



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“Diversificación internacional  
de un portafolio de inversión con índices bursátiles  
bajo el modelo Markowitz y VaR”**

**Tesis**

**Maestría en Ingeniería de Sistemas  
(Optimación Financiera)**

**PRESENTA :**

**ABIGAIL ALDANA GALVÁN**



**TUTOR: Dr. EDGAR ORTÍZ CALISTO**

**2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.I. Aguilar Juárez Isabel Patricia

Secretario: M.I. Silva Haro Jorge Luis

Vocal: Dr. Ortíz Calisto Edgar

1<sup>er</sup>. Suplente: M.I. Vera Castro Alejandro

2<sup>do</sup>. Suplente: M. en C. Alonso Reyes Ma. Del Pilar

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:  
México, D.F.

**TUTOR DE TESIS:**  
Edgar Ortíz Calisto

---

**FIRMA**

# Agradecimientos

A mis padres por apoyarme y estar conmigo en todo momento, por sus consejos, por creer en mí y por enseñarme que todo lo que sueñas se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

A mi hermano Isra por enseñarme que no importa cuántas veces te caigas, siempre se debe encontrar el coraje para volver a ponerse de pie.

Al Dr. Edgar Ortíz por su paciencia, constancia y por compartir sus conocimientos y puntos de vista, los cuales fueron claves en la realización de esta tesis.

A mis sinodales por sus valiosas aportaciones a este trabajo.

A mi novio Art por el apoyo incondicional a lo largo de este proceso y por hacerme feliz al compartir su vida conmigo.

# Abstract

Currently, the financial world presents an enormous panorama of options and investment opportunities. Stock markets are one of the most attractive. But investing in a single option is too limited, it is therefore important to consider international diversification. This strategy can reduce risk and increase returns by taking advantage of high returns offered by foreign countries, especially emerging markets. Similarly, international index-based funds offer great returns. Therefore, creating an internationally diversified investment portfolio based on market indices is an investment alternative extremely attractive.

The main objective of this thesis is to apply the mean-variance Markowitz model to build up four optimal international diversified investments, based on representative stock indexes, and comparing their performance; these four portfolios include indexes from mature and emerging markets. The portfolios constructed and analyzed comprise a composite portfolio including the entire sample, and portfolios from developed, emerging and BRIC markets. Additionally, to assess risks of potential losses the Value at Risk (VaR) model is used; robustness of those estimates are tested applying Kupiec's backtesting technique.

The financial series comprise monthly data from 14 market indexes from mature and emerging markets for the period January 3, 2000 to December 31, 2009. Results support the principles advanced by Markowitz; the application of this model led to internationally diversified portfolios, achieving lower risk while increasing returns. The emerging portfolio proved to be the best investment option, given that during the period under analysis were characterized by high returns and relatively low risks levels; on the contrary, portfolios from developed markets showed low returns, sometimes even negative, and high risks. BRIC portfolio had the highest risk. The composite portfolio (all indexes in the sample) showed the lower risk because it's greater level of diversification; however its returns were not attractive.

In sum, this thesis presents a viable risk controlled alternative to international portfolio diversification.

**Keywords:** International diversification, Markowitz, VaR, Backtesting

# Resumen

Actualmente, el mundo financiero presenta un panorama enorme de opciones y oportunidades de inversión. Los mercados de valores son una de las más atractivas, sin embargo, invertir en una sola opción resulta limitado, por ello, es importante considerar la diversificación internacional. Esta estrategia puede reducir el riesgo e incrementar los rendimientos aprovechando los altos rendimientos que ofrecen países extranjeros, especialmente los mercados emergentes. Del mismo modo, los fondos basados en índices internacionales ofrecen estupendos rendimientos. Por ello, crear un portafolio de inversión diversificado internacionalmente basado en índices bursátiles resulta ser una opción sumamente atractiva.

El objetivo principal de esta tesis es aplicar el modelo de media-varianza de Markowitz para construir cuatro portafolios óptimos de inversión diversificados internacionalmente basados en índices bursátiles y comparar su desempeño; estos cuatro portafolios incluyen índices de mercados desarrollados y emergentes. Los portafolios construidos y analizados comprenden un portafolio que incluye toda la muestra, y portafolios de mercados desarrollados, emergentes y BRIC. Además, para evaluar los riesgos de pérdidas potenciales se utiliza el modelo de Valor en Riesgo (VaR), la robustez de las estimaciones se mide con la prueba a de Kupiec.

Las series financieras contienen datos mensuales de 14 índices bursátiles de mercados desarrollados y emergentes para el período comprendido entre el 3 de enero del 2000 y 31 de diciembre del 2009. Los resultados concuerdan con la teoría de Markowitz, dado que se logró diversificar internacionalmente los portafolios, consiguiendo disminuir el riesgo e incrementar los rendimientos. El portafolio Emergentes resultó ser la mejor opción de inversión, ya que durante el período analizado se caracteriza por rendimientos altos y niveles de riesgo relativamente bajos, en contraste, que el portafolio Desarrollados mostraba rendimientos bajos (incluso negativos) y riesgos altos. El portafolio BRIC tuvo el riesgo más elevado.

En resumen, esta tesis presenta una alternativa de diversificación internacional viable, rentable y de riesgo controlado de inversión.

**Palabras Clave:** Diversificación internacional, Markowitz, VaR, Backtesting.

# Índice general

<b>Agradecimientos</b>	<b>I</b>
<b>Abstract</b>	<b>III</b>
<b>Resumen</b>	<b>V</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>XI</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>XIII</b>
<b>Introducción</b>	<b>XV</b>
<b>1. La globalización de las inversiones</b>	<b>1</b>
1.1. Globalización . . . . .	1
1.2. Mercados Bursátiles . . . . .	3
1.2.1. El crash de 2008 . . . . .	8
1.3. Mercados Emergentes . . . . .	10
1.3.1. Los BRICs . . . . .	13
1.4. Principales bolsas de valores en el mundo . . . . .	14
1.5. Principales índices bursátiles del mundo . . . . .	17
1.6. Inversiones en el mundo . . . . .	18
1.6.1. Fondos de inversión . . . . .	18
1.6.2. Sociedades de inversión . . . . .	20
1.6.3. Inversiones e inversionistas . . . . .	23
1.6.4. Diversificación internacional . . . . .	25
<b>2. Teoría de portafolios de inversión</b>	<b>27</b>
2.1. La eficiencia de los mercados . . . . .	28
2.2. Portafolios eficientes . . . . .	28

2.3.	Modelo de Markowitz . . . . .	30
2.3.1.	Estado del arte del modelo de Markowitz . . . . .	30
2.3.2.	Supuestos del modelo de Markowitz . . . . .	32
2.3.3.	Rendimientos esperados y riesgo de un portafolio . . . . .	32
2.3.4.	Frontera eficiente y selección de portafolios óptimos . . . . .	34
2.4.	Evaluación de portafolios . . . . .	36
2.4.1.	Evaluación de portafolios antes de 1960 . . . . .	36
2.4.2.	Comparación por grupo de pares . . . . .	37
2.4.3.	Coefficiente de Treynor . . . . .	37
2.4.4.	Coefficiente de Sharpe . . . . .	38
2.5.	Valor en Riesgo (VaR) . . . . .	39
2.5.1.	VaR Delta-Normal . . . . .	39
2.6.	Backtesting . . . . .	41
<b>3.</b>	<b>Aplicación: Diversificación Internacional de un portafolio</b>	<b>43</b>
3.1.	Tipo de investigación . . . . .	44
3.2.	Descripción de la información . . . . .	44
3.3.	Composición de portafolios estimados . . . . .	45
3.4.	Modelo de investigación . . . . .	46
3.5.	Diseño de la investigación . . . . .	48
3.5.1.	Cálculos previos . . . . .	50
3.5.2.	Construcción de portafolios eficientes . . . . .	51
3.5.3.	Cálculo del VaR . . . . .	52
3.5.4.	Cálculo del coeficiente de Sharpe . . . . .	53
3.5.5.	Backtesting . . . . .	53
3.6.	Análisis e interpretación de los resultados . . . . .	53
3.6.1.	Portafolio total . . . . .	53
3.6.2.	Portafolio de índices de países desarrollados . . . . .	60
3.6.3.	Portafolio de índices de países emergentes . . . . .	64
3.6.4.	Portafolio de índices de países BRIC . . . . .	68
3.6.5.	Comparativo entre portafolios . . . . .	72
3.6.6.	Backtesting de los portafolios . . . . .	75
	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>79</b>

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	IX
<b>A. Metodología del Cálculo de Índices Bursátiles</b>	<b>83</b>
<b>B. Código de programas en Matlab</b>	<b>89</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>97</b>
<b>Índice analítico</b>	<b>103</b>

