercado bursátil de la BOVESPA en 2010 fue de USD 100,5 miles de millones, este valor fue el tercero más grande del mundo en el período, sólo por debajo de las bolsas de Nueva York y de Hong Kong. El crecimiento y potencial que presenta el mercado accionario de Brasil lo transforman en un caso digno de análisis.

1.2. Alcances de la investigación

El objetivo de la presente memoria de título es analizar la eficiencia en forma débil del mercado accionario de Brasil, para alcanzar tal objetivo primero se realizará la caracterización del mercado accionario brasileño, luego se determinará el conjunto de métodos que validan la eficiencia, para finalmente aplicar las pruebas de eficiencia y analizar los resultados con los cuales se podrá determinar si el mercado accionario de Brasil presenta eficiencia en su forma débil.

Este estudio corresponde a una investigación de tipo explicativo en cual por medio de la

¹Puesto en la lista “El mundo en el 2050”

correlación entre las observaciones de una serie permitirá determinar si existe presencia de eficiencia en forma débil en el mercado accionario de Brasil.

El período de análisis empleado se divide en dos, para el primer grupo compuesto por dos índices generales y dos acciones el período comprende desde enero de 1998 a septiembre de 2014, mientras que el segundo grupo compuesto por cuatro índices sectoriales el período de análisis es entre enero de 2007 y septiembre de 2014.

Los datos empleados de los índices y acciones son obtenidos vía web de la Bolsa de Valores de Sao Paulo.

1.3. Conceptos claves

- **Índice accionario:** Instrumento estadístico empleado para estudiar la evolución de los precios de las acciones que componen el índice.
- **Mercado bursátil:** Comprende todas aquellas operaciones que son organizadas y reglamentadas por instituciones formales y especializadas, denominadas Bolsas de Valores.
- **Serie de tiempo:** Secuencia de observaciones medidas en determinados momentos del tiempo, ordenadas cronológicamente y, espaciadas entre sí de manera uniforme.
- **Random Walk:** También llamada caminata aleatoria supone que los rendimientos sucesivos son independientes y que están idénticamente distribuidos en el tiempo.
- **Hipótesis de mercado eficiente:** Planteamiento de que los precios de mercado reflejan total e instantáneamente la información disponible.
- **Eficiencia débil:** El conjunto de información disponible es sólo los precios históricos.
- **Eficiencia semifuerte:** Los precios se ajustan a otra información además de los precios históricos, que es de disposición pública.
- **Eficiencia fuerte:** Aquí los inversores o determinados grupos tienen acceso monopólico a cualquier información útil para conocer los precios futuros.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Eficiencia como concepto

La hipótesis de mercados eficientes (HME), conocida por sus siglas en inglés EMH (efficient-market hypothesis), relaciona los precios de activos con la información con que disponen los inversionistas.

Fama (1970) define un mercado eficiente como aquel en el que los precios de las acciones reflejan plenamente toda la información disponible en cualquier momento. En su trabajo Fama además define tres subconjuntos de eficiencia de acuerdo a la información a la que se adaptan los precios de los activos, estos son; La eficiencia débil, semifuerte y fuerte.

A ésta definición Andrade (2004) añade que cualquier cambio o acontecimiento que ocurra en el mercado bursátil se transmitirá de manera inmediata en el precio de las acciones de manera insesgada. Es por esto que la eficiencia como concepto implica que no es posible obtener ganancias extraordinarias al negociar activos financieros en base a la información disponible.

Por su parte Aragoes & Mascareñas (1994) indican lo siguiente: “Si todos los títulos están perfectamente valorados, los inversores obtendrán un rendimiento sobre su inversión que será el apropiado para el nivel de riesgo asumido, sin importar cuales sean los títulos adquiridos” (p. 3). Por ende, se puede señalar que si se está en presencia de un mercado eficiente, todos los esfuerzos para detectar oportunidades de lograr rendimientos superiores a los normales resultan inútiles, es decir, el precio en un mercado eficiente es el justo, por lo que el rendimiento que se

puede obtener es el justo de acuerdo al nivel de riesgo de la inversión (Lopez, 2013).

Lo en 2008 (Ojeda, 2012) agrega que el concepto de la eficiencia de mercado puede percibirse de la siguiente manera: entre mayor eficiencia en el mercado, mayor aleatoriedad debe haber en la secuencia de cambios en los precios, por lo que el mercado más eficiente es uno en el cual el cambio en los precios es completamente aleatorio e impredecible. Esto no es naturalmente accidental, sino que es el resultado directo de muchos participantes activos del mercado que tratan de sacar provecho de su información (p.11).

2.1.1. Primeros estudios

El estudio de la eficiencia en los mercados accionarios ha sido ampliamente tratado a partir de la década de 1970s, aunque las bases del concepto de eficiencia nacen en 1900 en donde en una tesis doctoral Louis Bachelier deduce por medio del movimiento browniano que la esperanza matemática de las ganancias de un especulador financiero es cero (Brealey & Myers, 1998).

Cincuenta y tres años más tarde Maurice Kendall realizaba un estudio, cuyo objetivo era identificar ciclos regulares en los precios de las acciones, no obstante, no pudo encontrar ninguno, sino que cada una de las series parecía ser errática, los precios parecían seguir un recorrido aleatorio, esto indicaba que las variaciones en el precio eran independientes una de otras.

Posteriormente Samuelson (Ojeda, 2012), en 1965 señaló que en un mercado eficiente, desde el punto de vista de la información, los precios tienen que ser impredecibles y deduce que las tasas de retornos de activos son un juego justo, es decir, son igual a cero para cualquier conjunto de información.

A fines de la década de 1960s, el consenso académico indica que los precios de acciones son impredecibles, pero aún con este consenso, no hay una teoría claramente articulada de precios de activos financieros. La hipótesis de mercados eficientes es desarrollada y popularizada por Fama (1970), quien define que *“un mercado en el que los precios reflejan plenamente la información disponible es eficiente”*. Basado en los estudios de Samuelson, Fama (1970) expresa las condiciones de equilibrio de mercado en términos de tasas de retorno esperadas, valores que

son calculados en base al conjunto de información disponible Φ_t (Susmel, 2010).

Más tarde, Malkiel en 1992 (Susmel, 2010) formaliza una definición un poco más explícita de la HME, diciendo que “*un mercado es completamente eficiente si refleja toda la información para determinar los precios de los activos financieros. Formalmente, se dice que un mercado es eficiente con respecto a un conjunto de información si la revelación de información a todos los participantes no afecta a los precios de los títulos. Más aún, la eficiencia con respecto a un conjunto de información conlleva a que sea imposible obtener beneficios económicos en base al conjunto susodicho de información*” (p. 3).

2.1.2. La teoría de Eugene Fama

En su definición Fama menciona que los precios “reflejan plenamente” la información disponible en cualquier momento, pero esto es hablar de manera muy general, sin que se tenga alguna incidencia empírica comprobable, para poder hacer que el modelo sea comprobable se debe especificar con más detalle el proceso de formación de precios. Con respecto a esto Fama (1970) señala que una posibilidad es postular que los precios de equilibrio (o retornos esperados) sobre las acciones se generan como el modelo CAPM de Sharpe & Lintner, el cual indica que existe una relación lineal y positiva entre el rendimiento esperado de cualquier activo y su riesgo.

Fama (1970) menciona que todas las teorías de la clase de retornos esperados pueden ser escritas de la siguiente manera:

$$(2.1) \quad E(\tilde{P}_{t+1} | \Phi) = [1 + E(\tilde{r}_{t+1} | \Phi_t)]P_{j,t}$$

Donde E , es el operador esperanza, P_{t+1} el precio en $t + 1$, r_{t+1} el porcentaje de retorno del período $(P_{t+1} - P_t)/P_t$, Φ representa cualquier conjunto de información que se supone esta plenamente reflejada en el precio en el momento t y los tildes indican que \tilde{P}_{t+1} y \tilde{r}_{t+1} son variables aleatorias en t .

Por otra parte, Fama (1970) precisa que existen ciertas condiciones en el mercado que pueden ayudar o dificultar el ajuste eficiente de la información de mercado a los precios de las acciones. Estas son; (i) la existencia de un mercado en el que no hay costos de transacción en la negociación de valores, (ii) toda la información disponible es sin costos para todos los participantes del mercado y (iii) todos están de acuerdo sobre las implicaciones de la información actual y la distribución de los precios futuros de cada acción.

En un mercado que cumpla con estas condiciones, el precio actual de las acciones reflejara plenamente toda la información disponible, al contrario, un mercado en el que toda la información está disponible gratuitamente y los inversores están de acuerdo en sus implicaciones, no es representativo de los mercados reales.

Afortunadamente estas condiciones son suficientes para la eficiencia del mercado, pero no necesarias. Por ejemplo, el que los inversionistas tomen en cuenta toda la información disponible puede no necesariamente significar que cuando las transacciones tengan lugar los precios reflejen plenamente la información disponible. De igual manera el mercado puede ser eficiente si un número suficiente de inversores pueden acceder fácilmente a la información disponible. Por otra parte, el desacuerdo entre los inversionistas acerca de las implicaciones de la información dada no implica en sí mismo la ineficiencia del mercado, a menos que haya inversionistas que puedan hacer consistentemente mejores evaluaciones de la información disponible que está implícita en los precios de mercado.

Como conclusión se puede señalar que el que la información no esté disponible gratuitamente para todos los inversores, y que exista desacuerdo entre estos acerca de las implicaciones de la información dada no son necesariamente fuentes de ineficiencia del mercado, sino, que son fuentes potenciales de ineficiencia.

2.1.3. Características de la eficiencia del mercado accionario

Como se ha señalado, un mercado eficiente es aquel en el que no se pueden predecir los precios futuros de las acciones ni los cambios que en estos se produzcan, es decir, no se podrán determinar la tendencia del mercado y tampoco el nivel de los precios futuros. Pero para que esto ocurra se deben cumplir ciertas condiciones y deben existir factores que son determinantes para que el mercado pueda ser eficiente, con respecto a esto Mejía et al. (1992) indican lo siguiente:

Principales condiciones para que un mercado sea eficiente:

- Homogeneidad en las acciones intercambiadas, para facilitar el manejo de los valores dentro del mercado bursátil.
- Gran número de compradores y vendedores, para que haya un mayor intercambio y que nadie pueda influir en el comportamiento del mercado.
- Facilidad para entrar y salir del mercado, esto es, que no existan barreras de entrada para compradores ni vendedores.
- No obtención de rentabilidades superiores a las normales si los precios se comportan dentro de un período al alza o a la baja.

Factores de los que depende la eficiencia del mercado:

- La continuidad y la cantidad de las negociaciones.
- Disponer de publicaciones acerca de la información económica y financiera, tanto de las acciones como del ambiente macroeconómico que influye en el comportamiento del mercado bursátil.
- Existencia de una lista de valores que coticen en el mercado accionario que sea lo más amplia posible, esto para que exista una mayor diversificación en el mercado y que existan diversas posibilidades de inversión.
- Diversidad de los títulos que se cotizan en la bolsa, lo que permite a todos los sectores altos niveles de operatividad.

- La existencia de una moderada especulación, ya que así se activan los intercambios y la oferta y demanda se mantienen de manera dinámica.

2.1.4. Niveles de eficiencia

La eficiencia en los mercados puede presentarse en tres subconjuntos, de acuerdo con información disponible, estos son: la forma débil de eficiencia, la forma semifuerte y la forma fuerte de eficiencia.

Para estos tres niveles de eficiencia Lopez (2013) entrega las siguientes definiciones:

La forma de eficiencia débil sustenta que los precios actuales de los valores reflejan plenamente toda la información relacionada con la secuencia histórica de precios. Esto significa que un inversionista no puede mejorar su capacidad para seleccionar acciones basándose en el conocimiento del historial de precios, así como tampoco puede mejorar su habilidad de análisis sean cuales fueren los métodos aplicados a dicha secuencia.

La forma semifuerte sostiene que los precios actuales de las acciones reflejan totalmente toda la información públicamente disponible sobre las empresas emisoras, y que por ello no puede esperarse que los esfuerzos para adquirir y analizar dicha información (por ejemplo, a través de los informes anuales, anuncios de cambios en los dividendos sobre las acciones) garanticen tasas de rendimiento superior a las normales.

Por su parte la forma de eficiencia fuerte sostiene como tesis que incluso ni quienes poseen información privilegiada pueden beneficiarse de ella al emplearla en inversiones para asegurarse un rendimiento superior, pues cuando pretendan utilizarla en su beneficio el mercado habrá descontado ya los principales hechos (p.76).

De acuerdo a esta definición se elimina la posibilidad de obtener rendimientos extraordinarios en todos los niveles de eficiencia, independientemente de los métodos a utilizar. En el caso de eficiencia débil, el análisis técnico, en el caso de eficiencia semifuerte, el análisis fundamental y en el estudio de la eficiencia fuerte, cualquier tipo de análisis o método (Castillo et al., 2013).

Con el objeto de simplificar el entendimiento y la diferencia entre estas tres formas de eficiencia, Zablotsky (2001) muestra estos tres subconjuntos de manera gráfica, dependiendo de la información con la que se cuenta. La del centro corresponde a la forma débil de eficiencia, luego la forma semifuerte y finalmente cuando se cuenta con información pública y privada se esta hablando de una eficiencia fuerte (ver figura 2.1).

Figura 2.1: Niveles de eficiencia



Fuente: Zablotsky (2001)

2.1.5. Eficiencia débil de mercado

El presente estudio tiene por objetivo analizar la eficiencia débil en el mercado accionario de Brasil, por ello se profundizará más en la hipótesis de eficiencia débil.

La forma de eficiencia débil es aquella donde solamente se dispone de la secuencia de precios históricos. Bajo esta forma, los precios actuales de los activos financieros reflejan totalmente la información contenida en los movimientos previos de estos. Por ende, usando precios históricos es imposible construir una estrategia exitosa de especulación. También se puede decir que es imposible usar precios históricos para predecir los futuros movimientos de estos (Susmel, 2010).

De acuerdo a Mejía et al. (1992) bajo la forma débil de la eficiencia de mercado, las series históricas de precios de los valores no contienen información que pueda utilizarse para obtener una rentabilidad superior a la que podría obtenerse con una cartera formada por valores

seleccionados al azar. Es decir, los precios de los valores se determinan de manera totalmente aleatoria.

Aragones & Mascareñas (1994) agregan que bajo esta hipótesis los inversores no pueden obtener rentabilidades superiores analizando las series históricas (es decir, utilizando el análisis técnico, que se basa en el estudio de los gráficos representativos de la evolución pasada del precio) o ideando reglas de comportamiento de los precios basadas en ellas, puesto que todos los participantes del mercado habrán aprendido ya a explotar las señales que dichas series de precios pueden mostrar y actuarán en consecuencia.

Ojeda (2012) señala que de las diversas técnicas empleadas para este análisis, quizá la más frecuente sea el estudio de la autocorrelación serial de los precios o rendimientos de las acciones, utilizando como modelo de equilibrio la fijación de los precios de tal forma que los rendimientos esperados sean constantes. Entre los autores que realizan esta clase de contraste se encuentran: Fama (1965); Kendall (1953) y Moore (1962) que analizan las primeras diferencias logarítmicas de los precios diarios de las treinta acciones del Dow Jones Industrial. En los tres casos coinciden en su conclusión de no observar correlación serial significativa como para apoyar la existencia de dependencia lineal sustancial entre los cambios sucesivos de los precios de los títulos analizados.

Otro tipo de pruebas utilizadas para comprobar la independencia de los cambios sucesivos en los precios son las pruebas de corridas o rachas. Se entiende por una racha una sucesión de cotizaciones que tienen el mismo signo (aumento “ + ” o disminución “ - ”); bajo el supuesto de independencia, el número de corridas observado en una serie no debería diferir significativamente del de una serie de números aleatorios. Con base en estas pruebas, Fama (1965) no observa indicios de dependencia y señala en 1970 que la versión débil tiene considerable soporte empírico; comentando que las desviaciones encontradas en la literatura de la época no son económicamente significativas.