# Índice de figuras

1.1. Porcentaje de capitalización bursátil doméstica de los principales mercados en 2009 . . . . .	5
1.2. Porcentaje de acciones negociadas en 2000 y 2009 . . . . .	8
1.3. Inversión Extranjera Directa en Mercados Emergentes . . . . .	13
1.4. Fondos de Inversión . . . . .	20
1.5. Tipos de fondos . . . . .	22
1.6. Tipos de inversiones . . . . .	24
1.7. Tipos de inversionistas . . . . .	24
1.8. Riesgo-Rendimiento Instrumentos de inversión . . . . .	25
2.1. Estrategias de inversión . . . . .	29
2.2. Frontera eficiente de inversiones . . . . .	35
3.1. Estrategia general de la investigación . . . . .	49
3.2. Diseño general de la investigación para los cálculos . . . . .	50
3.3. Cálculos previos de la investigación . . . . .	51
3.4. Frontera Eficiente para el Portafolio Total 2000-2004 . . . . .	58
3.5. Frontera Eficiente para el Portafolio Total 2005-2009 . . . . .	59
3.6. Frontera Eficiente para el Portafolio Países Desarrollados 2000-2004 . . . . .	62
3.7. Frontera Eficiente para el Portafolio Países Desarrollados 2005-2009 . . . . .	63
3.8. Frontera Eficiente para el Portafolio Países Emergentes 2000-2004 . . . . .	66
3.9. Frontera Eficiente para el Portafolio Países Emergentes 2005-2009 . . . . .	67
3.10. Frontera Eficiente para el Portafolio BRIC 2000-2004 . . . . .	70
3.11. Frontera Eficiente para el Portafolio BRIC 2005-2009 . . . . .	71
3.12. Backtesting de los portafolios 2000-2009 . . . . .	78

# Índice de tablas

1.1.	Número de compañías listadas en los principales mercados bursátiles 2000 - 2009 . . . . .	4
1.2.	Capitalización bursátil de los principales mercados de 2000 - 2009 (doméstica)(MDD) . . . . .	6
1.3.	Importancia de los mercados bursátiles en las economías nacionales (%)Capitalización bursátil/PIB	7
1.4.	Tasa de crecimiento medio anual del PIB real, históricas o previstas . . . . .	14
1.5.	Características de las principales bolsas de valores . . . . .	16
1.6.	Características de los principales índices bursátiles del mundo . . . . .	17
2.1.	Matriz de Varianza-Covarianza . . . . .	33
2.2.	Las tres zonas del Comité de Basilea . . . . .	41
3.1.	Resultados del Portafolio Total(1) (Porcentaje) . . . . .	56
3.2.	Resultados del Portafolio Total(2) (Porcentaje) . . . . .	57
3.3.	Resultados del Portafolio Países Desarrollados (Pocentaje) . . . . .	61
3.4.	Resultados del Portafolio Países Emergentes (Porcentaje) . . . . .	65
3.5.	Resultados del Portafolio BRIC (Porcentaje) . . . . .	69
3.6.	Comparativo entre Portafolios (Porcentaje) . . . . .	74
3.7.	Intervalos para el Backtesting . . . . .	75
3.8.	Resultados del Backtesting 2000-2009 . . . . .	76

# Introducción

## Objetivo

El objetivo principal de la presente tesis es utilizar el modelo Markowitz para construir cuatro portafolios óptimos de inversión diversificados internacionalmente, basados en índices bursátiles, hacer comparaciones entre grupos (a nivel mundial, países desarrollados, emergentes y BRIC), medir el VaR de dichos portafolios y realizar un Backtesting para evaluar la eficiencia del cálculo del VaR.

## Planteamiento del problema

Gracias a la diversificación y liberación de los mercados financieros, la globalización financiera ha avanzado de manera substancial desde la década de los noventa, de hecho el desarrollo de la globalización financiera en la última década ha sido sin precedente. Uno de los principales impulsores del crecimiento de la globalización han sido las ganancias de la diversificación internacional (Didier, 2008).

En la década de los ochenta la diversificación internacional comienza a hacerse muy popular, en gran medida por los altos rendimientos que se podían obtener (Elton, 1995). Cabe mencionar que los rendimientos no son la única ventaja que presenta la diversificación internacional, según (Winger, 1995) las ventajas de diversificar son:

- Ofrece altos rendimientos: si se limita la inversión al país, también se limitan los rendimientos de ésta, dado que los países ofrecen diferentes rendimientos. En años recientes ciudades como Hong Kong, Corea del Sur y México han mostrado un elevado crecimiento económico.
- Se reduce el riesgo sistémico: el riesgo sistémico no puede ser eliminado, pero existen evidencias considerables que muestran que la diversificación internacional reduce dicho riesgo, esto es porque existe poca correlación entre los rendimientos nacionales y la estabilidad extranjera.

Por otro lado (Winger, 1995) también nos habló de las desventajas que presenta la diversificación internacional:

- Riesgo de cambios en las tasas: cuando invertimos en el extranjero el rendimiento está determinado por 2 factores (el desempeño de la estabilidad y el movimiento de las tasas).
- Riesgo político: la inestabilidad política proviene de diferentes causas entre ellos la confiscación de la propiedad privada. Diversificar en varios países reduce este riesgo.

Actualmente, la globalización ha dado lugar a la integración financiera de los mercados. Con esta integración se pueden obtener diversos beneficios, cabe señalar que para que los inversionistas obtengan dichos beneficios, los gobiernos deben: mantener una prudente administración macroeconómica, una adecuada supervisión, una prudente regulación del sistema financiero, gran transparencia y el mejorar de la capacidad para manejar el riesgo en el sector privado (Agénor, 2001), de igual modo reformas estructurales en los instrumentos y mecanismos de financiación (García, 2008).

Sin embargo, entre más crece la integración financiera, la diversificación disminuye, ya que al unificarse los mercados no existe diferencia entre invertir en un lado o en otro.

La creciente ola de globalización que vive el mundo en la actualidad, ha dado la oportunidad a los inversionistas de invertir en activos de forma internacional. De ahí que surja el reto de crear un portafolio con una diversificación internacional.

Invertir en fondos basados en índices internacionales ofrece significativos beneficios de la diversificación y constituye una alternativa muy atractiva para los inversionistas (Aiello, 1999). Actualmente, la gran mayoría de las sociedades de inversión alrededor del mundo pagan rendimientos en función al desempeño del índice bursátil que maneja la Bolsa.

Invertir en sociedades de inversión en lugar de invertir directamente en las Bolsas de valores representa una inversión atractiva para inversionistas menores, ya que en las sociedades de inversión, se puede invertir con un menor capital.

De ahí que resulte atractivo crear un portafolio basado en índices con diversificación internacional.

En la presente tesis se pretende crear cuatro portafolios óptimos de inversión diversificados internacionalmente, basados en índices bursátiles utilizando el modelo de Markowitz. Estos portafolios comprenden: portafolio Total, países desarrollados, emergentes y BRIC. Se construirá un portafolio anual desde 2000 hasta 2009 para cada uno de los grupos. Al final se compararán dichos portafolios con el objeto de determinar algún patrón que indique si algún grupo es mejor que otro para invertir y por supuesto determinar cuál es la mejor combinación y que países son los que incrementarán los rendimientos de la inversión. Dado que se construirán los portafolios desde 2000 hasta 2009, se podrá realizar un comparativo por años y determinar si existió un año mejor que otro o incluso observar los efectos del crash de 2008 en los mercados bursátiles. De igual forma, para fines comparativos se incluye el cálculo del VaR por el método Delta-Normal y el coeficiente de Sharpe. Finalmente se

realizará un Backtesting utilizando la prueba de Kupiec para evaluar la eficiencia de la medición del VaR.

Es importante señalar que la investigación se limitará a analizar los siguientes índices bursátiles, pertenecientes al grupo Total, países desarrollados, emergentes y BRIC:

**Portafolio Desarrollados:** Este portafolio está formado por índices bursátiles de países desarrollados. Los índices elegidos para formar este portafolio fueron: S&P/TSX de Canadá, S&P 500 de EEUU, DAX30 de Alemania, Ibex35 de España, CAC40 de Francia, FTSE100 de Gran Bretaña y Nikkei225 de Japón.

**Portafolio Emergentes:** Este portafolio está formado por índices bursátiles de países emergentes. Los índices elegidos para conformar este portafolio fueron: Merval de Argentina, Bovespa de Brasil, IPSA de Chile, IPC de México, RTS de Rusia, SSE de China, BSE Sensex de India.

**Portafolio BRIC:** Este portafolio está formado por los índices bursátiles de los países BRIC; es decir: Bovespa de Brasil, RTS de Rusia, BSE Sensex de India y SSE de China.

**Portafolio Total:** Este portafolio está formado por índices bursátiles de todos los países mencionados anteriormente; es decir, los índices que integran este portafolio son: Merval de Argentina, Bovespa de Brasil, S&P/TSX de Canadá, IPSA de Chile, S&P 500 de EEUU, IPC de México, DAX30 de Alemania, Ibex35 de España, CAC40 de Francia, FTSE100 de Gran Bretaña, RTS de Rusia, SSE de China, BSE Sensex de India y Nikkei225 de Japón.

El período de la información comprende diez años del 3 de enero de 2000 al 31 de diciembre del 2009. En cuanto a la naturaleza y disponibilidad de la información: la información fue obtenida en la página financiera de Yahoo y es pública para todo aquel que tenga acceso a Internet.

## Justificación

Hoy en día el mundo financiero presenta un panorama enorme, lleno de opciones y rico en oportunidades. Dentro del sistema financiero se puede encontrar gran cantidad y diversidad de opciones para invertir y de esta manera incrementar el capital. No se debe olvidar que este sistema se encuentra en constante cambio y crecimiento, lo que acrecenta las opciones y oportunidades.

Una de las opciones más atractivas debido a su rentabilidad es el mercado de valores. Y una opción aún más atractiva es invertir en el mercado de valores de manera internacional. Una vez que se ha decidido invertir en los mercados de valores internacional, es importante considerar las ventajas de la diversificación.

La diversificación es el proceso de combinar varios activos para reducir el riesgo e incrementar los rendimientos, lo que coloquialmente se conoce como “no poner todos los huevos en una canasta”. Al diversificar internacionalmente se pretende crear un portafolio óptimo compuesto de activos provenientes de diversas partes del mundo. Gracias a la diversificación internacional, se puede reducir el riesgo sistemático e incrementar rendimientos aprovechando los altos rendimientos que ofrecen países extranjeros (Winger, 1995). Sobre todo países emergentes, en los que los rendimientos llegan a ser del 70 por ciento en un año (Jones, 2004). Cabe señalar que la diversificación internacional también presenta desventajas como: el riesgo de cambios en las tasas y el riesgo político.

Debido a la gran oportunidad de inversión que representa la diversificación internacional, resulta de gran importancia realizar un estudio que trate sobre la optimización de portafolios internacionales. Una alternativa importante para los inversionistas es invertir en fondos basados en índices internacionales, los cuales ofrecen significativos beneficios de la diversificación (Aiello, 1999). De ahí que el crear y optimizar un portafolio de inversión diversificado de manera internacional, basado en índices bursátiles resulte una alternativa de inversión sumamente atractiva.

La gran mayoría de los estudios están dirigidos a empresas o a inversionistas mayores, los cuales tienen la oportunidad de invertir de manera directa en las Bolsas de valores a nivel mundial, debido a las fuertes cantidades de dinero que poseen. Sin embargo, los pequeños inversionistas o las pequeñas y medianas empresas al no poseer grandes cantidades de dinero destinadas a la inversión, obtienen beneficios menores.

Muchas sociedades de inversión alrededor del mundo pagan beneficios conforme al comportamiento del índice bursátil del país en el que se encuentre. Por ello, resulta particularmente interesante crear un portafolio basado en índices bursátiles a nivel internacional. De esta manera se podrán obtener los beneficios de la diversificación financiera internacional con una inversión mucho menor.

La presente investigación pretende proporcionar una alternativa de diversificación internacional viable, rentable y de riesgo controlado de inversión.

Dentro de esta investigación, también se pretende hacer un portafolio de inversión para distintos grupos como: el Total, países desarrollados, emergentes y BRIC. En seguida se hará una comparación de estos grupos, lo anterior permitirá tener un panorama más amplio de los rendimientos que ofrece cada grupo, y de este modo se tendrá una idea más clara de cómo y en donde conviene invertir para obtener los mejores y mayores rendimientos.

## Estructura capitular

La presente tesis está dividida en tres capítulos: dentro del primer capítulo se aborda el tema de la globalización de las inversiones. En esta parte se proporciona una reseña de las principales bolsas de valores del mundo así como de los índices bursátiles que manejan. De igual forma se aborda el tema de los mercados emergentes y la importancia que éstos han tomado en panorama financiero actual. Como último punto se trata el tema de las inversiones a nivel mundial.

La segunda parte se refiere a la teoría de portafolios. En este capítulo se profundiza en la teoría de portafolio bajo del modelo de Markowitz. Se mencionan los supuestos y fórmulas bajo los que se desarrolla el modelo de Markowitz. Posteriormente se presentan algunos métodos de evaluación de portafolios. También se considera un apartado de Valor en Riesgo utilizando el modelo Delta-Normal y finalmente se considera una sección destinada al Backtesting.

En el tercer capítulo se presenta la aplicación del modelo con el objeto de lograr una diversificación internacional de un portafolio de inversión. Dentro de este capítulo se presenta el tipo, método y diseño de investigación, la descripción de la información, la composición de los portafolios estimados, los resultados finales y su respectivo análisis.

Por último en la parte final de la tesis, se presentan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

# Capítulo 1

## La globalización de las inversiones

### 1.1. Globalización

Desde hace cuatro décadas atrás el mundo ha sufrido una serie de cambios trascendentales e importantes. Dichos cambios han afectado de manera importante la conformación del mundo como actualmente se conoce. Uno de los cambios más importantes y trascendentes que se ha dado a partir de esta nueva conformación es la globalización.

En la literatura se puede encontrar varias definiciones de globalización: una de ellas define a la globalización como un proceso contemporáneo para hacer negocios, tomar decisiones empresariales y económicas tanto entre los países como entre la ciudadanía en un entorno de libres mercados y competencia, y el surgimiento transicional y consolidado de nuevas instituciones (Ortíz, 2010). Otros autores definen a la globalización como un proceso progresivo de aproximación de precios provocado por la eliminación de fricciones (costos de operación, costos informacionales, aranceles, etc.) entre economías que puede dar lugar a la aparición de oportunidades de beneficio aprovechando las situaciones en las que no se cumple la ley del precio único entre los bienes y servicios (Meneu, 1999). Otra acepción del término describe a la globalización como un proceso de creciente integración supranacional, a nivel mundial, de las diferentes interacciones e instituciones humanas. Específicamente la globalización económica es el proceso de integración de mercados nacionales a nivel mundial. La globalización económica se da en cuatro dimensiones: 1) producción y comercialización, 2) ciencia y tecnología, 3) Financiera y 4) Laboral (Friedman, 2000).

Para entender mejor el proceso de globalización es necesario comprenderlo desde sus orígenes, por ello a continuación se presenta una breve reseña de la globalización a lo largo de las décadas.

Una vez que finalizó la 2a Guerra Mundial se restablecieron las relaciones económicas en un clima de proteccionismo, de igual forma se pactó en Bretton Woods en 1944 el sistema de cambios,

el cual buscaba crear un ambiente de estabilidad cambiaria. Con el objeto de fortalecer el proceso de negociación internacional se crearon: el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial, el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) hoy convertido en la Organización Mundial de Comercio (OMC), la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la Organización Europea de Cooperación Económica (OECE) y en 1964 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

Sin embargo, de las potencias económicas de entonces, particularmente Estados Unidos comenzaron a debilitarse en la década de los años sesentas afectando primordialmente la estabilidad de los bienes y el sistema monetario internacional. Así en 1967, la libra esterlina sufrió una devaluación del 14 por ciento debido a un descenso en las reservas de divisas extranjeras causado por los flujos especulativos a corto plazo. El hecho de que el valor de un activo de reserva internacional hubiera caído indicaba que los tipos de cambio de Bretton Woods no eran sostenibles. Esto ocasionó que para 1968, los principales bancos centrales decidieran dejar de realizar transacciones en oro y en 1970 apareció un activo internacional llamado "papel oro".

En 1971, la administración de Nixon anunció que se dejaría de comprar y vender oro a los bancos centrales extranjeros, lo que representó oficialmente un abandono al sistema Bretton Woods. Después de esto, las autoridades monetarias de los principales países industriales se reunieron en Washington para desarrollar un nuevo sistema de convenios cambiarios. De esta reunión surge el Acuerdo Smithsoniano en el cual se acordó un sistema de paridades más flexible que el Bretton Woods. Posteriormente en 1976, vino el Acuerdo de Jamaica, el cual permitía a los países para que escogieran el régimen cambiario más adecuado (García-Escobar, 1998).

Para finales de los años setentas se inicia un proceso de internacionalización de los mercados de capitales con ello se crea la Unión Económica y Monetaria Europea (UEM). También en esta década países como Corea del Sur, Hong-Kong, Singapur, experimentaron un importante crecimiento vinculado fundamentalmente a las exportaciones. De forma paralela, Brasil, Indonesia y otros países en desarrollo registraron un aumento en la inversión extranjera.

En la década de los ochentas se desarrollaron diferentes innovaciones financieras, las cuales pueden ser clasificadas como sigue, según un informe del Banco Internacional de Pagos (Bank of International Settlements, 1986): innovaciones en la transferencia precio-riesgo, instrumentos de transferencia crédito -riesgo, innovaciones generadoras de liquidez, instrumentos generadores de crédito, instrumentos generadores de acciones. Durante esta década debido a las cambiantes condiciones del mercado y la economía, se desarrollaron los instrumentos financieros derivados, entre los más conocidos se encuentran: los futuros, las opciones y los swaps.

La falta de estabilidad en el sistema de cambios, en las tasas de interés, en los mercados, en la

solvencia de los países que se vivía en los años ochentas, provocaron el auge de la ingeniería financiera, es decir, la construcción y productos financieros. Según (Galitz, 1994), algunas de las características básicas de la ingeniería financiera son: la existencia de un objetivo, la combinación de instrumentos financieros, la conjunción de operaciones, operaciones siempre a la medida e internacionalización de las operaciones.

Para los años noventa se pone de moda la "globalización", haciendo referencia a la integración de los diferentes mercados financieros domésticos en un único mercado financiero internacional. El avance tecnológico ha permitido conectar los mercados entre sí.