2.2. Tests de eficiencia

La literatura ha propuesto una serie de mecanismos para contrastar la eficiencia de los mercados bursátiles. Entre estos se encuentran principalmente.

2.2.1. Modelo de random walk

El concepto de eficiencia que se ha analizado supone implícitamente que las variaciones sucesivas de los precios (retornos) de los activos son independientes. Sin embargo, modelos más específicos ofrecen información más detallada acerca de los procesos estocásticos que siguen las variaciones en mención. El modelo más utilizado para explicar las variaciones en los precios o retornos de los activos, y para probar la eficiencia, ha sido el modelo random walk.

La utilización de la hipótesis de random walk se fundamenta en que si el flujo de información es continuo y abundante y, la información se refleja inmediatamente en los precios de los activos, los cambios en los precios de mañana reflejarán sólo las noticias de mañana y serán independientes de las variaciones de hoy. Sin embargo, las noticias son impredecibles por definición; por tal razón los cambios en los precios deberán ser impredecibles y aleatorios. Como resultado de lo anterior los precios reflejarán toda la información conocida e incluso inversionistas no profesionales, basando sus decisiones de inversión en los precios de mercado, obtendrán una tasa de retorno similar a la alcanzada por inversionistas expertos (Restrepo, 2012).

De acuerdo a esto Campbell, Lo y MacKinlay en 1997 establecen la siguiente clasificación (Castillo et al., 2013):

a) RWI: En este tipo de caminata los cambios en los precios siguen una distribución independiente e idénticamente distribuida, esto implica que los cambios en los precios de las acciones no están correlacionados. El comportamiento de los precios es representado de la siguiente manera:

$$(2.2) \quad X_t = \mu + X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Definiendo $X_t = \ln(P_t)$, μ como el valor esperado del cambio en el precio y el término de error $\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$.

También se puede representar como

$$(2.3) \quad r_t = \Delta X_t = \mu + \varepsilon$$

Donde r_t es el rendimiento esperado.

b) RWII: Este tipo de caminata es menos restrictivo que RWI, y sólo necesita que los cambios en los precios sean independientes, y no requiere distribuciones iguales. Este tipo de caminata considera la heterocedasticidad como una característica presente en las series de tiempo de los precios de los activos.

c) RWIII: Este tipo de caminata requiere únicamente que los cambios en los precios no estén correlacionados, es decir, $Cov[\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}] = 0$, aunque permite la existencia de dependencia entre ellos, $Cov[\varepsilon_t^2, \varepsilon_{t-k}^2] \neq 0$ para $k > 0$.

2.2.2. Razones de Varianza

Una característica importante de las tres hipótesis de random walk, es que la varianza de sus incrementos debe ser una función lineal del intervalo de tiempo. En el caso de RW, los retornos continuamente compuestos de un activo, $r_t \equiv \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$, son IID, por esta razón la varianza de $r_t + r_{t-1}$ debe ser el doble de la varianza de r_t . Haciendo uso de la propiedad anterior, es posible desarrollar un test estadístico, basado en la razones de varianza, para contrastar empíricamente la hipótesis de RW.

Considerando una serie estacionaria de retornos de un activo y definiendo $r_t(2) = r_t + r_{t-1}$, una razón de varianza (VR) se obtiene al dividir la varianza de la expresión anterior por dos veces la varianza del retorno de un período, r_t (Restrepo, 2012).

$$(2.4) \quad VR(2) = \frac{Var(r_t(2))}{2Var(r_t)} = 1 + \rho(1)$$

Es decir, la razón de varianza de los retornos de dos períodos sobre los retornos de un período por dos es igual a 1 más el coeficiente de autocorrelación de primer orden, $\rho(1)$. En caso de RW, todos los coeficientes de autocorrelación son iguales a cero, por tanto VR(2) es igual a 1.

Al realizar una generalización de 2.4 para retornos acumulados en q períodos se obtiene:

$$(2.5) \quad VR(q) = \frac{var(r_t(q))}{qvar(r_t)} = 1 + 2 \sum_{k=1}^{q-1} \left(1 - \frac{k}{q}\right) \rho(k)$$

Donde $r_t(q) = r_t + r_{t-1} + \dots + r_{t-k+1}$ y $\rho(k)$ es el coeficiente de autocorrelación k-ésimo de r_t .

2.2.3. Modelo de juego justo

De acuerdo a Restrepo (2012) el modelo de juego justo plantea que las condiciones de equilibrio de mercado pueden ser representadas en términos de precios esperados como se muestra en la siguiente expresión:

$$(2.6) \quad E[\tilde{P}_{t+1} | \Phi_t] = [1 + E(\tilde{r}_{t+1} | \Phi_t)] p_t$$

Donde p_t es el precio del activo en el período t , P_{t+1} su precio en $t + 1$, r_{t+1} la tasa de retorno para un período, Φ_t representa cualquier conjunto de información que es “completamente reflejado” en el precio. El uso del tilde indica la aleatoriedad de las variables. La ecuación 2.6 implica pues que la información contenida en Φ_t está totalmente reflejada en el precio de cualquier activo.

Al hacer uso de la ecuación 2.6 es posible derivar una de las implicaciones más importantes del concepto de eficiencia: la imposibilidad de realizar ganancias sistemáticas tomando decisiones de inversión únicamente sobre la base de la información contenida en Φ . Con el fin de mostrar lo anterior se define una variable X que representa el exceso del precio de cualquier activo sobre su valor esperado en el período $t + 1$, dado el conjunto de información disponible en t :

$$(2.7) \quad X_{t+1} = P_{t+1} - E(\tilde{p}_{t+1}|\Phi_t)$$

$$(2.8) \quad E(X_{t+1}|\Phi_t) = 0$$

De forma análoga, es posible definir una variable Z que represente el exceso en la tasa de retorno de cualquier activo y su valor esperado en el período $t + 1$, dado el conjunto de información disponible en t :

$$(2.9) \quad Z_{t+1} = r_{t+1} - E(\tilde{r}_{t+1}|\Phi_t)$$

$$(2.10) \quad E(Z_{t+1}|\Phi_t) = 0$$

Lo anterior indica que X_{t+1} y Z_{t+1} son juegos justos con el conjunto de información Φ_t debido a que no es posible obtener una tasa de retorno que exceda a la del resto de los inversionistas.

2.2.4. Correlación serial

La correlación serial o autocorrelación con rezago τ ofrece una medida de la relación de una variable aleatoria al momento t respecto a τ períodos anteriores. Por ejemplo, para la variable ε_t , definida como el cambio en el logaritmo de los precios desde el final del día $t - 1$ hasta el final del día t , la correlación serial para un intervalo τ es (Delfiner, 2002):

$$(2.11) \quad r_t = \frac{cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-\tau})}{var \varepsilon_t}$$

Si la distribución de los ε_t tiene una varianza finita, para muestras grandes valdrá que el error estándar de r_t , este dado por:

$$(2.12) \quad \sigma(r_t) = \sqrt{\frac{1}{N - \tau}},$$

Donde N es el tamaño de la muestra. Para valores de $N > \tau$, $\sigma(r_t) = \sqrt{\frac{1}{N}}$

2.2.5. Modelo de fijación de precios de activos de capital

Mejía et al. (1992) señalan que este modelo explica el comportamiento de los rendimientos requeridos de los valores, considerando su grado de riesgo no diversificable o de mercado. El riesgo no diversificable muestra el riesgo propio de un activo y además su contribución al riesgo de una cartera. El riesgo no diversificable no es el mismo para todas las acciones, sino que depende del comportamiento de cada valor en relación con el ambiente que afecta el rendimiento del mercado. Se calcula de la siguiente manera:

$$(2.13) \quad r_t = \alpha + \beta r_{m,t} + e_t$$

Donde, r_t es la tasa de rendimiento del activo en el período t , α el intercepto de la regresión o rendimiento autónomo, β el coeficiente que mide el grado de riesgo del activo con respecto al rendimiento del mercado, $r_{m,t}$ el rendimiento del mercado durante el período t y e_t el error aleatorio alrededor de la regresión lineal en el período t .

Se requiere que la regresión no viole los supuestos de la regresión por medio de mínimos cuadrados, para que β sea el mejor estimador lineal insesgado.

Con el propósito de evaluar el riesgo no diversificable de un valor es preciso determinar el coeficiente β , el cual se puede interpretar como el grado de respuesta de la variabilidad de sus rendimientos a la variabilidad del rendimiento del mercado. Si $\beta > 1$ entonces se tendrá que la variabilidad de los rendimientos de activo será mayor que la variabilidad de los rendimientos del mercado, es decir, el rendimiento del activo será más riesgoso que el rendimiento del mercado. Por el contrario si $\beta < 1$ entonces el activo será menos riesgoso que el rendimiento del mercado.

2.2.6. Ley de las Expectativas Iterativas

La implicación del concepto de eficiencia sobre la aleatoriedad de los cambios en los precios de los activos ha generado diversas confusiones. Hay quienes tienden a pensar que en un mercado eficiente los cambios en los precios de los activos no deben ser bruscos en lugar de aleatorios. Las personas tienden a creer que si los precios de los activos se basan en sus fundamentos no pueden ser aleatorios.

Con el fin de mostrar que un modelo de precios de activos basado en el valor presente es consistente con la aleatoriedad de los retornos de estos activos, es necesario recurrir a la Ley de las Expectativas Iterativas.

Se definen dos conjuntos de información I_t y J_t tal que $I_t \subset J_t$, es decir, toda la información de I_t se encuentra contenida en J_t , este último contiene información adicional, por tanto, es superior. Además, es necesario definir P_t como el precio de un activo en el período t , a su vez, éste puede ser expresado como el valor esperado de un fundamento V^* , condicionado al conjunto de información I_t .

$$(2.14) \quad P_t = E[V^*|I_t] = E_t V^*$$

De la misma forma, se define el precio del mismo activo en $t + 1$,

$$(2.15) \quad P_{t+1} = E[V^*|I_{t+1}] = E_{t+1} V^*$$

La esperanza del cambio de precio del activo en el siguiente período está dada por:

$$(2.16) \quad E_t[P_{t+1} - P_t] = E_t[E_{t+1} V^* - E_t V^*] = 0$$

Este resultado se deriva de $I_t \subset J_t$, por tanto

$$(2.17) \quad E_t[E_{t+1}(V^*)] = E_t[V^*]$$

De esta manera, los cambios en los precios no son predecibles dada la información contenida en I_t . Así, un modelo de valoración de activos basado en los fundamentos es consistente con el concepto de eficiencia.

El concepto de eficiencia explicado anteriormente, fue planteado en sus inicios, para el mercado de capitales. Sin embargo, este concepto puede ser extendido a otro tipo de mercados con características similares.

2.2.7. Contraste de Bartlett

Este contraste mide el coeficiente de autocorrelación para rezagos individuales e identifica aquellos que son estadísticamente significativos, sin tener en cuenta si sus predecesores lo son. Bartlett en 1946 demostró que una serie de tiempo es puramente aleatoria, es decir, si muestra ruido blanco los coeficientes de autocorrelación muestrales se distribuyen de manera normal con media = 0 y varianza =1, sobre el tamaño de muestra $1/n$, es decir, $\rho_k \sim N(0, \frac{1}{n})$. La decisión de rechazar la prueba de hipótesis se determina por la inclusión o no de 0 en el intervalo de confianza, si se incluye 0, no se rechaza la prueba de hipótesis de que $\rho_k = 0$, si se incluye se rechaza que $\rho_k = 0$ al 95 % de nivel de confianza.

2.2.8. Estadístico Q de Box-Pierce

El contraste de Box-Pierce se suele utilizar para revisar la random walk III (RWIII), y permite detectar la existencia de autocorrelaciones en ambos sentidos y para cada uno de los rezagos. La dificultad se tiene al seleccionar el número m de autocorrelaciones, ya que si se selecciona un número pequeño, puede fallar en la detección de procesos donde las correlaciones de los rezagos altos son importantes y si es demasiado grande puede tener poca potencia al incluir correlaciones de rezagos altos que en realidad no son significativos.

El estadístico Q_m se define de la siguiente manera:

$$(2.18) \quad Q_m = n \sum_{k=1}^m \rho^2(k)$$

Donde ρ_k es el coeficiente de autocorrelación, n el tamaño de la muestra, m el número de rezagos considerados al obtener el estadístico y k el orden de autocorrelación.

2.2.9. Estadístico LB de Ljung-Box

El contraste utilizado para muestras finitas, es el propuesto por Ljung & Box (1978), al igual que el contraste de Box-Pierce permite contrastar esquemas generales de autocorrelación. La hipótesis nula considera ausencia de autocorrelación. El estadístico LB se distribuye asintóticamente chi-cuadrado con $m - p - q$ grados de libertad.

$$(2.19) \quad LB = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \sim \chi_{m-p-q}^2$$

Donde ρ_k es el coeficiente de autocorrelación muestral, n el tamaño de la muestra, m el número de rezagos considerados al obtener el estadístico y k es el orden de autocorrelación, p y q son ordenes de los procesos de autocorrelación propuestos.

2.3. Evidencia empírica latinoamericana

Existen diversos estudios sobre la eficiencia aplicada a los mercados bursátiles de diversos países en América Latina. En el caso de Chile, Andrade (2004) utilizó el análisis técnico para medir la eficiencia de los títulos chilenos en el mercado bursátil. Para ello, configuró una plantilla de cálculo con el fin de simular inversiones en acciones del mercado chileno, este estudio demostró que el análisis técnico no permite producir retornos excesivos a la media.

Por su parte Acuña & Pinto (2009) estudiaron la eficiencia del mercado accionario chileno mediante la aplicación de los tests de Shiller, Cochrane, LeRoy & Parker, y Kleidon. Para ello primero conformaron una cartera de inversión constituida por 22 títulos bursátiles para el período comprendido desde julio de 1987 a junio de 2007. Este estudio encontró evidencia de exceso de volatilidad en los precios del mercado accionario, lo cual constituye una violación de la hipótesis de los mercados eficientes.

Mejía et al. (1992) consideran las acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores. Como métodos de análisis utilizaron las pruebas de rachas, pruebas de correlación serial y modelos de fijación de precios de activos de capital. Los resultados arrojados por estas tres pruebas indican que no todas las acciones siguen un comportamiento aleatorio y que en gran parte de ellas existe una alta correlación entre los precios de un día y los del día inmediatamente anterior. Por otra parte, se encontró que las acciones experimentan rendimientos muy superiores a los requeridos tomando el riesgo de mercado, esto quiere decir que el mercado accionario es eficiente pero sólo en su forma débil.

Otros estudio realizado en México es el realizado por Castillo et al. (2013) quienes consideran el Índice del Precio al Consumidor (IPC) para medir la autocorrelación existente y poder determinar si el mercado accionario mexicano es eficiente en su forma débil, lo cual fue demostrado. Es decir, efectivamente el mercado logro incorporar en sus precios toda la información disponible, lo que permitió obtener ingresos extraordinarios, por lo cual, es un mercado eficiente pero sólo en su forma débil.

Ojeda (2012) comprobó la eficiencia en su forma débil en el mercado accionario colombiano. Para esto se utilizaron los precios diarios del Índice General de la Bolsa de valores de Colombia (IGBC). Por medio de la aplicación de diferentes pruebas se rechazó la hipótesis de la eficiencia de mercado en su forma débil, debido a que los ciclos de precios pueden ser predichos. Entre las pruebas utilizadas se encuentran la prueba no paramétrica de Robinson y Lobato, la prueba KPSS modificada de Lee y Schmidt, la prueba del rango reescalado modificado de Lo y la prueba HML de Harris.

Agudelo & Gutiérrez (2011) estudian el efecto de los anuncios macroeconómicos en los mercados accionarios de América Latina. Es decir, se trata de probar la eficiencia en su forma semifuerte en seis países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú. Para ello se mide el efecto de anuncios de inflación, tasa de interés del banco central, PIB, balanza comercial y desempleo sobre los precios de las acciones.

La metodología emplea un modelo de series de tiempo univariados de volatilidad heterocedástica controlando los efectos de los rendimientos de índices internacionales y del tipo de cambio. La evidencia del estudio sugiere que los efectos de los anuncios sólo son significativos y con el signo esperado para la inflación en México, para la tasa de interés en Chile y Colombia

y para el desempleo en estos tres mercados. Por lo tanto, se concluye que los mercados accionarios latinoamericanos sólo reaccionan parcialmente a la información macroeconómica y no con total eficiencia.

En el caso del mercado peruano Delgado & Humala (1997) utilizan el análisis de cointegración para efectuar un estudio comparativo con otros mercados latinoamericanos. Las pruebas utilizadas fueron de estacionariedad, pruebas de autocorrelación serial, pruebas de rendimientos medios por día de la semana y análisis de volatilidad. En todas las pruebas utilizaron el Índice General Bursátil deflactado por el IPC para el período comprendido entre enero de 1982 y junio de 1996. Los resultados del análisis determinaron que existe autocorrelación positiva en períodos cortos y negativa en períodos largos, lo cual no necesariamente indica que el mercado sea ineficiente.

2.4. Evidencia de eficiencia en el mercado accionario de Brasil

Loaiza (2011) basa su estudio en el análisis y comparación de resultados de las pruebas de eficiencia en el mercado de opciones sobre el IBOVESPA en Brasil, con los resultados de dicha prueba en el mercado de opciones sobre el S&P500 en Estados Unidos. En el caso de Brasil se utilizan datos de precios de cierre y volúmenes correspondientes al total de 273 opciones call sobre el índice BOVESPA. Para el caso de Estados Unidos y el mercado de opciones sobre el índice S&P500 se utilizan los precios de cierre y los volúmenes negociados de 2669 opciones call para el mismo período de tiempo.

La metodología para realizar la prueba de eficiencia de los mercados de opciones sobre los índices BOVESPA (Brasil) y S&P500 (Estados Unidos) se basa, principalmente, en las metodologías establecidas en los estudios de Doidge & Wei (1998) y Ackert & Tian (2000). Doidge & Wei (1998) examinan la eficiencia en el mercado de opciones sobre el índice accionario Toronto 35. Por su parte, Ackert & Tian (2000), examinan la eficiencia del índice S&P500 usando relaciones teóricas de valoración bajo el principio de no arbitraje.

Para probar la eficiencia se realizan dos pruebas. La primera prueba consiste en una compa-

ración entre los rendimientos obtenidos con las estrategias óptimas que se negociaron y con los rendimientos obtenidos usando el criterio de la volatilidad implícita del mercado. En esta prueba, se espera una ineficiencia en el mercado siempre y cuando los rendimientos obtenidos con las estrategias óptimas sean superiores a los obtenidos en aquellas seleccionadas con base en la volatilidad implícita. En la segunda prueba se calculan los retornos semanales realizando una regresión de estos respecto a los rendimientos del índice (BOVESPA o S&P500) para evaluar la posibilidad de que los retornos de las estrategias no posean un riesgo sistemático y, por tanto, puedan generarse utilidades por encima del mercado que sean libres de riesgo.

Loaiza (2011) finalmente concluyó que el mercado de opciones de Brasil es ineficiente en base a los resultados obtenidos por las dos pruebas realizadas.

Duarte (2014) comprobó la eficiencia débil en cuatro mercados latinoamericanos Argentina, Brasil, Colombia y México, para ello utilizó el principal índice de cada mercado, en el caso de Brasil el Ibovespa además incluyó la empresa más representativa de cada índice.

Las pruebas empleadas para testear la eficiencia son la prueba BDS, el test LB y el contraste de Barlett, el período de análisis es el comprendido entre el 1 enero del 2002 y el 31 de agosto del 2012. La prueba BDS solamente encuentra evidencia de aleatoriedad desde 2010 para Brasil. Por el contrario mediante los test LB y Bartlett se identifica una disminución de las autocorrelaciones para Brasil, adicionalmente el test de Barlett identifica a Brasil junto con Colombia y México como los países con menor correlación serial.

Por su parte De Castro & Ribeiro (2007) analizaron el comportamiento del mercado accionario brasileño entre los años 2001 y 2005 para verificar la existencia de la eficiencia del mercado después de la ocurrencia de eventos (choques) favorable y desfavorable, para esto se realizó una regresión entre el Ibovespa y el Dow Jones, índice representativo de la bolsa de Nueva York.

La metodología utilizada fue en primer lugar el estudio de los acontecimientos basándose en Lamounier y Nogueira (2005) quienes miden el impacto de la información en el comportamiento dinámico de los precios y los retornos de las empresas en el mercado financiero y en segundo lugar utilizaron la metodología de Brown, Harlow y Tinic (1988), Shachmurove (2002) y Medeiros (2006), mediante la cual se realizó una regresión con la tasa de retorno del Ibovespa

y los retornos del Dow Jones, siendo los retornos del índice brasileño la variable dependiente y los retornos del norteamericano la variable independiente.

Para este estudio de Castro y Ribeiro consideraron como eventos positivos (favorables) aquellos en donde los residuos de la regresión tuvieron una desviación superior a +2,5 %, y como eventos negativos (desfavorables) los que tuvieron una desviación inferior a -2,5 %.

Este estudio encontró evidencia que en el período analizado el mercado brasileño presenta indicios de sobrerreacción tanto para eventos positivos como para los negativos. Esta tendencia de respuesta exagerada provocó el rechazo de las dos hipótesis de que el mercado brasileño es eficiente para eventos favorables o desfavorables. Se concluyó que durante el período en estudio, el mercado brasileño presentó pruebas que apoyan la hipótesis de una reacción exagerada después de los acontecimientos favorables y también después de los eventos adversos.

Borges et al. (2009) estudian el estado actual de la investigación ya realizada en Brasil de la eficiencia del mercado de valores, subdividida en tres tipos de eficiencia propuestos por Fama (1970). Tal análisis se compone de un estudio exploratorio, basado en la documentación e investigación electrónica. Borges et al. (2009) recopilaron datos de los principales congresos nacionales de la zona financiera, para identificar si los autores de esas obras aceptan o rechazan el HME, en su forma débil, semifuerte y fuerte. Como resultado, se observó que en los test de eficiencia débil estudiados, el 42 % de las obras aceptan HME y 58 % la rechaza. En las pruebas de forma semifuerte, el 100 % de la obra acepta el HME. Por último, las pruebas de la forma fuerte, el 100 % de la obra rechazan el HME.

De Camargos & Vidal (2003) recopilan información sobre el comportamiento financiero y la teoría de la eficiencia del mercado para tener una visión general de los estudios empíricos en el mercado brasileño, con el fin de obtener evidencia de la evolución de la eficiencia y hacer algunas observaciones, por lo cual realizan una compilación de diversos estudios en donde se intenta comprobar la eficiencia en sus tres formas. Entre los autores encontrados por Camargos y Vidal se mencionan Contador, Brito y Muniz, 1975, 1978 y 1980 respectivamente quienes utilizaron las acciones de la bolsa de Rio de Janeiro para comprobar si el mercado brasileño era eficiente en su forma débil.

Las conclusiones a las que arribaron estos autores son las siguientes: Contador (1975) quien

establece como objetivo probar el HME en su forma débil y semi-fuerte a través del análisis espectral y co-espectral concluye la ineficiencia del mercado brasileño, por su parte Brito (1978) se impone probar el HME en su forma débil en condiciones de inflación, no obstante al testear el mercado no encuentra apoyo empírico de HME en su forma débil en el período establecido, finalmente Muniz (1980) propone comprobar el HME en su forma débil a través del modelo de random walk, por medio del cual encontró evidencia de que el mercado incorpora de manera rápida la información disponible.

Capítulo 3

Caracterización del mercado bursátil brasileño

Brasil es uno de los cuatro países con un área mayor a 7 millones de Km^2 , una población mayor a 100 millones de habitantes, y un PIB mayor a 1.000 millones de dólares. Limita con 10 países sudamericanos. Más que un país es un continente, su extensión es casi el doble que la UE-27. Es el representante latinoamericano en el denominado grupo de los BRIC (Brasil, Rusia, India y China) de países con mayores perspectivas de crecimiento económico a nivel mundial (David, 2013).

3.1. Economía

Tras un largo período de incertidumbre y estancamiento la economía de Brasil ha estado creciendo a una tasa cercana al 4 % en la última década. El PIB per cápita en 2007 casi alcanza los 7.000 USD, más que triplicando la renta per cápita promedio de los otros BRIC y un 7 % superior al promedio de los otros países latinoamericanos. Para el mismo período su PIB sumó 1.314 mm USD, lo que representa el 41 % del PIB latinoamericano.

En comparación con los BRIC, el PIB de Brasil representa el 24 % del PIB agregado de Rusia, India y China en su conjunto. Sin embargo, Brasil como otras economías latinoamericanas, ha sido un país con una alta inestabilidad de precios. Hasta hace una década eran normales tasas de inflación superiores al 10 % anual, pero esta situación ha cambiado, en estos últimos años se

ha conseguido estabilizar y controlar la tasa de inflación, estableciéndose la meta del 4 % anual por parte del Banco Central de Brasil (BBVA, 2008).

Sin embargo, el crecimiento explosivo se detuvo en la segunda mitad de 2012 en donde el crecimiento fue mucho más bajo de lo que se esperaba y aunque el consumo privado se mantuvo relativamente sólido, apoyado por la fortaleza del mercado de trabajo, la inversión siguió contrayéndose, registrándose una expansión del 0,9 %. Luego de ésta contracción el producto interno bruto de Brasil logro recuperarse y en 2013 creció un 2,3 % respecto a 2012, de acuerdo con el informe de las Cuentas Nacionales divulgado por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), esta cifra supero las expectativas calculadas por 22 consultoras que pronosticaban un crecimiento del 2,2 %.

Tras haber entrado en recesión técnica en el segundo trimestre de 2014, la economía creció 1,5 % en julio respecto a junio, su mayor expansión mensual en los últimos seis años, según un índice divulgado por el Banco Central y que se considera previo al del Producto Interior Bruto (PIB).

El llamado Índice de Actividad Económica (IBC-Br), que el Banco Central utiliza para intentar anticipar el comportamiento del PIB, registró en julio de 2014 una inesperada recuperación tras dos meses consecutivos de contracción. En junio había caído un 1,51 % y en mayo un 0,46 %, un crecimiento mensual que no se registraba desde junio de 2008, cuando la llamada actividad económica aumentó un 3,32 % en comparación con mayo (EFE, 2014).

Gracias a esto Brasil ha conseguido aumentar su importancia en la economía global y se cree que en la próxima década se convertirá en el cuarto país que más contribuye al crecimiento mundial, sólo detrás de China, EE.UU. e India.

Este crecimiento económico ha ido acompañado de un desarrollo social, gracias en parte a programas implementados por los gobiernos brasileños, como el Programa Bolsa Familia (Gobierno de Lula da Silva, 2003) y el Plan Brasil sin miseria (Gobierno de Dilma Rousseff, 2011) lo que ha hecho que en Brasil haya crecido mucho la proporción de la clase media. En este sentido, se puede afirmar que el gran logro de Brasil en los últimos años es precisamente ése, la clase media es ya la clase social mayoritaria con más del 50 % de la población. Sin embargo, la tasa de pobreza sigue estando en torno al 25 % de la población, y 70 millones de

personas siguen siendo clase baja, lo que representa el 36 % de la población (David, 2013).

3.1.1. Principales sectores económicos

Brasil posee un gran potencial agrícola, es el primer productor mundial de café, caña de azúcar, naranjas, y uno de los primeros productores de soja. Actualmente, Brasil posee el 22 % de las tierras cultivables del planeta siendo el tercer exportador mundial de productos agrícolas.

Cuenta además con el mayor volumen de ganado comercial del mundo, siendo el segundo mayor productor mundial de carne de vacuno, el tercero de carne de pollo, y el primer exportador mundial de estos productos. Posee la segunda cabaña de ganado vacuno del mundo, con más de 200 millones de cabezas. Estos dos sectores ocuparon el 31 % del total exportado en 2010 y actualmente emplean en torno a 19 millones de personas, lo que representa el 21 % de la población ocupada.

Brasil es también un gran país industrial. La explotación de su riqueza en minerales lo coloca como el segundo exportador mundial de hierro y uno de los principales productores de aluminio y hulla. Cuenta con 28 plantas siderúrgicas con una capacidad instalada de 42.1 millones de toneladas/año y un consumo aparente de 18.6 millones de toneladas. Brasil es hoy el noveno productor de acero y el primero de América Latina, con un 88 % de la producción total del continente (Sabater, 2013).

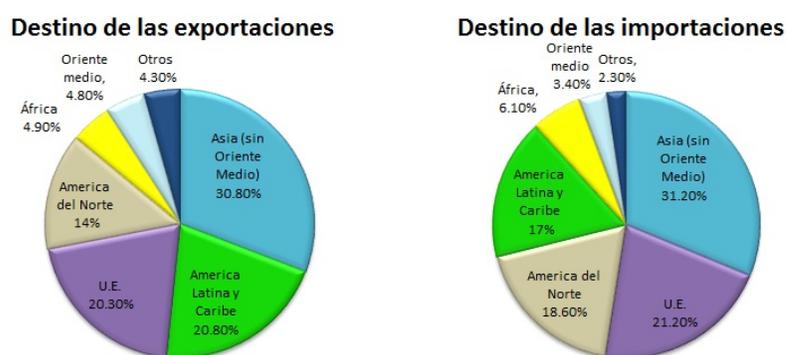
El sector terciario por su parte representa dos tercios del PIB y emplea al 60 % de la población activa. El país ha emprendido estos últimos años la producción de servicios con alto valor añadido, especialmente en el ámbito de la aeronáutica y las telecomunicaciones.

3.2. Comercio exterior

En cuanto al comercio exterior, cabe destacar la evolución tanto de las importaciones como de las exportaciones en los últimos años. En una década, tanto unas como otras se han cuadruplicado, no obstante, ha sido mayor el aumento de las exportaciones, lo que ha resultado en un saldo comercial con el exterior positivo desde 2002.

Asimismo, la diversificación tanto en importaciones como exportaciones representa una fortaleza de Brasil respecto a otros países de la zona. Cabe mencionar que Asia en general (y China en particular) se ha convertido en el principal socio comercial de Brasil, sobrepasando a los países latinoamericanos, a la Unión Europea, y a EE.UU. (los socios comerciales tradicionales de Brasil) (David, 2013).

Figura 3.1: Principales socios exportadores e importadores



Fuente: Latin America Hoy:

<http://latinamericahoy.es/2013/03/07/brasil-claves-crecimiento-economico/>

3.3. Bolsa de Valores de Sao Paulo

La Bovespa fue fundada el 23 de agosto de 1890 por Emilio Rangel Pestana. En 1960 la Bovespa era una empresa estatal y dependía de la Secretaría de Finanzas, luego con las reformas del sistema financiero y del mercado de valores llevadas a cabo entre 1965 y 1966 los mercados de valores asumieron un rol institucional que dura hasta hoy. En 2008 la Bovespa se asoció con la bolsa de mercados de futuros (BM&F), en conjunto las empresas forman la mayor bolsa de valores de América Latina (González, 2012).

La BM&FBOVESPA es una empresa que gestiona los mercados organizados de títulos, valores y contratos de derivados. Cuenta con un modelo de negocio diversificado e integrado, que ofrece el sistema de custodia completo proporcionando servicios de registro, compensación y liquidación, actuando principalmente como contraparte central garantizadora de la liquidación financiera de las operaciones llevadas a cabo en sus ambientes. La Bolsa permite a los clien-

tes llevar a cabo operaciones destinadas a la compra y venta de acciones, títulos de renta fija, transferencia de riesgos de mercado (hedge), arbitraje de precios entre mercados y/o activos, diversificación y asignación de inversiones y apalancamiento de posiciones (BM&FBOVESPA).