La globalización es un fenómeno que ha traído consecuencias buenas y malas. Una de las consecuencias positivas es el impulso al comercio y los movimientos internacionales del capitales (Krugman, 1995). Además se produce una menor dependencia de la inversión en el ahorro nacional. Por otra parte se dispone de un mayor abanico de bienes y activos y gran rapidez de respuesta a situaciones nuevas de riesgo. Según (Dallara,1997) la globalización tiene ventajas para las economías emergentes como son: el crecimiento y la reforma de sus economías, la globalización empresarial, el aumento de la transparencia con una mejor y mayor publicación de datos económicos y financieros, la integración de los mercados financieros y la diversificación de carteras.

En contraparte, dentro de las desventajas se encuentran: la variabilidad de los precios de los activos, los efectos contagio entre los mercados, en muchos casos provocados por burbujas especulativas, el alto apalancamiento (derivados), la pérdida de autonomía política de cada país, la tendencia a disminuir los sueldos. Una de las grandes desventajas de la globalización es contagio entre los mercados, ya que si un mercado sufre una crisis, ésta fácilmente repercutirá en otro mercado y éste a su vez contagiará a otro; ejemplo claro de ello fue el crash de 2008.

## 1.2. Mercados Bursátiles

En los últimos veinte años el mundo ha sido testigo de un crecimiento espectacular en las transacciones internacionales de valores negociables en gran medida debido al proceso de integración entre los mercados. En las Bolsas de valores más importantes del mundo se hizo un cambio en los sistemas de negociación para hacerlos electrónicos. También han sido importantes los avances en la tecnología de producción y transmisión de la información.

La integración de los mercados y la facilidad de negociación que se adquiere con un mercado electrónico ha propiciado que el número de compañías listadas en los mercados bursátiles se incremente. En el cuadro 1.1, se presenta la evolución del número de compañías listadas en la bolsa de valores de cada país al final de cada año, desde el 2000 hasta el 2009; este indicador no incluye

sociedades ni fondos de inversión. Como se observa en la tabla 1.1, países como Canadá, España, Japón y Gran Bretaña han aumentado considerablemente el número de compañías listadas; por el contrario países como Estados Unidos y Alemania lo han disminuido.

Tabla 1.1: Número de compañías listadas en los principales mercados bursátiles 2000 - 2009

<b>América</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Argentina	127	111	83	107	104	101	103	107	107	101
Brasil	459	428	399	367	357	381	392	442	432	377
Canadá	1,418	1,299	3,756	3,578	3,597	3,721	3,790	3,881	3,755	3,761
Chile	258	249	254	240	239	245	244	238	235	232
Estados Unidos	7,524	6,355	5,685	5,295	5,231	5,143	5,133	5,130	5,603	4,401
México	179	168	166	159	152	151	131	125	125	125
<b>Europa</b>										
Alemania	1,022	749	715	684	660	648	656	658	638	601
España	1,019	1,458	2,986	3,223	3,272	3,300	3,339	3,498	3,536	3,435
Francia	808	791	772	934	898	885	717	707	966	941
Gran Bretaña	1,904	1,923	2,405	2,311	2,486	2,759	2,913	2,588	2,415	2,179
Rusia	249	236	196	214	215	296	309	328	314	279
<b>Asia</b>										
China	1,086	1,160	1,235	1,296	1,384	1,387	1,440	1,530	1,604	1,700
India	5,937	5,795	5,650	5,644	4,730	4,763	4,796	4,887	4,921	4,955
Japón	2,561	2,471	3,058	3,116	3,220	3,279	3,362	3,844	3,299	4,161

Fuente: Banco Mundial.

En la figura 1.1 se muestra el porcentaje de capitalización bursátil que cada país obtuvo en 2009 con respecto al total de capitalización bursátil, es decir tomando en cuenta la capitalización bursátil doméstica y la capitalización bursátil extranjera. Como se puede observar la capitalización bursátil doméstica de Argentina y Chile representa casi el 80 por ciento del total de su capitalización, es decir, cuentan con poca participación extranjera. En contraparte, la capitalización bursátil de Estados Unidos y Alemania representa alrededor del 20 por ciento, lo cual indica que sus mercados tienen una gran participación extranjera.

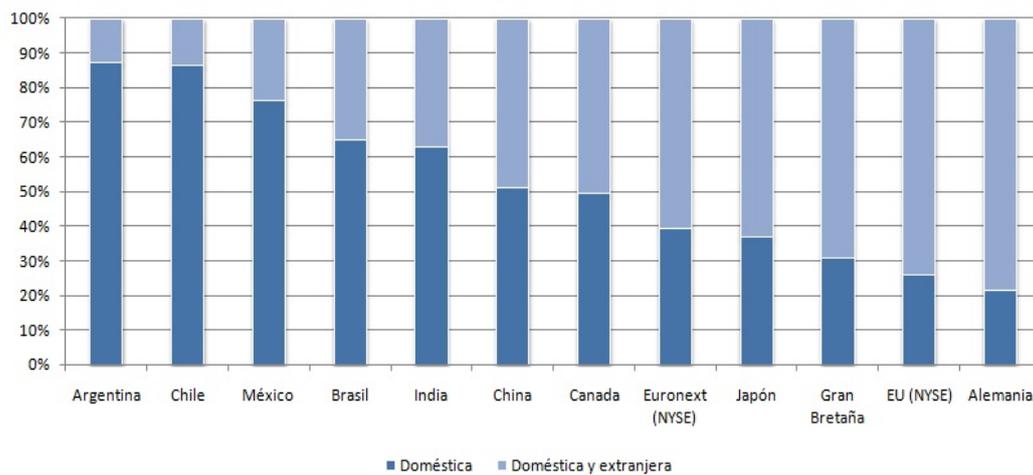


Figura 1.1: Porcentaje de capitalización bursátil doméstica de los principales mercados en 2009

Fuente: Federación Internacional de Bolsas.

La capitalización bursátil, también conocida como valor de mercado, es el valor de los activos financieros susceptibles de ser negociados. Es decir, es el precio de la acción multiplicado por el número de acciones en circulación. En la tabla 1.2 se ilustra la importancia de los principales mercados bursátiles en el mundo en función de su capitalización bursátil doméstica. Al analizar el cuadro se observan grandes diferencias. El mercado de Estados Unidos (NYSE) constituye el mercado más grande de todos, ya que por si solo, prácticamente triplica el tamaño del mercado japonés, que es el siguiente en tamaño. En seguida se encuentra el mercado de China, el cual en tamaño es alrededor del 25 por ciento del NYSE. En cuarto lugar se sitúa Gran Bretaña, el cual representa alrededor del 15 por ciento del mercado estadounidense. El mercado mexicano, en comparación con el NYSE es del 2 por ciento. Es importantes aclarar que estas posiciones son tomando en cuenta únicamente la capitalización bursátil doméstica.

Como se advierte en la tabla 1.2, el NYSE constituye el mercado más grande del mundo en capitalización bursátil tanto doméstica como extranjera. Por otro lado, es importante resaltar el vertiginoso crecimiento de países como: Brasil, Chile, China e India; los cuales han registrado un crecimiento en la capitalización bursátil doméstica superior al 100 por ciento en el periodo 2000-2009. De igual forma, es conveniente resaltar que México y España han tenido un crecimiento del 80 por ciento y 70 por ciento respectivamente durante el mismo periodo.

Tabla 1.2: Capitalización bursátil de los principales mercados de 2000 - 2009 (doméstica)(MDD)

América	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Argentina	166,068	192,499	103,434	38,927	46,432	61,478	79,730	86,684	52,309	48,932
Brasil	226,152	186,238	123,807	234,560	330,347	474,647	711,100	1,370,377	589,384	1,167,335
Canadá	841,385	700,751	575,316	893,950	1,177,518	1,480,891	1,700,708	2,186,550	1,002,215	1,680,958
Chile	60,401	56,310	47,584	86,291	117,065	136,446	174,556	212,910	132,428	209,475
Estados Unidos	15,104,037	13,854,616	11,098,102	14,266,266	16,323,726	16,970,865	19,425,855	19,947,284	11,737,646	15,077,286
México	125,204	126,258	103,137	122,532	171,940	239,128	348,345	397,725	232,581	340,565
<b>Europa</b>										
Alemania	1,270,243	1,071,749	691,124	1,079,026	1,194,517	1,221,250	1,637,826	2,105,506	1,107,957	1,297,568
España	504,219	468,203	464,998	726,243	940,673	960,024	1,323,090	1,800,097	946,113	1,297,227
Francia	1,446,634	1,174,428	966,962	1,355,925	1,559,110	1,758,721	2,428,572	2,771,217	1,492,327	1,972,040
Gran Bretaña	2,576,992	2,164,716	1,864,262	2,460,064	2,815,928	3,058,182	3,794,310	3,858,505	1,851,954	2,796,444
Rusia	38,922	76,198	124,198	230,786	267,957	548,579	1,057,189	1,503,011	397,183	861,424
<b>Asia</b>										
China	580,991	523,952	463,080	681,204	639,765	780,763	2,426,326	6,226,305	2,793,613	5,007,646
India	148,064	110,396	131,011	279,093	387,851	553,074	818,879	1,819,101	645,478	1,179,235
Japón	3,157,222	2,251,814	2,126,075	3,040,665	3,678,262	4,736,513	4,726,269	4,453,475	3,220,485	3,377,892

Fuente: Banco Mundial.