La Bovespa es la séptima bolsa de valores más grande e importante en el mundo y la primera en América Latina. En promedio se intercambian acciones por valores de 1.221,3 millones de reales cada día. En este mercado se cotizan alrededor de 550 compañías.

La capitalización de dólares en la Bolsa de Valores de Sao Paulo aumentó aproximadamente doce veces entre los años 2002 y 2010. Por otra parte, su magnitud en términos de PIB pasó de 25 % en 2002 al 69 % en 2010. El nuevo capital conseguido en el mercado bursátil de la BOVESPA en 2010 fue de USD 100,5 miles de millones, este valor fue el tercero más grande del mundo en el período, sólo por debajo de las bolsas de Nueva York y de Hong Kong (Dos Santos, 2011).

3.3.1. Índices de la Bovespa

El desempeño de los títulos que se tranzan en la Bovespa es medido por los siguientes índices amplios.

Índices amplios

Índice Bovespa (IBovespa:) Es el principal indicador de la Bovespa. Este indicador es el más representativo de la evolución de precios del mercado accionario de Brasil y muestra el comportamiento de las principales acciones tranzadas en el mercado de Sao Paulo. Se basa en una cartera compuesta por acciones que en conjunto representan el 80 % del volumen tranzado durante los últimos 12 meses y que han presentado operaciones al menos en el 80 % de las ruedas durante ese período.

La cartera septiembre-diciembre de 2014 de este índice está compuesta por 69 acciones, las diez acciones con mayor participación son las que se muestran en la tabla 3.1, en donde las

acciones con mayor participación son ITAUNIBANCO seguida por PETROBRAS. El total de acciones que componen esta cartera se pueden ver en la tabla 6.5 (ver anexo).

Tabla 3.1: Principales acciones del IBovespa

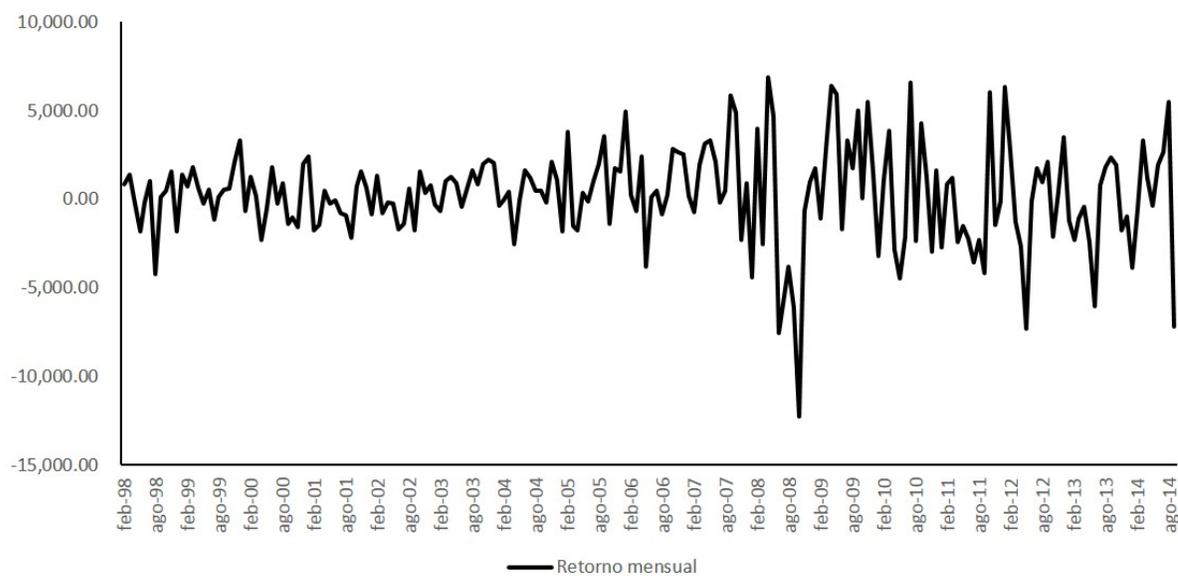
Acción	Cantidad Teórica	Part. (%)
ITAUNIBANCO (ITUB4)	2.668.819.056	10,199
PETROBRAS (PETR4)	4.035.202.846	8,91
BRDESCO (BBDC4)	2.029.637.010	8,83
PETROBRAS (PETR3)	2.708.517.105	5,63
AMBEV S/A (ABEV3)	3.300.544.590	5,22
VALE (VALE5)	1.878.758.554	4,76
VALE (VALE3)	1.262.807.257	3,59
BRF SA (BRFS3)	624.621.521	3,57
ITAUSA (ITSA4)	3.070.948.265	3,16
BRASIL (BBAS3)	869.869.347	2,80
CIELO (CIEL3)	665.068.406	2,67

Fuente: Elaboración propia

Brasil 50 (IBRX50): Es un índice que mide el retorno total de una cartera compuesta por 50 acciones elegidas entre las más negociadas en la BM&FBOVESPA en términos de liquidez. Fue diseñado para ser un referencial para los inversionistas y administradores de cartera y también para posibilitar el lanzamiento de derivados (futuros, opciones sobre futuros, y opciones sobre índice). Al igual que en el IBovespa las acciones con mayor participación son ITAUNIBANCO y PETROBRAS con un 10,34 y un 9,01 respectivamente (ver anexo).

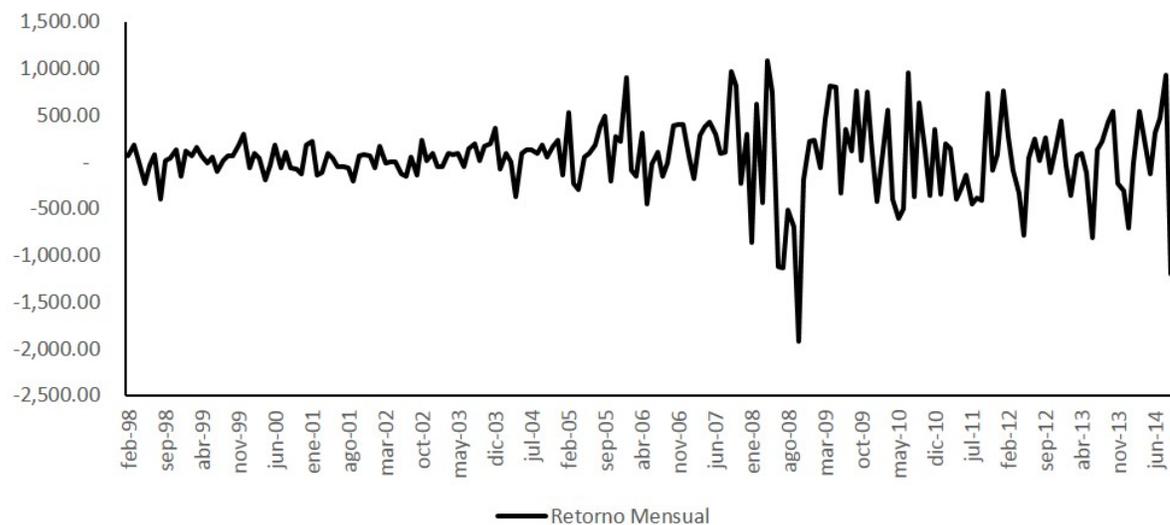
Las figuras 3.2 y 3.3 muestran el retorno de los precios de los Índice Bovespa y del Índice Brasil 50 durante el período en estudio. Se observa en ambas figuras que no existe una marcada tendencia de los retornos de los índices, sólo se aprecia una tendencia a la baja y luego al alza en el período abril-diciembre de 2008. Las tendencias a la baja o alza no superan los cuatro meses. Esto hace pensar a priori que las series de retorno siguen un random walk.

Figura 3.2: Índice Bovespa



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3: Índice Brasil 50



Fuente: Elaboración propia

Índices sectoriales

Los índices sectoriales tienen por objetivo proporcionar una visión segmentada del comportamiento de los mercados bursátiles. Están constituidos por las empresas cotizantes más importantes de sectores específicos, lo que representa una medida del comportamiento agregado del segmento económico considerado.

Los índices sectoriales del mercado accionario brasileño se desarrollan a continuación.

Índice de Energía Eléctrica (IEE): Es el primer índice sectorial de la BM&FBOVESPA, fue lanzado en agosto de 1996 con el objetivo de medir el desempeño del sector de energía eléctrica y promover el desarrollo del mercado de valores y su liquidez, creando nuevas oportunidades de negocios para los corredores y los inversionistas. De esa forma, se constituye en un instrumento que permite la evaluación del desempeño de carteras especializadas en ese sector.

Este índice está compuesto por 16 empresas del sector de energía eléctrica, todas con participaciones similares del 6 %. CESP posee la menor participación en esta cartera alcanzando un 6,119 % y con la mayor participación se encuentra Coelce con un 6,377 % de participación, la composición total de la cartera puede verse en la tabla 6.1 (Datos correspondientes a la cartera septiembre-diciembre de 2014).

Índice del sector industrial (INDX): Fue creado con el objetivo medir el desempeño de las acciones más representativas del sector industrial, importante segmento de la economía brasileña. Su cartera está compuesta por las 48 acciones más representativas de la industria, seleccionadas entre las más negociadas en la BM&FBOVESPA en términos de liquidez, y son ponderadas en la cartera por el valor de mercado de las acciones disponibles a la negociación.

Para poder integrar esta cartera las empresas deben cumplir con 3 requisitos: (I) ser emitida por una empresa clasificada en uno de los subsegmentos del sector industrial con el registro de comercio en la BM&FBOVESPA, (II) ser una de las 150 acciones con mayor índice de negociabilidad en los doce meses anteriores a la formación de la cartera y (III) haber sido negociada en al menos el 70 % de las sesiones ocurridas en los doce meses anteriores a la formación de la cartera.

Índice de consumo (ICON): El objetivo del índice de consumo es ofrecer una visión segmentada del mercado accionario, midiendo el comportamiento de las acciones de empresas representativas de sectores de consumo cíclico y no cíclico. Las acciones que componen esta cartera son seleccionadas por su liquidez y ponderadas en la cartera por el valor de mercado de las acciones disponibles para ser negociadas.

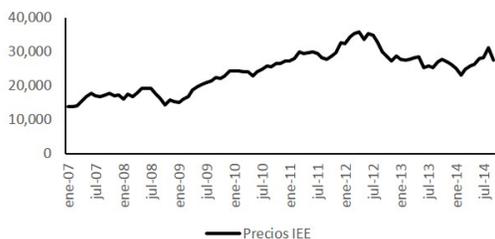
En la cartera del índice están incluidas las acciones que cumplan con los siguientes criterios, basado en los doce meses anteriores: (I) estar dentro del grupo de acciones cuyos índices de negociabilidad representan el 99 % del valor acumulado de todos los índices individuales, (II) la participación en términos de presencia en el parque debe ser igual al 95 % en el período. La misma empresa puede tener más de una acción en la cartera, siempre y cuando cada acción cumpla con los criterios de inclusión.

Índice financiero (IFNC): Este índice posee la cartera más pequeña de las analizadas, cuenta con sólo 15 acciones (ver tabla 6.2). El objetivo de este índice es proporcionar una visión segmentada del mercado de valores, midiendo el comportamiento de las acciones de empresas representativas de los sectores de intermediación financiera, servicios financieros generales y de pensiones y de seguros. Las acciones son seleccionadas por su liquidez y ponderadas en la cartera por el valor de mercado de las acciones disponibles para negociación.

Las empresas incluidas en el IFNC deben cumplir con los siguientes requisitos, basados en los doce meses anteriores: (I) el índice de negociabilidad debe representar el 99 % del valor total de todos los índices individuales y (II) la participación en términos de presencia en la sección bursátil debe ser igual o superior a 95 % en el período.

A continuación se presenta la evolución de los índices sectoriales durante el período de análisis.

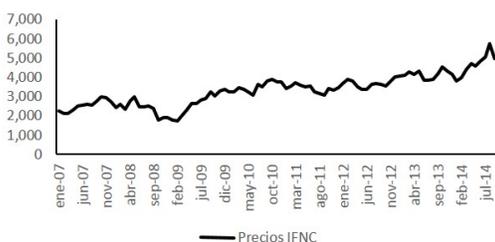
Figura 3.4: Evolución precios índices sectoriales



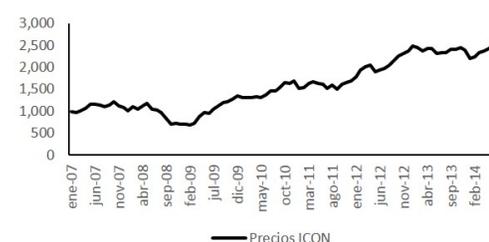
(a) Índice Energía Eléctrica



(b) Índice Industrial



(c) Índice Financiero



(d) Índice Consumo

Fuente: Elaboración propia

Las figuras 3.4 muestran la evolución de los precios de los índices sectoriales los cuales siguen una tendencia al alza durante el período en estudio. Se observa que todos los índices presentan fluctuaciones bastante similares en su precios durante igual período, sin embargo, el ICON presenta fluctuaciones menos pronunciadas, aunque el alza a partir de agosto de 2011 es bastante más acentuada aumentando en cerca de un 45 % en dicho período alzando los 2657 puntos.

Capítulo 4

Metodología

4.1. Descripción de datos

La base de datos utilizada en este estudio contiene los precios de cierre del último día del mes del Índices Bovespa (IBovespa) y el Índice Brasil 50 (IBRX50) además de las acciones de Petrobras y Banco Itaú. La utilización de estos índices es debido a la importancia que poseen en el mercado accionario de Brasil y la composición de sus carteras.

El IBovespa es el índice más antiguo de la Bovespa y su cartera esta compuesta por las 69 acciones con mayor negociación y representatividad del mercado de acciones brasileño. El índice IBRX50 es el segundo más importante de Brasil, mide el rendimiento total de la cartera teórica compuesta por 50 acciones seleccionadas entre las más negociadas en la BM&FBOVESPA en términos de liquidez, este índice tiene las mismas características del índice IBRX100, pero tiene las ventajas operativas de ser más fácilmente reproducido por el mercado.

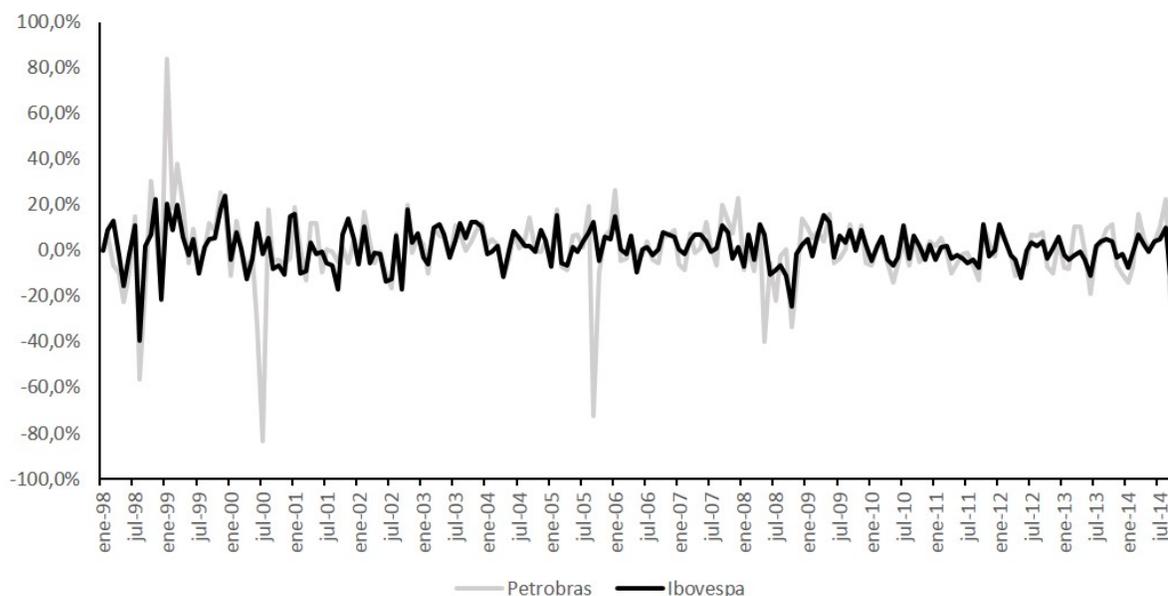
La elección de las acciones de Petrobras y Banco Itaú no es al azar, su elección se debe a que son las acciones con mayor participación de los índices IBovespa e IBRX50, siendo Itaú la acción con mayor participación en ambos índices y Petrobras la segunda en ambos índices. Por otra parte, como se aprecia en las figuras 4.1 y 4.2 son acciones representativas de los índices IBovespa e IBRX50 respectivamente, en las figuras se observa como las variaciones porcentuales de los precios de las acciones replican el movimiento de los índice prácticamente durante todo el período en estudio.