Tabla 1.3: Importancia de los mercados bursátiles en las economías nacionales (%)Capitalización bursátil/PIB

<b>América</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Argentina	58.4	71.6	101.4	30.0	30.3	33.6	37.2	33.2	16.0	15.9
Brasil	35.1	33.6	24.6	42.5	49.8	53.8	65.3	100.3	35.7	73.2
Canadá	116.1	97.9	78.3	103.2	118.7	130.6	133.0	153.5	66.9	125.8
Chile	80.3	82.1	70.7	116.6	122.4	115.4	118.9	129.6	77.5	128.0
Estados Unidos	152.6	135.4	104.8	128.7	138.2	134.9	145.7	141.9	81.7	106.8
México	21.5	20.3	15.9	17.5	22.6	28.2	36.6	38.8	21.3	38.9
<b>Europa</b>										
Alemania	66.8	56.7	34.3	44.2	43.5	43.8	56.1	63.2	30.5	39.0
España	86.8	76.9	67.8	82.2	90.1	84.9	107.2	124.9	59.3	88.8
Francia	108.9	87.7	66.4	75.3	75.6	81.9	107.2	106.8	52.3	74.4
Gran Bretaña	174.4	147.2	115.6	132.2	127.9	134.1	155.5	137.9	69.6	128.6
Rusia	15.0	24.9	36.0	53.6	45.3	71.8	106.8	115.6	23.8	69.9
<b>Asia</b>										
China	48.5	39.5	31.9	41.5	33.1	34.6	89.4	178.2	61.8	100.4
India	32.2	23.1	25.8	46.6	53.8	66.3	86.1	146.4	53.1	85.6
Japón	67.6	55.0	54.3	71.9	79.9	104.0	108.3	101.7	65.9	66.6

Fuente: Banco Mundial.

Otra forma de analizar la importancia de un mercado consiste en comparar la relación que existe entre la capitalización bursátil y el Producto Interno Bruto (PIB) de cada país. En la tabla 1.3 se muestra que porcentaje representa la capitalización bursátil con respecto al PIB de cada país; los indicadores no incluyen sociedades ni fondos de inversión. Al revisar esta tabla se observa que la capitalización bursátil en el mercado de valores de Estados Unidos y de Gran Bretaña es aproximadamente 30 por ciento mayor que el PIB. En el mercado de Canadá y Chile la capitalización bursátil es casi la misma que el PIB. La capitalización bursátil en Francia y España representa alrededor del 85 por ciento del PIB. En contraste, en nuestro país la capitalización bursátil representa alrededor del 25 por ciento del PIB del país.

Finalmente en la figura 1.2 se presenta un gráfico con el porcentaje de acciones negociadas durante el 2000 y el 2009 con respecto al total de acciones que se encuentran inscritas en el mercado. Este indicador da una idea de que tan activo es el mercado. Por ejemplo, el mercado inglés y el estadounidense son mercados muy activos, en contraste el mercado argentino y el mexicano comercian menos del 10 por ciento del total de acciones.

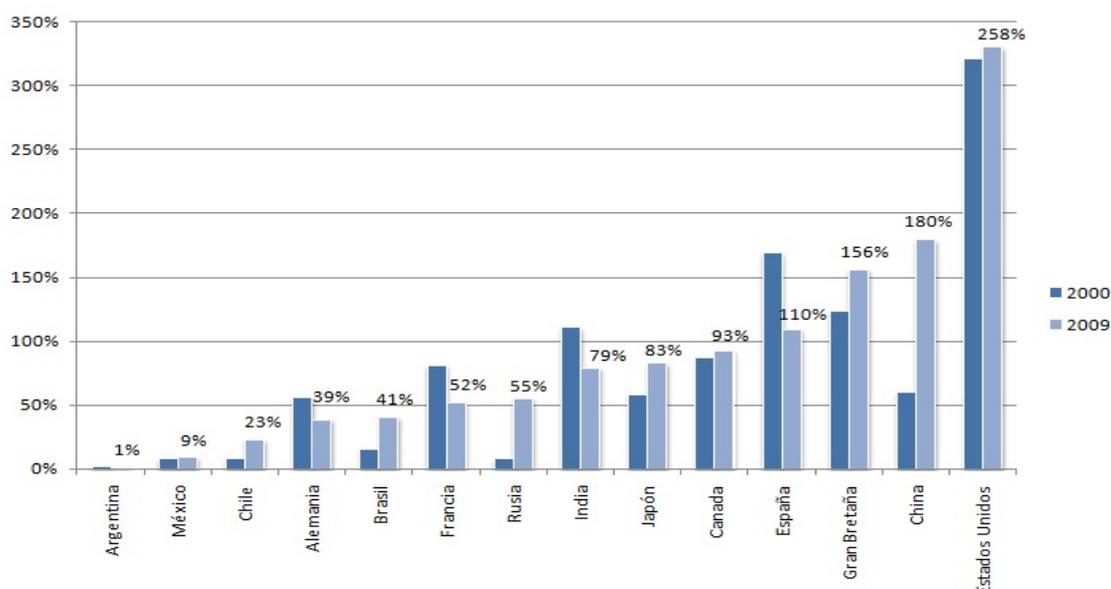


Figura 1.2: Porcentaje de acciones negociadas en 2000 y 2009

Fuente: Banco Mundial.

### 1.2.1. El crash de 2008

El periodo de estudio de la presente tesis comprende de 2000 a 2009, por tal motivo, tanto la crisis de 2001 como la de 2008 invariablemente afectan los resultados. Por ello, es importante hacer un paréntesis para entender lo que sucedió en dichas crisis.

En 2001, el gran desarrollo de Internet y de las empresas que operaban en la red, originó que las inversiones en este campo aumentarían, provocando una gran subida de las acciones y creando con ello una burbuja especulativa. Se esperaban ganancias muy grandes, sin embargo, éstas no llegaron y los inversionistas decidieron retirarse, con esto se causó un fuerte daño a los mercados, principalmente al de los EEUU (Blackburn, 2009).

La crisis de 2008 se originó en EEUU y fue una de las más grandes que se conocen. Entre las instituciones más afectados por esta crisis estuvieron: Freddie Mac y Fannie Mae que son las dos mayores entidades hipotecarias de EEUU, AIG que es la 3a aseguradora en importancia del país y los bancos Lehman Brothers y Bear Stearns. Sin embargo, el contagio se extendió al resto del mundo (Bordo, 2008).

Podría decirse que el crash de 2008 tuvo su origen en el estallido de la burbuja de Internet a finales del 2000, ya que para contrarrestar esta crisis, la Reserva Federal de EEUU (FED) disminuyó las tasa de interés del 6.5 por ciento al 3.5 por ciento en tan sólo unos meses. Después con el ataque terrorista del 11 de septiembre de 2001 se produjo una desaceleración de la economía. Para contrarrestar la desaceleración de la economía la FED siguió reduciendo las tasa hasta el 1 por ciento en julio de

2003, la tasa más baja en medio siglo, tasa que se mantuvo un año entero.

Esta relajación del crédito ayudó a crear la burbuja inmobiliaria, ya que los bancos comenzaron a conceder créditos inmobiliarios a más gente con menos requisitos. Sin embargo, dado que las tasas de interés eran muy bajas, las ganancias de los bancos eran pocas. Así que para aumentar sus ganancias, los bancos decidieron crear hipotecas en las que el cliente pagaba un interés más elevado. Con esto se logró que de 2000 a 2005, el valor de mercado de las viviendas construidas subiera más del 50 por ciento y hubiera un boom de nuevas construcciones (Blackburn, 2009).

Las hipotecas se hicieron muy accesibles para personas que no reunían las garantías que normalmente un banco exigía antes de otorgar una hipoteca. Se hicieron comunes los créditos ninja (no income, no job, no assets), es decir los préstamos a personas sin trabajo, sin ingresos, sin activos. En un principio, los grandes bancos rechazaron entrar en ese juego por los riesgos que ello implicaba, pero ante los avances de la competencia, tuvieron que empezar a hacerlo, concediendo créditos en las mismas condiciones que los demás.

A su vez, los bancos vendían esas hipotecas transformándolas en paquetes <sup>1</sup> como bonos y productos estructurados, colocándolas en el mercado de renta fija. Los fondos de pensiones y los fondos de inversión inmobiliaria se intensificaron para trasladar el riesgo crediticio a los inversionistas. Con esa estrategia se diversificaba el riesgo. Y para diversificarlo más, empezaron a mezclar diferentes tipos de hipotecas y de activos en un mismo bono.

De este modo todos contentos: el consumidor podía acceder a hipotecas con pocos requisitos, el banco tenía clientes y se deshacía de esas hipotecas que sabía que serían problemáticas cuando subieran las tasa de interés, los tenedores de los bonos tenían numerosos activos a su disposición que además podían asegurar sin problemas, dado que las agencias de calificación de riesgos que miden la solvencia de las emisiones les daban una calificación excelente. En resumen, todos estaban comprando, vendiendo y asegurando unos bonos muy peligrosos y a su vez se estaban endeudando usando esos bonos como garantía (Martín, 2009).