Por otra parte, se utilizarán además los precios de cierre del último día del mes de los índices sectoriales de energía eléctrica (IEE), del sector financiero (IFNC), de consumo (ICON) y el índice del sector industrial (INDX).

La base de datos compuesta por los índices generales con sus acciones representativas comprende el período desde enero de 1998 hasta septiembre de 2014, teniendo 201 observaciones por cada acción e índice. La segunda base de datos compuesta por los índices sectoriales abarca el período entre enero de 2007 y septiembre de 2014, teniendo 93 observaciones por cada índice sectorial.

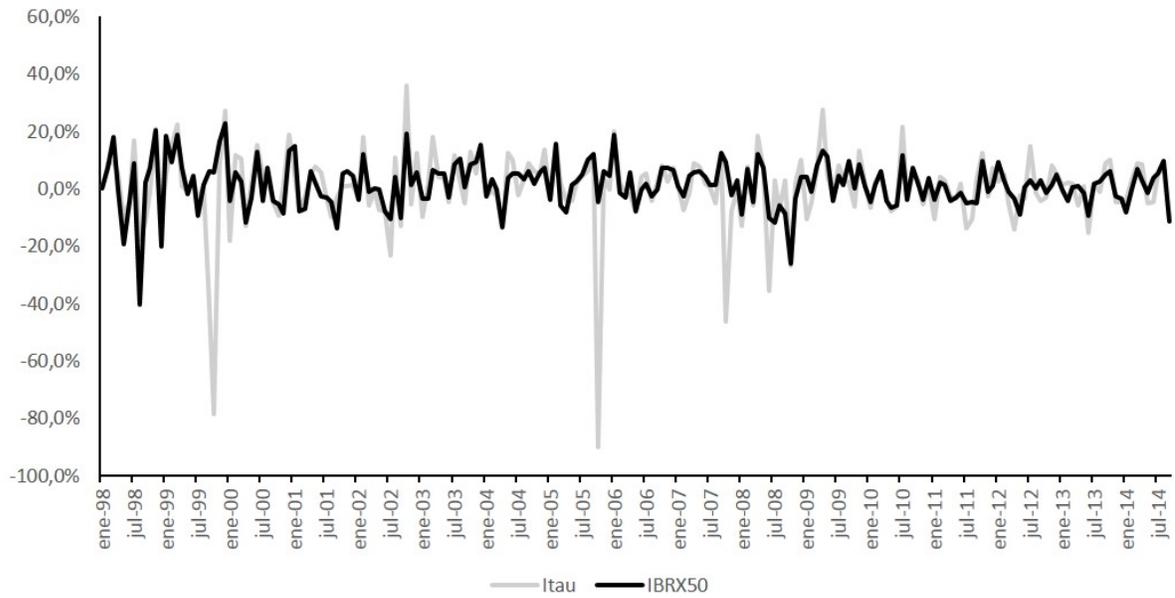
Los datos utilizados en ambas bases de datos fueron extraídos de la Bolsa de Valores de Sao Paulo.

Figura 4.1: IBovespa-Petrobras



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: IBRX50-Itaú

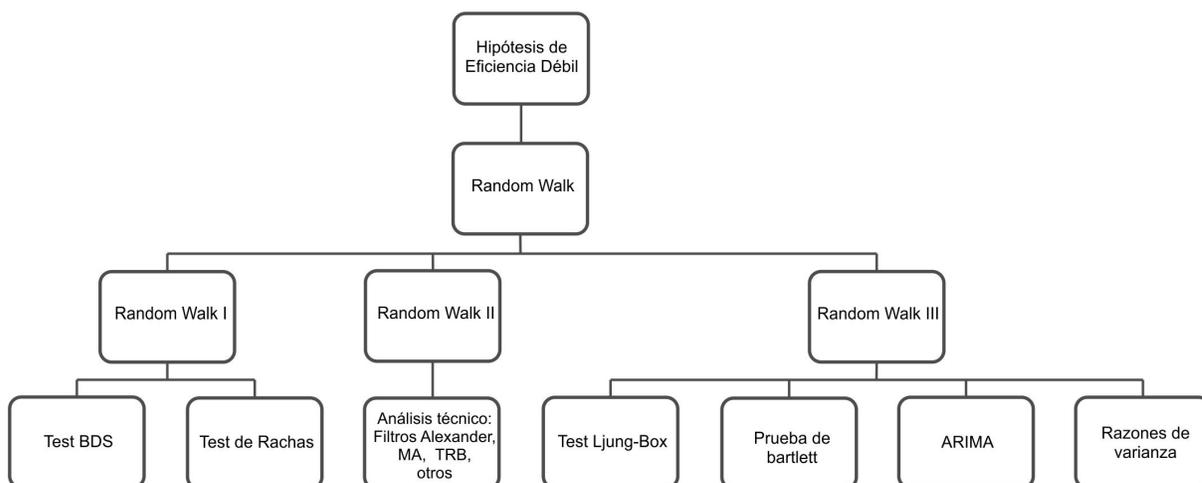


Fuente: Elaboración propia

4.2. Modelo a utilizar asociados a los tests de eficiencia

Existen diversos tests de *random walk* para medir la eficiencia de mercado en su forma débil, según Duarte (2014) los más empleados son:

Figura 4.3: Test de Eficiencia



Fuente: Elaboración propia a partir de Duarte (2014)

En esta investigación se aplicarán los test de razones de varianza, de rachas y de Ljung-Box, los cuales se describen a continuación:

a) Test de razones de varianza: El estadístico se fundamenta en el hecho de que si una serie sigue un comportamiento aleatorio, el cociente entre la varianza de X_t y q veces la varianza de X_{t-q} debe tender a uno, en el evento en que este cociente sea diferente a uno, se verifica estructura en los datos.

b) Test de rachas: Una buena definición de este test está dada por Mongay Fernández en 2011, quien manifiesta que la prueba de rachas contrasta la aleatoriedad con que aparecen los valores de una variable, esto es, permite confirmar si una muestra se ha extraído de forma aleatoria. Una racha es una secuencia de observaciones similares.

c) Test de Ljung-Box: Es una variante del estadístico de Box & Pierce (1970) que incrementa la potencia para muestras finitas. Es una versión mejorada del test Q, en el sentido de que es más potente para evaluar muestras pequeñas, siguiendo la misma ley de distribución asintótica.

La metodología utilizada para el cálculo de estos test se detalla a continuación.

4.2.1. Razones de varianza

El primer modelo a utilizar es el estadístico de razones de varianza (VR) propuesto por Lo & MacKinley (1988), el que se ha convertido en uno de los estadísticos modernos más usados para testear la hipótesis de random walk y que incorpora la posible heteroscedasticidad de los datos.

Este estadístico está basado en el hecho que si una serie, X_t , sigue un camino aleatorio, la varianza de $X_t - X_{t-1}$ es igual a la varianza de $X_t - X_{t-n}$ multiplicada por q , en donde X_t se define como $\ln P_t$. Bajo la hipótesis del camino aleatorio esta razón tiene que tener un valor muy cercano a uno. Si definimos el estadístico VR como la siguiente razón de varianza:

$$(4.1) \quad VR(q) = \frac{(1/q)var(X_t - X_{t-q})}{var(X_t - X_{t-1})} = \frac{\sigma_c^2(q)}{\sigma_a^2}$$

Para una muestra $nq + 1$ observaciones (X_0, X_1, \dots, X_{nq}) Lo & MacKinley (1988) estiman que $\sigma^2(1)$ y $\sigma^2(q)$ son denotadas por:

$$(4.2) \quad \sigma_c^2(q) = \frac{\sum_{k=q}^{nq} (X_k - X_{k-q} - q\hat{\mu})^2}{m}$$

y

$$(4.3) \quad \sigma_a^2 = \frac{\sum_{k=1}^{nq} (X_k - X_{k-1} - \hat{\mu})^2}{nq - 1}$$

Donde q es el número de períodos analizados y $\hat{\mu}$ es la media la cual se define de la siguiente manera:

$$(4.4) \quad \dot{\mu} \equiv \frac{1}{nq} \sum_{k=1}^{nq} (X_k - X_{k-1}) = \frac{1}{nq} (X_{nq} - X_0)$$

$$(4.5) \quad m \equiv q(nq - q + 1) \left(1 - \frac{q}{nq}\right)$$

y definen el estadístico de razones de varianza generalizado como:

$$(4.6) \quad \overline{M}_r(q) \equiv \frac{\sigma_c^2(q)}{\sigma_a^2} - 1$$

Bajo la hipótesis de homocedasticidad, en donde los disturbios ϵ_t , son independientes e idénticamente distribuidos de manera normal

$$(4.7) \quad H_0 : \epsilon_t \sim iid.N(0, \sigma_0^2)$$

Se establece la distribución asintótica del estadístico $\overline{M}_r(q)$ el que está dado por:

$$(4.8) \quad \sqrt{nq}M_r(q) \sim \sqrt{nq}\overline{M}_r(q) \sim N\left(0, \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q}\right)$$

En la práctica el estadístico definido en 4.8 podría ser normalizado en la forma habitual, definiendo el test estadístico normal estándar (asintóticamente):

$$(4.9) \quad Z(q) \equiv \frac{\sqrt{nq}\overline{M}_r(q)}{[\Phi(q)]^{1/2}} \sim N(0, 1)$$

Donde la varianza asintótica esta definida como:

$$(4.10) \quad \Phi(q) = \left(\frac{2(2q-1)(q-1)}{3q}\right)$$

Sin embargo, este estadístico no es robusto ante heterocedasticidad y puede llevar a que se

rechace la hipótesis nula de RWIII debido a que la varianza no es constante en el tiempo, es decir, los incrementos presentan heterocedasticidad. Para solucionar esto se establece un segundo estadístico, $Z^*(q)$, el cual es robusto ante heterocedasticidad. En tanto que los precios no estén correlacionados, incluso en presencia de heterocedasticidad, el cociente de varianza debería aproximarse a la unidad a medida que el número de observaciones aumenta. La hipótesis nula generalizada H_0 mencionada anteriormente es:

1. Para todo t , $E(\epsilon_t) = 0$ y $E(\epsilon_t \epsilon_{t-\tau}) = 0$, para $\tau \neq 0$.

2. $\{\epsilon_t\}$ es una perturbación con coeficientes $\phi(m)$ y tamaño $r/(2r-1)$ o es una perturbación con coeficientes $\alpha(m)$ y tamaño $r/(r-1)$, donde $r > 1$, tal que para todo t y para cualquier $\tau \geq 0$, exista algún $\delta > 0$ para el cual:

$$(4.11) \quad E|\epsilon_t \epsilon_{t-\tau}|^{2(r+\delta)} < \Delta < \infty$$

$$3. \lim_{nq \rightarrow \infty} \frac{1}{nq} \sum_{t=1}^{nq} E(\epsilon_t^2) = \sigma_0^2 < \infty$$

4. Para todo t , $\epsilon_t \epsilon_{t-j}, \epsilon_t \epsilon_{t-k} = 0$ para cualquier j y k diferente de cero donde $j \neq k$

Esta hipótesis nula asume que X_t posee incrementos no correlacionados y como $\overline{M}_r(q)$ sigue tendiendo a cero bajo H_0 se debe calcular la varianza asintótica para realizar las inferencias. Por lo tanto el estadístico $Z^*(q)$ es:

$$(4.12) \quad Z^*(q) \equiv \frac{\sqrt{nq} \overline{M}_r(q)}{\sqrt{\hat{\theta}}}$$

Donde:

$$(4.13) \quad \hat{\theta}(q) \equiv \sum_{j=1}^{q-1} \left[\frac{2(q-j)}{q} \right]^2 \hat{\delta}(j)$$

Con el estimador heterocedastico-consistente de:

$$(4.14) \quad \hat{\delta}(j) = \frac{\sum_{k=j+1}^{nq} (X_k - X_{k-1} - \hat{\mu})^2 (X_{k-j} - X_{k-j-1} - \hat{\mu})^2}{[\sum_{k=1}^{nq} (X_k - X_{k-1} - \hat{\mu})^2]^2}$$

4.2.2. Test de Rachas

El segundo test que se aplicará es el test de “rachas” empleado por Worthington & Higgs (2000). Este test determina si los cambios de precios sucesivos son independientes sin ser una condición necesaria que los retornos tengan una distribución normal.

En éste método cada retorno es clasificado de acuerdo a su posición con respecto a la rentabilidad media, por lo cual, un cambio positivo se produce cuando el retorno es mayor a la media, un cambio negativo cuando es menor que la media y el cambio cero cuando el retorno es igual a la media.

Para realizar esta prueba el primer paso es el calculo de la media de la serie de retornos. Luego se asigna la letra “A” a cada retorno que supera el valor de la media (cambio positivo) y “B” para los retornos que se encuentran por debajo de ésta (cambio negativo). Como consecuencia de esto se obtendrán las corridas, definiéndose éstas como una sucesión de símbolos idénticos, que son seguidas o precedidas por una letra distinta. Luego se calculan n_A y n_B que corresponden a los tamaños de la muestra A y B respectivamente. Siendo $n = n_A + n_B$

El número total de corridas en una serie de cualquier tamaño es un indicador para determinar si se trata de una serie aleatoria o no. Una serie aleatoria que no posea tendencia deberá producir una sucesión aleatoria de A y B. Es decir, una sucesión que no posea ni pocas ni muchas corridas. Una serie con cierta tendencia, o una con alta autocorrelación positiva tenderá a tener pocas corridas y una serie con autocorrelación negativa tenderá a tener demasiadas. Una serie aleatoria puede producir un número moderado de pequeñas corridas de A y B.

Para muestras donde n_A y n_B son mayores que 20 es necesario emplear la aproximación a

una distribución normal para determinar la región de rechazo con los siguientes parámetros:

$$(4.15) \quad \mu_U = \frac{2n_A n_B}{n} + 1$$

Donde μ_U es el número esperado de corridas, mientras que σ_μ es la desviación estándar del número de corridas y esta dada por:

$$(4.16) \quad \sigma_\mu = \sqrt{\frac{2n_A n_B (2n_A n_B - n)}{n^2 (n - 1)}}$$

Una vez obtenidos el valor esperado y la desviación estándar del número de corridas se aplica la siguiente hipótesis.

H_0 : A y B ocurren en orden aleatorio.

H_1 : A y B no presentan un comportamiento aleatorio.

Para contrastar dicha hipótesis se emplea el estadístico Z definido como:

$$(4.17) \quad Z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_\mu}$$

Donde U representa el número observado de corridas.

4.2.3. Estadístico LB de Ljung-Box

Finalmente se aplicará el estadístico LB de Ljung-Box. El cual en lugar de probar la aleatoriedad en cada desfase distinto, pone a prueba la aleatoriedad en general sobre la base de un número de rezagos.

Este test busca comprobar la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes de autocorrelación ρ_t de una serie son simultáneamente cero, es decir, que son independientes:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_k \dots = \rho_l = 0$$

$$H_1 : \text{Al menos un } \rho_k \text{ es diferente de } 0$$

El estadístico LB tiende a una distribución chi-cuadrado con l grados de libertad y esta definido como:

$$(4.18) \quad LB = n(n+2) \sum_{k=1}^l \left[\frac{\rho_k^2}{n-k} \right] \sim \chi_{l.g.l}^2$$

Con

$$(4.19) \quad \rho_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n e_t e_{t-k}}{\sum_{t=1}^n e_t^2} (k = 1, 2, \dots)$$

Donde n es el tamaño de la muestra, l la longitud del rezago y ρ_k el coeficiente de autocorrelación muestral.

Se rechaza la hipótesis nula si el estadístico $LB > \chi_{l.g.l}^2$, o si su p-valor es inferior al nivel de significancia dado.

Capítulo 5

Resultados y Discusión

A partir de la aplicación de los tests mencionados se obtuvieron los siguientes resultados.

5.1. Test de razones de varianza

Para esta prueba se trabajó con datos mensuales en el período comprendido entre enero de 1998 y septiembre de 2014 para el grupo de los índices generales y las acciones representativas de cada índice, mientras que los datos de los índices sectoriales fueron extraídos para el lapso de tiempo de enero de 2007 a septiembre de 2014. Se construyó el estadístico razones de varianza para incrementos homocedásticos, $Z(q)$, y para incrementos heterocedásticos, $Z^*(q)$, para todo el período muestral.

A partir de los estadísticos observados en la tabla 5.1 con un nivel de confianza del 95 % para $q = 8, 16, 24, 30, 35$ es posible mencionar lo siguiente.

Para un período de 8 meses ($q = 8$) se aprecia que la hipótesis nula de aleatoriedad bajo homocedasticidad se rechaza para los seis índices y dos acciones analizadas, el índice más alejado de la zona de no rechazo es el IBRX50 con $Z(8) = 35,20$, mientras que el más cercana es el ICON con $Z(8) = 7,36$. Esta situación de rechazo de la hipótesis nula se mantiene bajo la hipótesis de aleatoriedad heterocedástica aunque los estadísticos se encuentran más cerca de la zona de no rechazo, siendo Itaú el único caso en donde la brecha aumento de 21,37 bajo homocedasticidad a 30,33 bajo la hipótesis de heterocedasticidad.

Tabla 5.1: Razones de Varianza

Índice/Acción	q=8		q=16		q=24		q=30		q=35	
	Z(q)	Z*(q)	Z(q)	Z*(q)	Z(q)	Z*(q)	Z(q)	Z*(q)	Z(q)	Z*(q)
IBovespa	34,66	15,27	9,68	5,57	4,08	2,80	2,27	1,73	1,39	1,14
Petrobras	19,36	29,31	4,64	9,29	1,20	2,87	0,06	0,15	-0,31	-0,89
IBRX50	35,20	19,13	9,97	7,04	4,29	3,60	2,45	2,27	1,55	1,54
Itaú	21,37	30,33	4,91	9,26	1,42	3,22	0,51	1,27	0,06	0,16
IEE	8,82	3,02	1,52	0,69	0,05	0,03	-0,36	-0,22	-0,55	-0,36
INDX	8,39	3,14	1,30	0,64	-0,10	-0,06	-0,45	-0,29	-0,62	-0,44
IFNC	7,75	3,21	1,10	0,60	-0,19	-0,12	-0,52	-0,38	-0,69	-0,53
ICON	7,36	2,82	0,96	0,49	-0,25	-0,15	-0,54	-0,36	-0,69	-0,49

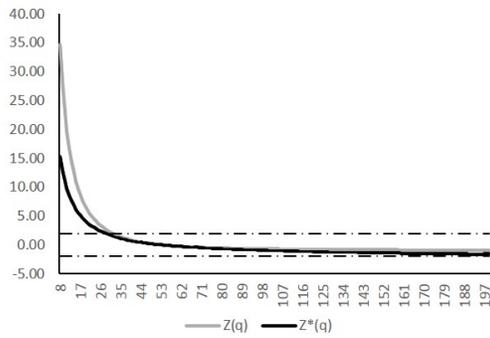
Fuente: Elaboración propia

En el caso de los índices sectoriales, para todos los q presentados en el cuadro, a excepción de $q = 8$, el estadístico tanto para homocedasticidad (Z) como heterocedasticidad (Z^*) cae en la zona de no rechazo, es decir, en el intervalo $[-1,96 - 1,96]$ (línea segmentada), con lo cual no se rechaza la hipótesis nula de aleatoriedad.

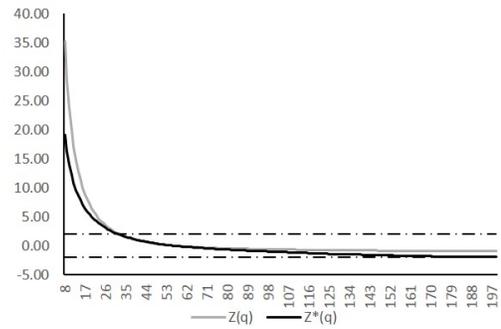
En cuando a los índices generales se observa que la hipótesis nula bajo heterocedasticidad no es rechazada por la Ibovespa en $q = 30$ y $q = 35$ y en $q = 35$ por el IBRX50, mientras que sus respectivas acciones representativas, no rechazan la hipótesis nula bajo incrementos heterocedasticos ni homocedasticos. Para los períodos anteriores se rechaza la hipótesis de aleatoriedad para incrementos heterocedasticos, lo mismo ocurre con la hipótesis homocedastica aunque en $q = 24$ las acciones Petrobras e Itaú no la rechazan.

A medida que el valor de q aumenta el estadístico para incrementos homocedasticos como para incrementos heterocedasticos comienza a disminuir para los índices y acciones analizadas, ésto se puede observar de mejor manera en las figuras 5.1 y 5.2, donde se puede apreciar la tendencia a la baja.

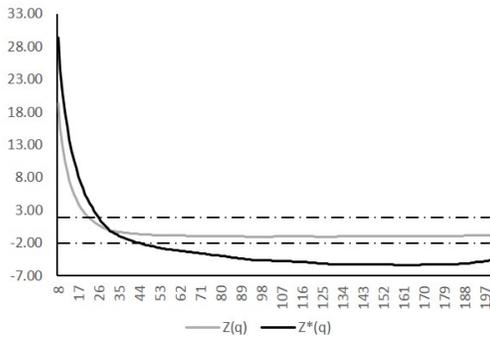
Figura 5.1: Razones de Varianza-Índices Generales/acciones representativas



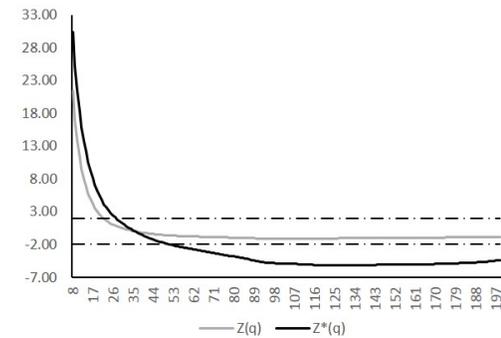
(a) IBovespa



(b) IBRX50



(c) Petrobras

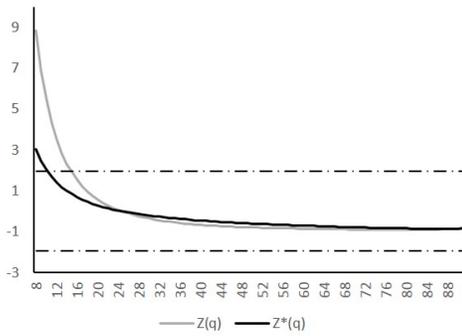


(d) Itaú

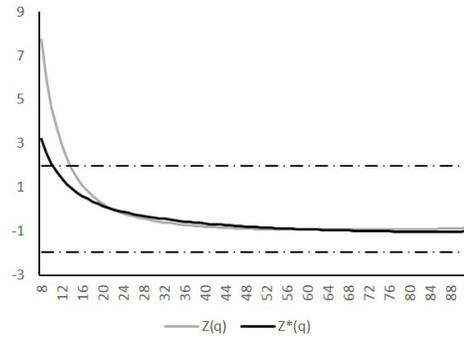
Fuente: Elaboración propia

En las figuras 5.1 se observa como todos los índices y acciones tienden a disminuir, hecho que fue notado por Lo & MacKinley (1988) en su estudio, señalando que la importancia del rechazo se vuelve más débil, ya que con esta disminución los estadísticos caen en la zona de no rechazo bajo la hipótesis de incrementos heterocedásticos a partir de $q = 29$, mientras que los índices sectoriales graficados en 5.2 caen en dicha zona a partir de $q = 11$.

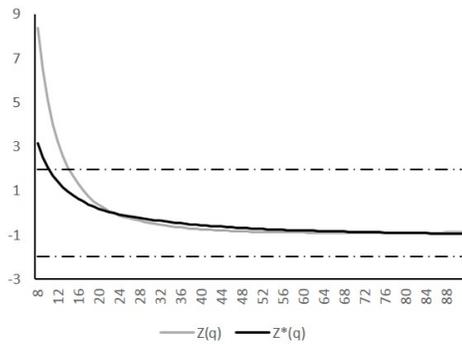
Figura 5.2: Razones de Varianza-Índices sectoriales



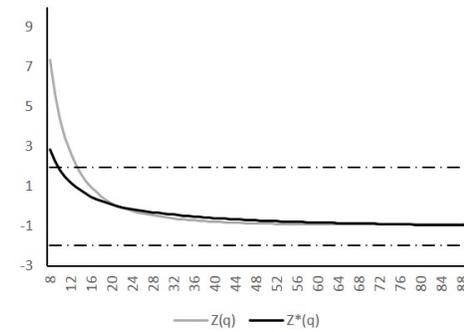
(a) Índice Energía Eléctrica



(b) Índice Financiero



(c) Índice Industrial



(d) Índice Consumo

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en las figuras de los seis índices que los estadísticos Z (para incrementos homocedasticos) son más altos que los estadísticos Z^* (para incrementos heterocedasticos) para $q < 25$, pero luego son prácticamente iguales siendo Z ligeramente mayor que Z^* , por el contrario, en las figuras de las acciones representativas se observa que Z es menor que Z^* hasta $q = 25$ pero luego es bastante menor, lo cual lleva a rechazar la hipótesis nula bajo incrementos heterocedasticos no así bajo la hipótesis de incrementos homocedasticos en donde se observa que Z se encuentra dentro de la línea segmentada en los casos de Petrobras e Itau, es decir, no rechazan la hipótesis nula bajo incrementos homocedasticos.

5.2. Tests de Rachas

En la aplicación de este test se trabajó con 201 observaciones para los índices generales y las acciones representativas (primer grupo), y con 93 observaciones para los índices sectoriales (segundo grupo). Al calcular el retorno de los índices a partir de los precios se obtuvieron 200 observaciones para el primer grupo y 92 para el segundo grupo. La región de rechazo se determinó utilizando un nivel de significancia de 0,05, siendo los límites del estadístico Z , de distribución normal de -1,96 y 1,96.

Los resultados que se obtuvieron al aplicar la prueba de rachas se pueden apreciar en los cuadros 5.2 y 5.3.

Tabla 5.2: Test de rachas: datos obtenidos

Índice/Acción	Media	Casos A (n_A)	Casos B (n_B)	Total de casos (n)
IBovespa	221,978	104	96	200
Petrobras	-1,110	124	75	199
IBRX50	41,057	109	91	200
Itaú	-2,895	148	52	200
IEE	148,054	52	41	92
INDX	50,574	51	41	92
IFNC	29,528	43	49	92
ICON	17,531	52	40	92

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5.2 se muestra el total de casos mayores y menores a la media de los retornos, n_A y n_B , como se menciono anteriormente se trabajó con 200 observaciones para los índices generales y las acciones representativas, sin embargo, se aprecia que Petrobras tiene 199 observaciones, esta situación ocurre debido a que una observación no presento variación con respecto a la media.

Tabla 5.3: Resultados obtenidos a partir del test de rachas

Índice/Acción	N. esperado corridas	N. observado corridas	Estadístico Z
IBovespa	100,84	95	-0,829
Petrobras	94,47	88	-0,979
IBRX50	100,19	98	-0,313
Itaú	77,96	76	-0,362
IEE	47,35	39	-1,737
INDX	46,46	40	-1,370
IFNC	46,80	45	-0,380
ICON	46,22	39	-1,540

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos se observa lo siguiente.

De los seis índices analizados todos mostraron un comportamiento aleatorio, es decir, para todos los índices, tanto generales como sectoriales, no se rechaza la hipótesis nula de que los retornos siguen un camino aleatorio (RW). Dicha situación se replica en las acciones representativas analizadas (Petrobras e Itaú), lo cual significa que los retornos de estas acciones también muestran un comportamiento aleatorio.

Al analizar los resultados obtenidos en el cuadro 5.3 es posible apreciar que existe una relación entre el número esperado y el número observado de corridas, la diferencia entre ambos determinará que tan cerca o lejos se encontrará el estadístico de la zona de rechazo.

Esta situación puede observarse en el índice de energía eléctrica (IEE) y el de consumo (ICON), el primero tiene una diferencia de 17,6 % entre las corridas esperadas y las corridas observadas, mientras que el ICON tiene una diferencia de 15,6 %, mientras que el IBRX50 y el Itaú que son las más cercanas a 0 tienen una diferencia de un 2,2 % y 2,5 % respectivamente.

Para comprobar y demostrar esta situación se modificaron arbitrariamente los valores de las acciones mencionadas anteriormente, en el caso del IEE y el ICON se igualo el número observado de corridas al número esperado de estas, mientras que para el IBRX50 e Itaú se aumentaron las corridas observadas al doble de las esperadas obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 5.4: Test de rachas: segunda prueba

Acción	N. esperado corridas	N. observado corridas	Estadístico Z
IEE	47,35	47	-0,072
ICON	46,22	46	-0,046
IBRX50	100,19	201	14,410
Itaú	77,96	155	14,214

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5.4 se comprueba que al disminuir la diferencia entre las corridas esperadas y corridas observadas el valor del estadístico también disminuye, situación ocurrida en los primeros dos índices. En el segundo caso donde las corridas observadas doblaron las esperadas el valor del estadístico fue por sobre 14 en ambos casos .

A partir de los resultados obtenidos se puede inferir que mientras mayor sea la diferencia entre las corridas esperadas y corridas observadas más lejos se encontrará de la zona de no rechazo, si la diferencia es cercana a 0 el valor del estadístico Z también tenderá a 0, situación que puede ser observada en la segunda prueba de rachas realizada.

Es posible inferir además que si la diferencia entre las corridas esperadas y corridas observadas es negativa el estadístico Z tenderá a la cola izquierda, situación que es apreciada en el cuadro 5.3, donde esta diferencia fue negativa en todos los casos al igual que el valor del estadístico.

5.3. Tests de Ljung-Box

La aplicación de este test se realizó utilizando el programa Stata.12. Para la aplicación del test el programa no permite dos observaciones iguales por lo cual se debió aproximar las observaciones duplicadas al número siguiente o anterior, por ejemplo, se tenían dos observaciones igual a 14 por lo cual un valor debió aproximarse a 13 o 15. En los caso en los cuales no se pudo aproximar ni al valor inmediatamente inferior o superior por encontrarse ya este valor en la base de datos se procedió a eliminar el valor duplicado, siguiendo con el ejemplo en el caso que el valor 13 y 15 ya se encontrasen en la base de datos una observación de valor 14 debió ser

eliminada.