A partir del 2004 la FED comenzó a subir las tasas de interés, pero como lo hizo de forma gradual, la bomba resistió hasta 2008, cuando la combinación de las tasa más altas y el final del periodo de carencia en muchas hipotecas <sup>2</sup>, empezó a hacer mella en quienes habían contratado créditos

---

<sup>1</sup>Algunos de estos paquetes fueron: los MBS (*Mortgage Backed Security*) creados en la década de los setenta. Los ABS (*Asset Backed Securities*) cuyo subyacente eran préstamos a los estudiantes, créditos automotrices y créditos al consumo de tarjetas de crédito; fueron creados en la década de los ochenta. En los noventa se crearon los CDS (*Credit Default Swaps*) y a principios del siglo XXI se crearon derivados sobre regalías de artistas de rock, sobre cuentas por cobrar de la industria tabacalera, etc. (Cabello & Ortiz, 2010).

<sup>2</sup>Periodo de la hipoteca en el cual se paga una cuota mensual más baja.

subprime <sup>3</sup>. Entonces todo se vino abajo. Las primeras faltas de pago cuestionaron la solvencia de todo el sistema.

Debido a la desconfianza entre los bancos, el mercado interbancario deja de funcionar, la crisis hipotecaria se convierte en crisis financiera y los gobiernos tienen que salir al rescate porque son conscientes de que la desconfianza de los ciudadanos en las entidades de crédito, es la antesala de una catástrofe en la economía mundial. Así es como estalla la burbuja inmobiliaria y el abuso en la concesión de hipotecas de alto riesgo. A esto, se le añade el desorbitado aumento del precio de los alimentos y la subida de la energía: barril de petróleo por las nubes (Bordo, 2008).

Posteriormente, cuando llega la sequía crediticia, se produce una reducción del crecimiento económico y bajan los precios de las materias primas. Como consecuencia de ello, la inflación dejó de ser un problema tan preocupante como antes pero ello dejó otras víctimas: los países emergentes que son los principales productores de materias primas.

El efecto de la crisis sobre los bancos y mercados bursátiles fue devastador. El Fondo Monetario Internacional estimó que los grandes bancos de EE.UU. perdieron más de un billón de dólares en activos tóxicos y en préstamos incobrables de enero de 2007 hasta septiembre 2009, mientras que los Bancos Europeos perdieron 1,6 billones de dólares. A principios de marzo de 2008, el índice S&P 500, se redujo un 43 por ciento. En comparación a los valores registrados en 2007, para el primer trimestre de 2009, en Alemania el DAX cayó 45 por ciento, en Japón el Nikkei se desplomó 38 por ciento, en el Reino Unido el FTSE cayó 52 por ciento, en México el IPC cayó 51 por ciento y el Bovespa perdió 40 por ciento.

Sin duda, esta crisis fue una de las más profundas y amargas que se haya vivido. Por ello los gobiernos tuvieron que tomar diversas medidas para contrarrestar esta crisis. Es posible que se estuviera en el inicio de un nuevo ciclo caracterizado por una mayor intervención del Estado siempre que fuera necesaria y una regulación financiera con controles y reglas claras: quién contamina paga (en relación a hipotecas y productos tóxicos). De ahí que se hable de la necesidad de otro Breton Woods, para refundar el capitalismo.

### **1.3. Mercados Emergentes**

Generalmente los inversionistas se mostraban más atraídos a invertir dentro de sus fronteras y menos atraídos a invertir en mercados poco conocidos. En los últimos años, esta tendencia se ha modificado y los inversionistas se han interesado en invertir en los mercados emergentes; esto debido a que son países que en los últimos años han crecido en forma notable y cuyas perspectivas

---

<sup>3</sup>Créditos de alto riesgo.

de futuro son más alentadoras; es importante señalar que son economías muy volátiles y que han sufrido numerosas crisis en las últimas dos décadas. Sin embargo, estos mercados alternativos de inversión más que atractivos y con un rendimiento superior al que ofrecen otras inversiones con características similares en países desarrollados.

Hoy en día, no existe una definición de referencia para establecer qué es un mercado emergente, pero sí que existen algunas características que ayudan a establecer si un mercado está en su fase emergente. De acuerdo al Fondo Monetario Internacional<sup>4</sup>, un mercado emergente es aquel que se encuentra en un país con una economía en vías de desarrollo que ha liberado sus sistemas financieros para promover los flujos de capital con no residentes y son ampliamente accesibles a los inversionistas extranjeros.

Según el Banco Mundial<sup>5</sup>, una economía emergente es aquella que cuenta con una renta per capita medio-baja, si se toma en cuenta esta definición, actualmente el 80 por ciento de la población mundial habita en economías emergentes. Por otro lado este tipo de mercados son aquellos que se encuentran en un momento transitorio, pasando de tener una economía cerrada a desenvolverse plenamente en una economía de mercado, consiguiendo mayor transparencia y eficacia en sus mercados de capitales.

La definición del Banco Mundial determina si una economía es emergente en función de su renta per cápita. Sin embargo, pueden existir mercados que lleven varios años funcionando con un elevado desarrollo, una tecnología suficientemente avanzada e integrado con otros mercados y ser considerado como mercados emergentes, aunque sus participantes no lo vean de este modo. Por el contrario, podemos encontrar mercados que se localizan en una etapa inicial de desarrollo dentro de una economía de renta elevada y, por lo tanto, no ser considerados como mercados emergentes.

Para comprender mejor a se refiere un mercado emergente, a continuación se enumeran algunas de las características de estos mercados:

**Mayor potencial de crecimiento económico:** La dependencia que presentaban los países en desarrollo con respecto a los países fuertemente industrializados, cambió desde la década de los ochenta. Ahora los ciclos económicos de estos países tienden a no coincidir, ni en tiempo ni en intensidad, con los de los países desarrollados. El crecimiento presentado por estas economías ha sido claramente superior al de las economías más potentes.

**Tamaño y rápido crecimiento:** El crecimiento de estos países se está dando tanto en la capita-

---

<sup>4</sup>International Monetary Fund *Emerging Markets* [en línea], Enero 2010 Disponible en Web: <<http://www.imf.org>>.

<sup>5</sup>The World Bank *Emerging Markets* [en línea], Diciembre 2009 Disponible en Web: <<http://www.worldbank.org/>>.

lización como en el volumen de operaciones o el número de títulos cotizados. El crecimiento que ha tenido lugar en las últimas décadas en los mercados de otros países desarrollados que no fueran EE.UU. y que los ha convertido en objeto de interés en aquel país, puede ser un indicio de lo que ocurrirá con los países emergentes.

**Cambios políticos y económicos:** Es frecuente encontrar entre los mercados emergentes a países que hayan evolucionado recientemente hacia estados más democráticos. Estos cambios políticos suelen ir acompañados de cambios en las políticas económicas. Es frecuente que estas políticas vayan dirigidas en los siguientes caminos: desregularización, liberalización, privatización de empresas públicas, eliminación progresiva de las trabas a la libre circulación de bienes, servicios y capitales, mayor permisibilidad hacia las inversiones extranjeras y supresión de los controles de cambio.

**Rendimiento:** El principal interés que presentan los países emergentes es su elevada rentabilidad. Pero es lógico que ningún país permanezca como el más rentable durante mucho tiempo, por lo que seleccionar el más adecuado en cada momento resulta de gran importancia.

La globalización ha traído beneficios a los mercados emergentes, ya que gracias a ésta desde 1995, la inversión extranjera directa se ha fortalecido en estos países, de igual modo, se ha convertido en una fuente importante de financiamiento (Ortiz,2010).

Para ejemplificar mejor este punto la figura 1.3 resume la inversión extranjera directa que han tenido los mercados emergentes de cada continente de 2000 a 2009. Como se puede observar la inversión directa más fuerte se ha tenido en países emergentes asiáticos, El segundo lugar en inversión directa extranjera lo tienen los países emergentes de América Latina; Europa Oriental y Medio Oriente ocupan el tercer y cuarto lugar en preferencia para la inversión directa extranjera. Cabe destacar que la inversión directa en Asia a pesar de la crisis financiera que vivió el mundo en 2008, aumentó con respecto de 2007. Durante este período (2000-2009) la inversión extranjera directa en países emergentes se ha visto mayormente favorecida en el año 2000.

No se debe olvidar que aún cuando la globalización de los países emergentes es benéfica para el desarrollo de éstos, también conlleva algunas implicaciones. Por ello, es importante que la globalización de los mercados emergentes se realice de una manera más secuenciada y estructurada; es decir, se lleve a cabo una mejor regulación por parte de las entidades gubernamentales, una mejor autorregulación por parte de los mismos mercados, un mejor manejo del riesgo por parte de los inversionistas, la utilización de medidas idóneas para su medición y control, necesidad de desarrollar empresas grandes y competitivas a nivel internacional, los gobiernos deben implementar políticas

económicas que fomenten la educación, el desarrollo de la ciencia y tecnología así como el empleo y las inversiones (Ortiz, 2010).

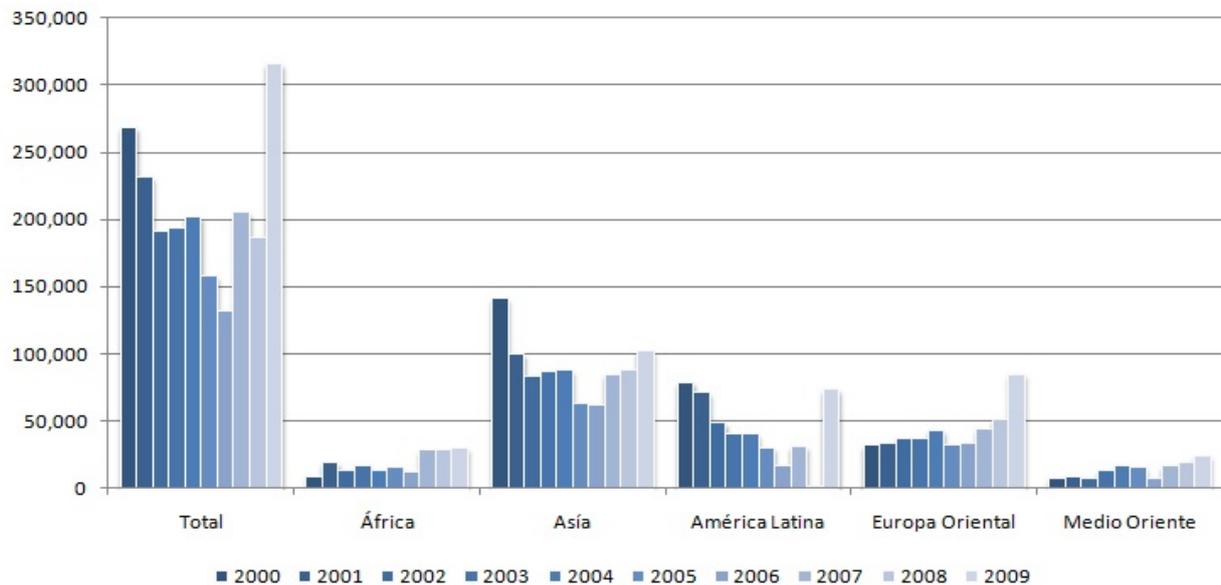


Figura 1.3: Inversión Extranjera Directa en Mercados Emergentes

Fuente: Ortiz, Edgar. *Finanzas y Productos Derivados.*, 2010.

### 1.3.1. Los BRICs

Dentro de los mercados emergentes se encuentran los BRICs, un bloque de países que en los últimos años ha cobrado suma importancia. En esta tesis se crea un portafolio conformado por los índices de los países pertenecientes al BRIC. Por tal motivo, es importante profundizar en el estudio de este bloque de países. El siguiente apartado presenta una investigación del BRIC.

BRIC es la abreviatura que se utiliza para denominar el bloque de economías emergentes conformado por Brasil, Rusia, India y China. Este acrónimo fue creado en noviembre de 2001 por el jefe de Investigación Económica Global Jim O'Neill de Goldman Sachs y hace referencia a cuatro países emergentes, que siguiendo cada uno su propia senda de crecimiento y desarrollo, tienen un peso emergente en la economía mundial. Es importante aclarar que el BRIC es sólo un término porque los cuatro países del BRIC no existen realmente como un bloque en el presente. Sin embargo, si se observa, por ejemplo, como China necesita muchas de las materias primas que Brasil produce; existe cierto incentivo para que cooperen entre sí. Además, estos países comparten un gran deseo por ser importantes en el escenario mundial y no depender de EEUU. Por tal motivo, a pesar de que estos países son muy diferentes entre sí, con economías diferentes e influencias distintas, no es herrado pensar que en un futuro decidan conformar un bloque como tal (Wilson, 2003).

Brasil, Rusia, India y China tienen extensiones territoriales muy grandes y ricas en recursos

naturales y demográficos <sup>6</sup>. Además, como se observa en la tabla 1.4, el crecimiento de su PIB ha sido enorme en los últimos años. Goldman pronosticaba que el PIB real de estas economías crecería más rápidamente que el de las economías avanzadas. Para la década 2000-2010, la firma proyectaba un aumento creciente. Más tarde, en 2003, O'Neill enfatizó el potencial de los cuatro países de convertirse "en una fuerza dominante en la generación del crecimiento hacia el año 2050" (Turzi, 2010).

Antes del 2040, Brasil, Rusia, India y China, en conjunto, se convertirían en la mayor fuerza de la economía mundial, según un estudio de Goldman Sachs que proyectó el crecimiento del PIB, el ingreso per cápita y el movimiento monetario de cada uno de esos países. Para esa fecha, el BRIC superaría al actual G6 <sup>7</sup>. Y, en el 2050, sólo los Estados Unidos y Japón lograrían mantenerse entre las seis mayores economías, en términos de dólares. China e India serán los proveedores globales de tecnología y de servicios; Brasil y Rusia por su lado serán los mayores proveedores de materias primas y alimentos del mundo (Baumann, 2009).

En términos generales, la lista de las potencias mundiales va a cambiar. Definitivamente, Brasil, Rusia, India y China que hoy representan menos del 15 por ciento del G6, en menos de 40 años serán las cuatro mayores potencias y dominarán el mundo.

Tabla 1.4: Tasa de crecimiento medio anual del PIB real, históricas o previstas

Periodo	BRIC				G6					
	Brasil	Rusia	India	China	EEUU	FRA	GER	ITA	JAP	RU
1990-1999	2.9	-6.1	6.1	10.7	3.4	1.7	1.5	1.2	1.4	2.2
2000-2003	2.1	6.4	5.0	7.9	2.3	2.0	0.9	1.5	1.5	2.2
2004-2015	4.0	4.3	6.0	6.7	2.5	1.9	1.8	1.7	1.0	2.2
2016-2050	3.7	2.8	5.8	3.9	2.5	1.7	1.2	1.0	0.9	1.7

Fuente: *La economía mundial hasta 2050*, Boletín Económico de ICE, Num 2795, Febrero 2004.

## 1.4. Principales bolsas de valores en el mundo

Las bolsas de valores son mercados en donde se reúnen vendedores y compradores de activos financieros para facilitar las negociaciones de éstos. Dentro de las mismas casas de bolsa se encuentran los asesores financieros o brokers; quienes proporcionan a los inversionistas las indicaciones

<sup>6</sup>Combinados los cuatro países contienen el 42 por ciento de la población mundial.

<sup>7</sup>Bloque conformado por Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Italia y el Reino Unido.

necesarias para hacer una adecuada planeación de su inversión, de acuerdo a sus necesidades. Todos los instrumentos de inversión se pueden conseguir en una casa de bolsa.

Las bolsas de valores contemplan principalmente cuatro funciones: la primera es el proceso de fijación de precios en donde los compradores y vendedores del mercado financiero determinan el precio del activo comercializado; la segunda es proporcionar un mecanismo para que el inversionista venda un activo financiero, es decir, proporciona liquidez; la tercera es reducir los costos de transacción; la cuarta es la emisión de títulos patrimoniales o de endeudamiento. Cabe aclarar que en cuanto a la negociación de los valores, el mercado puede ser primario o secundario. En el mercado primario se comercializan títulos y valores de primera emisión que son ofertados por las empresas con la finalidad de obtener recursos, ya sea para la constitución de nuevas empresas o para inyectar capital a las empresas en marcha. El mercado secundario es aquel donde los inversionistas intercambian los títulos previamente emitidos. Igualmente las bolsas de valores dividen sus actividades en mercado de capitales y mercado de deuda <sup>8</sup>. El mercado de capitales, es donde se realizan operaciones con títulos de libre cotización como lo son las acciones, bonos, títulos de la deuda pública, certificados de divisas, etc. En el mercado de deuda se negocian todos los instrumentos gubernamentales que representan deuda del Gobierno Federal en títulos de deuda a corto plazo.

La globalización de los mercados financieros permitió que las entidades de cualquier país buscaran conseguir fondos no solo en su país de origen sino en todo el mundo. Básicamente, son tres los factores que lleva a la integración de mercados: la liberación de los mercados y de la actividad de los participantes en los principales centros financieros; avances tecnológicos para monitorear los mercados mundiales; la creciente institucionalización de los mercados financieros.

Existen varias razones para que una corporación trate de conseguir fondos en el extranjero, entre ellas se puede destacar: si el mercado doméstico de la corporación no está lo suficientemente desarrollado y no pueda satisfacer la demanda de fondos; la segunda es que en el mercado extranjero puede haber oportunidades para obtener un menor costo de los fondos disponibles en el mercado doméstico; por último permite a las corporaciones diversificar de manera internacional.