Las bases de datos en las cuales se tuvieron que eliminar datos son las acciones de Petrobras e Itaú, quedando con 110 y 126 observaciones respectivamente. En el caso de los índices sólo fue necesario realizar la aproximación de los datos quedando con el número de observaciones originales, es decir, 201 datos para IBovespa e IBRX50 y 93 para los índices sectoriales.

Los resultados de la aplicación del test se pueden observar en el cuadro 5.5, donde se muestran los resultados del estadístico LB para los rezagos (Lags) de 1 a 10 y para 15 y 20, además se puede observar el p-valor del estadístico, recordando que es utilizado para rechazar o no la hipótesis nula, no se rechazara si el p-valor es mayor que el nivel de significancia del 0,05, por ende, se rechazara la hipótesis nula de ruido blanco si $p\text{-valor} < 0,05$.

Tabla 5.5: Estadísticos asociados al test de Ljung-Box

Lags	Índice/Acción								
	LB	IBovespa	Petrobras	IBRX50	Itaú	IEE	INDX	IFNC	ICON
1	LB	0,0265	13,971	1,1193	8,2866	0	0,08512	0,17432	1,4816
	$p > LB$	0,8707	0,0002	0,2901	0,0040	1,0000	0,7705	0,6763	0,2235
2	LB	0,0265	21,104	1,4821	15,192	0,006	0,08513	0,18589	1,9167
	$p > LB$	0,9868	0,0000	0,4766	0,0005	0,9970	0,9583	0,9112	0,3835
3	LB	0,0265	26,041	1,845	19,61	0,01558	0,09052	0,18671	2,3864
	$p > LB$	0,9989	0,0000	0,6052	0,0002	0,9995	0,9930	0,9797	0,4962
4	LB	0,0265	31,601	2,4686	24,396	0,0437	0,09075	0,18972	2,4432
	$p > LB$	0,9999	0,0000	0,6503	0,0001	0,9998	0,9990	0,9958	0,6548
5	LB	0,0265	37,041	3,1402	37,847	0,0437	0,09078	0,21008	2,5268
	$p > LB$	1,0000	0,0000	0,6784	0,0000	1,0000	0,9999	0,9990	0,7725
6	LB	0,15053	42,617	3,4719	41,557	0,0437	0,09078	0,2276	2,9443
	$p > LB$	0,9999	0,0000	0,7477	0,0000	1,0000	1,0000	0,9998	0,8158
7	LB	0,15518	54,41	4,136	45,553	0,05003	0,12696	0,2276	3,5232
	$p > LB$	1,0000	0,0000	0,7640	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8328
8	LB	0,17023	64,008	4,8174	50,479	0,05003	0,12703	0,2276	3,7729
	$p > LB$	1,0000	0,0000	0,7769	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,8770
9	LB	0,17023	68,213	5,513	54,336	0,0671	0,15605	0,2279	3,865
	$p > LB$	1,0000	0,0000	0,7875	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9201
10	LB	0,17023	74,342	5,6663	62,697	0,07187	0,15638	0,25584	3,8816
	$p > LB$	1,0000	0,0000	0,8425	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9525
15	LB	0,26492	107,26	8,6382	81,775	0,23088	0,25309	0,28449	6,9399
	$p > LB$	1,0000	0,0000	0,8957	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9593
20	LB	0,36387	137,65	11,823	94,867	0,25424	1,4214	0,52042	9,3691
	$p > LB$	1,0000	0,0000	0,9220	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9782

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos se advierte que:

Para los seis índices analizados con 1 rezago ($lag = 1$) la hipótesis nula de ruido blanco no se rechaza (ver cuadro 5.5), lo cual quiere decir que las series no presentan correlación con la observación inmediatamente anterior, dicho de otra manera X_t y X_{t-1} no se encuentran correlacionadas, sin embargo, esto no sucede en el caso de ambas acciones analizadas en donde se rechaza la hipótesis de ruido blanco.

Para los siguientes rezagos analizados ($lag = 2, 3, \dots, 10, 15$ y 20) la situación descrita se replica, es decir, la hipótesis nula de ruido blanco no es rechazada en el caso de los índices analizados. De todos ellos los que se encuentran más cercanos a la zona de rechazo son el índice general IBRX50 y el índice sectorial ICON, aunque se encuentran muy lejos de esta zona su p-valor es ligeramente menor al de los otros índices.

En el caso de las acciones Petrobras e Itaú se sigue rechazando la hipótesis nula en cada uno de los rezagos analizados. Se puede observar que el p-valor de Petrobras es 0 a partir de $lag = 2$, mientras que para Itaú este resultado se da a partir de $lag = 5$, esto quiere decir que para ambos casos los datos de la serie se encuentran correlacionados para distintos momentos del tiempo analizado.

Capítulo 6

Conclusiones

El propósito de este estudio es comprobar la eficiencia del mercado accionario de Brasil. En el logro de este objetivo se aplicaron tres tests del tipo random walk a dos grupos de índices pertenecientes al mercado accionario brasileño. Este análisis se realizó para el período comprendido entre el mes de enero de 1998 a septiembre de 2014 para el primer grupo compuesto por los índices generales Ibovespa e IBRX50 y las acciones de Petrobras e Itaú, mientras que para el segundo grupo conformado por los índices sectoriales de Energía Eléctrica (IEE), Industrial (INDX), Financiero (IFNC) y de Consumo (ICON) el período de estudio fue entre enero de 2007 a septiembre de 2014.

La literatura postula que un mercado eficiente en forma débil es aquel que refleja plenamente la información de los precios históricos, incorporando de manera inmediata dicha información a los precios actuales, debido a que la información surge de manera aleatoria, los precios deberían seguir también un comportamiento aleatorio, no existiendo patrones que permitan obtener rendimientos superiores a partir del análisis de las series de precios. El objetivo de estos tests es analizar precisamente si existe correlación entre distintas observaciones de una misma serie, esto es, determinar si la serie sigue un comportamiento aleatorio.

Tras la aplicación del enfoque metodológico seleccionado, es posible arribar a las siguientes conclusiones:

En el primer test aplicado, razones de varianza, se testeó la hipótesis nula de aleatoriedad bajo incrementos homocedasticos (Z), sin embargo, la varianza de los retornos no es igual a

través del tiempo sino que es heterocedástica, por lo cual se aplicó el estadístico Z^* que prueba la misma hipótesis nula de aleatoriedad pero es robusto para incrementos heterocedásticos.

Al aplicar este test se encontró evidencia de aleatoriedad bajo la hipótesis de incrementos heterocedásticos a partir de $q = 11$ para los índices sectoriales, mientras que para los índices generales no se rechaza esta hipótesis a partir de $q = 29$. Por su parte las acciones Petrobras e Itaú no rechazan esta hipótesis para todos los períodos, sólo en un período de 20 meses, en otras palabras, aceptan la aleatoriedad solo durante 20 períodos, para los otros 180 meses analizados esta hipótesis es rechazada.

No se considera la hipótesis bajo incrementos homocedásticos debido a que la varianza de los retornos no es constante a través del tiempo, por ende, el estadístico Z no es tan confiable como Z^* .

A partir de los resultados obtenidos con la aplicación del test de rachas se encontró evidencia de un comportamiento aleatorio por parte de los retornos de los seis índices analizados, es decir, con un 95 % de confianza no se rechazó la hipótesis nula que postula que A y B ocurren en orden aleatorio, esto es, que los cambios positivos y negativos con respecto a la media ocurren de manera aleatoria. Esta situación es replicada por las acciones analizadas, esto significa que las series de retornos de Petrobras e Itaú también siguen un random walk.

Con los resultados obtenidos se encontró además evidencia de una directa relación entre las corridas esperadas y las observadas, situación que fue ratificada con la manipulación arbitraria del número de corridas observadas, confirmando que a mayor diferencia entre las corridas esperadas y las corridas observadas mayor será el valor del estadístico, por ende, este se encontrará más alejado de la zona de no rechazo o “aceptación”, por el contrario si la diferencia entre ambas corridas es cero el valor del estadístico también será cero.

Finalmente se aplicó el test de Ljung-Box para el cual fue necesario eliminar prácticamente la mitad de las observaciones de las acciones Petrobras e Itaú debido a que las observaciones se encontraban duplicadas y no fue posible realizar una aproximación de estas ya que el valor al cual se debía aproximar ya se encontraba en la serie, esta situación puede haber influido en los resultados obtenidos para las series de Petrobras e Itaú, los cuales se mencionan a continuación:

Los resultados del estadístico LB arrojaron que todos los índices analizados tanto los generales como sectoriales no presentan correlación para diferentes rezagos analizados ($lag = 1, 2, \dots, 10, 15 \text{ y } 20$), esto quiere decir que las series son aleatorias, esta situación a diferencia de los resultados obtenidos con el test de rachas, no es replicada por las acciones, es decir, Petrobras e Itaú rechazan la hipótesis de aleatoriedad para todos los rezagos.

El no rechazo de la hipótesis de aleatoriedad por parte de los índices y de rechazo por parte de las acciones es confirmada con los valores arrojados por el p-valor del estadístico.

Para la conclusión de si el mercado accionario de Brasil es eficiente o no se dejara fuera a las acciones analizadas por dos motivos. El primer motivo para no considerar los resultados obtenidos para las acciones Petrobras e Itaú es debido a los resultados obtenidos en el test razones de varianza, en donde las acciones rechazan la hipótesis de aleatoriedad bajo incrementos heterocedasticos, no obstante, no la rechazan bajo homocedasticidad hecho que debe ser analizado con más detalle. La segunda razón por la cual se deja fuera a las acciones para la conclusión final es debido a la eliminación de observaciones para la aplicación del test de Ljung-Box, hecho que pudo haber alterado el valor arrojado por el estadístico, situación que igual debe ser analizado con más detalle.

De acuerdo a lo anterior y en base al análisis conjunto de los tests aplicados es posible concluir que los dos índices generales y los cuatro índices sectoriales siguen un comportamiento aleatorio, con lo cual es posible inferir que el mercado accionario de Brasil presenta eficiencia en su forma débil. Cabe señalar que las acciones rechazan la hipótesis en dos de los tres tests empleados lo cual indica que las series de las acciones presentan autocorrelación, sin embargo, dichos tests es en donde se presentan situaciones que deben ser analizadas con mayor detalle.

Las conclusiones de este estudio es comparable sólo con dos trabajos de los encontrados. El primero es Duarte (2014) quien comprobó la eficiencia débil del mercado brasileño aplicando también el test LB , además de la prueba BDS y el contraste de Barlett, los cuales fueron aplicados al IBovespa. El segundo trabajo es el de Muniz (De Camargos & Vidal, 2003) quien en 1980 propone comprobar el HME en su forma débil a través del modelo de random walk, modelo empleado en el presente estudio, por medio del cual encontró evidencia de que el mercado incorpora de manera rápida la información disponible, es decir, es eficiente en forma débil.

Los otros estudios encontrados en la revisión de la literatura comprueban la eficiencia débil en el mercado de Brasil pero no a través de la misma metodología que se ha empleado en la presente memoria de título. Brito en 1978 (De Camargos & Vidal, 2003) intenta probar la HME en su forma débil pero en condiciones de inflación no encontrando evidencia que permita señalar que el mercado brasileño es eficiente en forma débil. Por su parte Loaiza (2011) estudio la eficiencia débil pero en el mercado de opciones de Brasil concluyendo en base a los resultados que este es ineficiente. Otro estudio es el de De Castro & Ribeiro (2007) quienes estudiaron la existencia de eficiencia del mercado de Brasil después de la ocurrencia de eventos (choques) favorable y desfavorable, encontrando tendencia de respuesta exagerada lo cual provoco el rechazo de la hipótesis de que el mercado brasileño es eficiente.

Es probable que la metodología empleada para testear la eficiencia sea un factor determinante a la hora de rechazar o no la HME en su forma débil, ya que como se aprecia ambos estudios que utilizan el modelo random walk encuentran evidencia de eficiencia no así los estudios que intentan probar su existencia con otras metodologías, en otras circunstancias como incluyendo la inflación o en otros mercado como el de opciones. Borges et al. (2009) quienes recopilan información sobre los estudios de la eficiencia en Brasil determinaron que en los test de eficiencia débil estudiados, el 42 % de las obras aceptan HME y 58 % la rechaza, una diferencia estrecha teniendo en cuenta que sólo encontraron 12 artículos en donde se estudiaba la eficiencia débil en el mercado de Brasil.

El estudio de la eficiencia en el mercado accionario de Brasil es un tema que no ha sido bastamente tratado, siendo difícil encontrar artículos concluyentes sobre la HME.

La comprobación de la eficiencia en los mercados tiene bastantes repercusiones económicas ya que si un mercado es eficiente significara que este incorpora toda la información disponible, lo cual lo hace un mercado atractivo para los inversionistas ya que podrán invertir en él con la certeza que las ganancias que obtendrán serán las justas, que no existirá información privilegiada o estudios que alguien pueda utilizar para generar utilidades por sobre el resto. Si el mercado es eficiente atraerá por si solo nuevos inversionistas lo cual ayudara a la economía del mercado.

El probar la eficiencia del mercado accionario de Brasil es algo que le es beneficioso directamente a él, más aún tratándose de una de las economías emergentes con mayores perspectivas de crecimiento. La comprobación de la eficiencia en el mercado accionario da señales de igual-

dad para los inversionistas lo cual atrae nueva inversión extranjera y fomenta aún más la interna.

Con respecto a las conclusiones realizadas y a lo señalado anteriormente se propone para estudios posteriores primero realizar un estudio más acabado de las series de precios de las acciones que componen los índices de la Bolsa de Valores de Sao Paulo para poder rechazar o no la aleatoriedad de estas. Si bien en este trabajo se incorporaron al análisis de la eficiencia débil en el mercado accionario de Brasil las acciones Petrobras e Itaú por ser las acciones con mayor participación en los índices IBovespa e IBRX50 además de replicar su comportamiento durante el período en estudio los resultados arrojados no siguen la misma tendencia.

Se propone además realizar mayores estudios de la eficiencia en forma débil ya sea utilizando la misma metodología de los existentes con el fin de ratificar las conclusiones hechas o comprobar la HME en diferentes condiciones con el fin de conocer cuales son las condiciones óptimas en las cuales los rendimientos son más justos. Cualquiera sea el caso es necesario no sólo que existan mayores estudio sino que se les de a estos la importancia que tienen para fomentar la inversión en un mercado.

Referencias

- Acuña, A. & Pinto, C. (2009). Eficiencia del mercado accionario chileno: Un enfoque dinámico usando tests de volatilidad. *Lecturas de Economía*, 70, 39–61.
- Agudelo, D. & Gutiérrez, A. (2011). Anuncios macroeconómicos y mercados accionarios: El caso Latinoamericano. Centro de Investigación Económicas y Financieras (CIEF), Universidad EAFIT.
- Andrade, M. (2004). Análisis técnico bursátil: Estudio de eficiencia de su utilización en títulos chilenos. Departamento de Auditoría y Administración, Universidad del Bío-Bío. Unpublished manuscript.
- Aragones, J. & Mascareñas, J. (1994). La eficiencia y el equilibrio en los mercados de capitales. *Análisis financiero*, 64, 76–89.
- BBVA (2008). Informe país: Brasil. Servicio de Estudios Económicos, BBVA.
- Borges, C., Peixoto, F., & Santiago, W. (2009). Hipótese da eficiencia de mercado: Um estudo exploratório no mercado de capitais brasileiro. *Gestao & Regionalidade*, 25(75), –.
- Brealey, R. & Myers, S. (1998). La financiación empresarial y las seis lecciones de la eficiencia de mercado. In C. de estudios públicos (Ed.), *Fundamentos de financiación empresarial* (pp. 229–251). Madrid, España: The McGraw-Hill, companies Inc.
- Calderon, B. (2012). Países Emergentes en Latinoamérica. La tierra es plana.
- Castillo, I., López, F., & Ramos, J. (2013). Eficiencia del mercado accionario en México. Granada, España, XVI Encuentro de Economía Aplicada.
- David, J. (2013). Brasil: claves de su crecimiento económico. *Latin America Hoy*.

- De Camargos, M. & Vidal, F. (2003). Teoria e evidencia da eficiencia informacional do mercado de capitais brasileiro. *Caderno de Pesquisas em Administracao*, 10(1), –.
- De Castro, G. & Ribeiro, O. (2007). Teste empírico da eficiência do mercado brasileiro na ocorrência de eventos favoráveis e desfavoráveis. *Revista de Negócios, Blumenau*, 12(4), 44–54.
- Delfiner, M. (2002). Comportamiento de los precios de las acciones en el mercado bursátil argentino (Un estudio comparativo). Argentina, Universidad del Cema.
- Delgado, L. & Humala, A. (1997). *El mercado bursátil peruano y la hipótesis del mercado eficiente*. Banco Central de Reservas del Perú.
- Dos Santos, E. (2011). Brasil en el mapa de las finanzas globales. España, Fundacion de Estudios Financieros.
- Duarte, J. (2014). Comprobación de la eficiencia débil en los principales mercados financieros latinoamericanos. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid.
- EFE (2014). Brasil registró en julio su mayor crecimiento económico en seis años. La Tercera.
- Fama, E. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
- González, R. (2012). Un repaso a la bolsa brasileña y sus sectores. Los mercados financieros.
- Ljung, G. & Box, G. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 65(2), 297–303.
- Lo, A. & MacKinley, C. (1988). Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *Review of financial studie*, 1, 41–66.
- Loaiza, D. (2011). Análisis de eficiencia en los mercados de opciones sobre índices : Una aproximación a los mercados emergentes. Escuela de Economía y Finanzas, Universidad EAFIT.
- Lopez, F. (2013). Análisis de la eficiencia del mercado accionario mexicano. *Contaduría y Administración*, 191, 75–83.

- Martínez, J. (2006). La hipótesis de los mercado eficientes, el modelo del juego justo y el recorrido aleatorio. Universidad da Coruña.
- Mejía, J., Grados, M., & Meunier, N. (1992). La eficiencia del mercado accionario en México. Fondo aleph, biblioteca virtual de ciencias sociales.
- Ojeda, C. (2012). Una prueba de la eficiencia débil en el mercado accionario colombiano. Facultad de Ciencias, Escuela de Estadística, Universidad Nacional de Colombia. Unpublished manuscript.
- Restrepo, N. (2012). Eficiencia informacional en algunos mercados cambiarios latinoamericanos. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- Sabater, A. (2013). Análisis de Brasil: Principales sectores de la economía. Trabajo Marketing Internacional.
- Susmel, R. (2010). Eficiencia de mercados y predicción de retornos. Departamento de Finanzas, University of Houston.
- Uribe, J. & Ulloa, I. (2011). Revisando la hipótesis de los mercados eficientes: nuevos datos, nuevas crisis y nuevas estimaciones. *Cuadernos de Economía*, 30(55), 127–154.
- Ward, K. (2012). El mundo en el 2015. Global Research, HSBC.
- Worthington, A. & Higgs, H. (2000). Tests of random walks and market efficiency in Latin American stock markets: An empirical note. School of Economics and Finance, Queensland University of Technology.
- Zablotsky, E. (2001). Eficiencia del mercado de capitales. Una ilustración. Departamento de economía, Universidad del cema. Unpublished manuscript.

Anexo

Tabla 6.1: Acciones Índice Energía Eléctrica

Acción	Código	Participación	Acción	Código	Participación
COELCE	COCE5	6,377	ELETROBRAS	ELET6	6,245
LIGHT S/A	LIGT3	6,333	ENERGIAS BR	ENBR3	6,234
TRAN PAULIST	TRPL4	6,297	CPFL ENERGIA	CPFE3	6,231
AES TIETE	GETI4	6,29	TAESA	TAE11	6,224
ALUPAR	ALUP11	6,287	TRACTEBEL	TBLE3	6,208
EQUATORIAL	EQTL3	6,287	COPEL	CPLE6	6,199
ENEVA	ENEV3	6,253	CEMIG	CMIG4	6,166
ELETROPAULO	ELPL4	6,251	CESP	CESP6	6,119

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Bolsa de Sao Paulo.

Tabla 6.2: Acciones Índice Financiero

Acción	Código	Participación	Acción	Código	Participación
ITAUUNIBANCO	ITUB4	18,35	BRADESCO	BBDC3	4,221
BRADESCO	BBDC4	15,779	CETIP	CTIP3	2,886
ITAUSA	ITSA4	11,791	ITAUUNIBANCO	ITUB3	1,65
BRASIL	BBAS3	10,08	SUL AMERICA	SULA11	1,289
CIELO	CIEL3	9,703	PORTO SEGURO	PSSA3	1,088
BMFBOVESPA	BVMF3	8,621	BANRISUL	BRSR6	0,936
BBSEGURIDADE	BBSE3	8,388	ABC BRASIL	ABCB4	0,254
SANTANDER BR	SANB11	4,965			

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Bolsa de Sao Paulo.

Tabla 6.3: Acciones Índice Industrial

Acción	Código	Participación	Acción	Código	Participación
AMBEV S/A	ABEV3	20	PDG REALT	PDGR3	0,746
BRF SA	BRFS3	19,363	SAO MARTINHO	SMTO3	0,739
JBS	JBSS3	6,447	ALPARGATAS	ALPA4	0,702
EMBRAER	EMBR3	6,158	EVEN	EVEN3	0,548
GERDAU	GGBR4	4,374	GAFISA	GFSA3	0,517
WEG	WEGE3	3,068	MINERVA	BEEF3	0,502
SOUZA CRUZ	CRUZ3	3,053	USIMINAS	USIM3	0,501
HYPERMARCAS	HYPE3	2,79	IOCHP-MAXION	MYPK3	0,488
NATURA	NATU3	2,667	GRENDENE	GRND3	0,482
SID NACIONAL	CSNA3	2,656	TUPY	TUPY3	0,469
FIBRIA	FIBR3	1,994	EZTEC	EZTC3	0,466
COSAN	CSAN3	1,957	RANDON PART	RAPT4	0,429
KLABIN S/A	KLBN11	1,677	GERDAU	GGBR3	0,412
GERDAU MET	GOAU4	1,641	DIRECIONAL	DIRR3	0,344
SUZANO PAPEL	SUZB5	1,576	METAL LEVE	LEVE3	0,341
BRASKEM	BRKM5	1,562	KEPLER WEBER	KEPL3	0,304
USIMINAS	USIM5	1,499	PARANAPANEMA	PMAM3	0,276
CYRELA REALT	CYRE3	1,396	HELBOR	HBOR3	0,25
CIA HERING	HGTX3	1,375	MAGNESITA SA	MAGG3	0,249
M.DIASBRANCO	MDIA3	1,125	AUTOMETAL	AUTM3	0,236
MARFRIG	MRFG3	1,016	ROSSI RESID	RSID3	0,198
DURATEX	DTEX3	1,012	TECNISA	TCSA3	0,193
MRV	MRVE3	0,984	BROOKFIELD	BISA3	0,159
MARCOPOLO	POMO4	0,902	JHSF PART	JHSF3	0,155

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Bolsa de Sao Paulo.

Tabla 6.4: Acciones Índice Consumo

Acción	Código	Participación	Acción	Código	Participación
AMBEV S/A	ABEV3	20	B2W DIGITAL	BTOW3	0,79
BRF SA	BRFS3	17,995	LOJAS AMERIC	LAME3	0,751
KROTON	KROT3	9,695	ABRIL EDUCA	ABRE11	0,723
P.ACUCAR-CBD	PCAR4	6,322	SAO MARTINHO	SMTO3	0,687
JBS	JBSS3	5,991	ALPARGATAS	ALPA4	0,652
LOJAS RENNER	LREN3	3,442	BR PHARMA	BPHA3	0,541
ESTACIO PART	ESTC3	3,302	MULTIPLUS	MPLU3	0,516
SOUZA CRUZ	CRUZ3	2,837	AREZZO CO	ARZZ3	0,48
HYPERMARCAS	HYPE3	2,592	MINERVA	BEEF3	0,467
NATURA	NATU3	2,479	GRENDENE	GRND3	0,448
LOJAS AMERIC	LAME4	2,428	DASA	DASA3	0,392
QUALICORP	QUAL3	2,165	ANIMA	ANIM3	0,362
LOCALIZA	RENT3	2,128	FLEURY	FLRY3	0,357
COSAN	CSAN3	1,819	SER EDUCA	SEER3	0,352
RAIADROGASIL	RADL3	1,499	LOJAS MARISA	AMAR3	0,311
CIA HERING	HGTX3	1,278	SLC AGRICOLA	SLCE3	0,298
VIAVAREJO	VVAR11	1,175	IMC HOLDINGS	IMCH3	0,296
M.DIASBRANCO	MDIA3	1,046	V-AGRO	VAGR3	0,234
MARFRIG	MRFG3	0,944	CVC BRASIL	CVCB3	0,209
ODONTOPREV	ODPV3	0,921	MAGAZ LUIZA	MGLU3	0,174
SMILES	SMLE3	0,792	SARAIVA LIVR	SLED4	0,113

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Bolsa de Sao Paulo.

Tabla 6.5: Acciones Índice Bovespa

Acción	Código	Participación	Acción	Código	Participación
ITAUNIBANCO	ITUB4	9,98	LOJAS AMERIC	LAME4	0,626
PETROBRAS	PETR4	8,7	CPFL ENERGIA	CPFE3	0,611
BRADESCO	BBDC4	7,64	QUALICORP	QUAL3	0,558
AMBEV S/A	ABEV3	6,64	LOCALIZA	RENT3	0,548
PETROBRAS	PETR3	5,534	CESP	CESP6	0,532
VALE	VALE5	4,503	FIBRIA	FIBR3	0,478
BRF SA	BRFS3	3,509	COSAN	CSAN3	0,469
VALE	VALE3	3,394	OI	OIBR4	0,431
ITAUSA	ITSA4	3,13	BRADESPAR	BRAP4	0,42
BRASIL	BBAS3	2,676	BR PROPERT	BRPR3	0,41
CIELO	CIEL3	2,575	KLABIN S/A	KLBN11	0,402
KROTON	KROT3	2,499	GERDAU MET	GOAU4	0,393
BMFBOVESPA	BVMF3	2,288	SUZANO PAPEL	SUZB5	0,378
ULTRAPAR	UGPA3	2,264	BRASKEM	BRKM5	0,374
BBSEGURIDADE	BBSE3	2,226	COPEL	CPLE6	0,369
BRADESCO	BBDC3	1,712	USIMINAS	USIM5	0,359
P.ACUCAR-CBD	PCAR4	1,63	CYRELA REALT	CYRE3	0,335
CCR SA	CCRO3	1,61	ALL AMER LAT	ALLL3	0,331
JBS	JBSS3	1,544	CIA HERING	HGTX3	0,329
EMBRAER	EMBR3	1,475	ECORODOVIAS	ECOR3	0,263
CEMIG	CMIG4	1,342	ELETROBRAS	ELET6	0,25
SANTANDER BR	SANB11	1,318	ENERGIAS BR	ENBR3	0,243
TELEF BRASIL	VIVT4	1,148	MARFRIG	MRFG3	0,243
GERDAU	GGBR4	1,048	DURATEX	DTEX3	0,242
BR MALLS PAR	BRML3	0,987	MRV	MRVE3	0,236
TIM PART S/A	TIMP3	0,932	LIGHT S/A	LIGT3	0,222
LOJAS RENNER	LREN3	0,887	MARCOPOLO	POMO4	0,216
ESTACIO PART	ESTC3	0,851	PDG REALT	PDGR3	0,179
CETIP	CTIP3	0,766	ELETROBRAS	ELET3	0,168
SOUZA CRUZ	CRUZ3	0,731	GOL	GOLL4	0,135
TRACTEBEL	TBLE3	0,706	EVEN	EVEN3	0,131
SABESP	SBSP3	0,671	GAFISA	GFSA3	0,124
HYPERMARCAS	HYPE3	0,668	ELETROPAULO	ELPL4	0,088
NATURA	NATU3	0,639	ROSSI RESID	RSID3	0,047
SID NACIONAL	CSNA3	0,636			

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Bolsa de Sao Paulo.

Tabla 6.6: Acciones Índice Brasil 50

Acción	Código	Participación	Acción	Código	Participación
ITAUNIBANCO	ITUB4	10,339	TIM PART S/A	TIMP3	0,966
PETROBRAS	PETR4	9,013	LOJAS RENNER	LREN3	0,919
BRADESCO	BBDC4	7,914	ESTACIO PART	ESTC3	0,882
AMBEV S/A	ABEV3	6,879	CETIP	CTIP3	0,794
PETROBRAS	PETR3	5,733	SOUZA CRUZ	CRUZ3	0,758
BRF SA	BRFS3	4,806	SABESP	SBSP3	0,695
VALE	VALE5	4,665	HYPERMARCAS	HYPE3	0,692
VALE	VALE3	3,516	NATURA	NATU3	0,662
ITAUSA	ITSA4	3,242	SID NACIONAL	CSNA3	0,659
ULTRAPAR	UGPA3	3,001	LOJAS AMERIC	LAME4	0,648
BRASIL	BBAS3	2,772	QUALICORP	QUAL3	0,578
CIELO	CIEL3	2,668	LOCALIZA	RENT3	0,568
KROTON	KROT3	2,589	FIBRIA	FIBR3	0,495
BMFBOVESPA	BVMF3	2,371	COSAN	CSAN3	0,486
BBSEGURIDADE	BBSE3	2,306	OI	OIBR4	0,447
BRADESCO	BBDC3	2,117	BRADESPAR	BRAP4	0,435
P.ACUCAR-CBD	PCAR4	1,688	BR PROPERT	BRPR3	0,425
CCR SA	CCRO3	1,668	KLABIN S/A	KLBN11	0,416
JBS	JBSS3	1,6	SUZANO PAPEL	SUZB5	0,391
EMBRAER	EMBR3	1,528	USIMINAS	USIM5	0,372
CEMIG	CMIG4	1,39	CYRELA REALT	CYRE3	0,347
SANTANDER BR	SANB11	1,365	CIA HERING	HGTX3	0,341
TELEF BRASIL	VIVT4	1,19	MRV	MRVE3	0,244
GERDAU	GGBR4	1,086	PDG REALT	PDGR3	0,185
BR MALLS PAR	BRML3	1,022	GAFISA	GFSA3	0,128

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Bolsa de Sao Paulo.

Tabla 6.7: Estadísticas descriptivas

Índice/Acción	Inicio	Termino	Obs.	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Estándar	Curtosis
IBovespa	Enero-1998	Sep-2014	200	221,9784	6900,39	-12284,43	2721,0473	2,4030
Petrobras	Enero-1998	Sep-2014	200	-1,110	78	-237,93	25,8908	40,1557
IBRX50	Enero-1998	Sep-2014	200	41,057	1087,75	-1925,81	391,9883	3,8177
Itaú	Enero-1998	Sep-2014	200	-2,90	159,99	-478,59	57,9537	41,0654
IEE	Enero-2007	Sep-2014	92	148,0540	2820,33	-3575,1	1217,4757	0,6096
INDC	Enero-2007	Sep-2014	92	50,5741	1165,62	-1884,37	594,7417	1,3121
IFNC	Enero-2007	Sep-2014	92	29,5286	679,8	-771,16	241,6456	1,0464
ICON	Enero-2007	Sep-2014	92	17,5316	224,73	-201,52	79,0229	0,4982

Fuente: Elaboración propia