A lo largo de los años se han fundado varias bolsas de valores alrededor del mundo, entre las más viejas se encuentra la bolsa de Nueva York y la de Londres; las de más reciente creación corresponde en su mayoría a países emergentes. Actualmente, en su gran mayoría las bolsas manejan un sistema electrónico para realizar transacciones desde cualquier parte del mundo. Dentro de estos mercados, existe una gran variedad de instrumentos con los que se pueden hacer transacciones. Todos estos mercados están regulados por instituciones que se encargan de salvaguardar la estabilidad del sistema financiero y fomentar su eficiencia y desarrollo incluyendo el beneficio de la sociedad. (Ver tabla 1.5).

---

<sup>8</sup>En México también conocido como mercado de renta variable y mercado de dinero.

Tabla 1.5: Características de las principales bolsas de valores

<b>Mercado</b>	<b>Año de Creación</b>	<b>Empresas Listadas<sup>1</sup></b>	<b>Capitalización<sup>2</sup></b>	<b>Índice</b>	<b>Regulación</b>
Argentina (Merval)	1929	107	39,850	Merval	CNV
Brasil (BM&BOVESPA)	1890	432	589,384	IBovespa	BSM
Canadá (TMX Group)	1852	3,755	1,002,215	S&P-TSX 60	BCSC
Chile (BCS)	1893	235	132,428	IPSA	SVS
Estados Unidos (NYSE Euronext)	1792	5,603	11,737,646	NYSE	SEC
México (BMV)	1886	125	232,581	IPC	CNBV
<b>Europa</b>					
Alemania (Deutsche Börse Group)	1585	638	1,107,957	DAX 30	NA
España (BME)	1809	3,536	946,113	Ibex 35	CNMV
Francia (Euronext Paris)	1460	966	1,492,327	CAC40	CB
Gran Bretaña (London SEG)	1801	2,415	1,851,954	FTSE 100	RIE y RCH
Rusia (RTS)	1995	314	1,321,833	RTS	NP RTS
<b>Asia</b>					
China (SSE)	1990	1,604	2,793,613	SSE 50	CSEC
India (BSE)	1875	4,921	645,478	BSE Sensex	SCRA
Japón (TSE)	1878	3,299	3,220,485	Nikkei 225	TSER

Fuente: Páginas Web de las bolsas de valores de los países.

<sup>1</sup>Empresas listadas 2008. Banco Mundial.

<sup>2</sup>Capitalización bursátil de 2008 en Millones de dólares. Banco Mundial.

## 1.5. Principales índices bursátiles del mundo

Los índices accionarios son herramientas estadísticas que expresan el comportamiento del mercado accionario, este se construye con distintos componentes para seguir la evolución de ellos en su conjunto. Dentro de éste índice se pondera la participación de las partes en el mismo según distintos criterios. Por ponderación se entiende el peso relativo a cada uno de sus componentes (Brull, 2007). Estos índices sirven para medir el comportamiento del mercado al que representan y compararlo con la evolución de un valor o una cartera de valores determinada.

Los índices bursátiles son números que reflejan la evolución en el tiempo de los precios de los títulos cotizados en un mercado. La muestra de activos que componen el índice obedece a ciertos criterios de elección que en general tienen que ver con el volumen negociado y la capitalización bursátil. Dado que existen distintos tipos de títulos cotizados (acciones, derivados) se pueden calcular diferentes tipos de índices, aunque los más conocidos son los que se refieren a las acciones.

Tabla 1.6: Características de los principales índices bursátiles del mundo

Índice	Año de Creación	No. Empresas <sup>1</sup>	Base	Revisión <sup>2</sup>
Merval (Argentina)	1986	15	100	Trimestral
IBovespa (Brasil)	1968	63	100	Cuatrimstral
S&P/TSX Composite(Canadá)		222	500	Cuatrimstral
IPSA (Chile)	1980	40	1,000	Trimestral
S&P 500 (Estados Unidos)	1941	500	10	Cuatrimstral
IPC (México)	1978	35	78	Anual
<b>Europa</b>				
DAX 30 (Alemania)	1987	30	1,000	Cuatrimstral
IBEX 35 (España)	1989	35	3,000	Semestralmente
CAC 40 (Francia)	1987	40	1,000	Cuatrimstral
FTSE 100 (Gran Bretaña)	1984	100	1,000	Cuatrimstral
RTS (Rusia)	1995	50	100	Trimestral
<b>Asia</b>				
SSE Composite (China)	2003	869	1,000	Semestralmente
BSE Sensex (India)	1979	30	100	Cuatrimstral
Nikkei 225 (Japón)	1949	225	1,000	Anual

Fuente: Páginas Web de las bolsas de valores de los países.

<sup>1</sup>Numero de empresas que componen el índice.

<sup>2</sup>Periodicidad de revisión de las acciones que componen al índice.

Los índices proporcionan un método cómodo de captar el estado general del mercado. Los inversionistas los comparan en diferentes momentos para evaluar la fortaleza o debilidad relativa del mercado. Los valores actuales y recientes de los principales índices se mencionan todos los días en las noticias financieras, en casi todos los periódicos locales y en muchos noticieros de radio y televisión.

Los índices pueden suponer agrupaciones parciales de valores (sectoriales) o globales (generales). Naturalmente existen muchos índices; los hay sobre diferentes tipos de activos y sobre distintos mercados. En la tabla 1.6 se muestran las características de los principales índices mundiales.

En el anexo A se puede consultar la metodología para el cálculo de los catorce índices bursátiles sobre los que se desarrolla esta investigación.

## **1.6. Inversiones en el mundo**

### **1.6.1. Fondos de inversión**

#### **Antecedentes**

Los fondos de inversión han sido parte del panorama de inversión durante más de 75 años. El primero (MFS) se inició en Boston en 1924 y aún está en operación. Para 1940, el número de fondos de inversión aumentó a 68 y para 1980 había 564 de estos fondos. Durante los 25 años siguientes, los activos administrados crecieron de menos de 100 mil millones de dólares en 1980 a cerca de 9.2 billones de dólares para enero de 2006. A finales de 2005, había casi 8000 fondos de inversión que cotizaban en la bolsa. Actualmente existen más fondos de inversión que acciones listadas en la bolsa de valores de Nueva York y Americana juntas. Los fondos de inversión se han convertido en el intermediario financiero más grande de Estados Unidos, incluso por encima de los bancos. Los fondos de inversión son grandes empresas en Estados Unidos y en todo el mundo. Los fondos de inversión son atractivos para los inversionistas de todas las clases sociales y niveles de ingreso, desde los inexpertos hasta muy experimentados (Winger,1995).

En México los fondos de inversión tiene más de dos décadas, sin embargo, hasta diciembre de 2005 su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) fue del 6.3 por ciento y 20 por ciento del valor de capitalización del mercado de valores. En otros países esta contribución es del doble o incluso del triple. Para septiembre de 2010 existían 482 sociedades de inversión que en conjunto manejaban 1,900,145 contratos de inversión. De estas sociedades, 214 eran de renta variable y 268 de deuda <sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup>Página web: Comisión Nacional Bancaria y de Valores.

## Concepto

Un fondo de inversión es un tipo de organización de servicio financiero que recibe dinero de sus acciones y después lo invierte en un portafolio diversificado de títulos. Por tanto cuando los inversionistas compran acciones de un fondo de inversión, se vuelven copropietarios de un portafolio ampliamente diversificado de títulos. En sentido abstracto un portafolio es el producto financiero que vende al público una empresa de inversión. La idea del fondo de inversión es combinar el capital de inversión de un grupo de personas, para que estos inversionistas disfruten de una diversificación mucho mayor de la que podrían lograr por su cuenta (Gitman, 2009).

## Ventajas y desventajas

Algunas de las ventajas de los Fondos de inversión son: pueden diversificarse en muchas ramas y de esta forma ser más seguros ante cualquier cambio de la economía, están manejados por profesionales, tienen alta liquidez (el inversionista puede disponer de su dinero en un plazo de 48 horas), tienen una tasa de rentabilidad competitiva, tienen una inversión automática mientras no se vendan las acciones, transparencia (toda la información relacionada con los fondos es pública). Por otro lado, algunas de las desventajas es que cobran comisiones, costos administrativos, impuestos y obligaciones que no tendría que pagar si usted mismo manejara ese dinero.

Entre los usos más comunes que los inversionistas dan a los fondos están: acumulación de riqueza, para almacenar valor y como un instrumento especulativo para lograr altas tasas de rendimiento.

## Participantes

Los fondos de inversión dividen sus diversas funciones (inversión, mantenimiento de registros, custodia, y otras) entre dos o más empresas. Para empezar está el fondo mismo, que se organiza como una corporación o consorcio independiente; es propiedad de los accionistas, no de la empresa que lo dirige. Además, hay algunos otros participantes clave:

**Una empresa administradora:** Dirige las operaciones diarias del fondo. Son las que crean los fondos. Además, la empresa administradora también actúa como asesora de inversiones.

**Un asesor de inversiones:** Compra y vende acciones o bonos y, además de eso, vigila el portafolio. Por lo general, en esta etapa de la operación participan tres partes: el administrador de dinero que dirige la cartera y toma las decisiones de compra y venta, los analistas de valores, que examinan los títulos y buscan candidatos de inversiones viables, y los analistas de valores, que examinan los títulos y buscan candidatos de inversiones viables.

**Un distribuidor:** Vende las acciones del fondo, ya sea directamente al público o a través de agentes autorizados (como grandes casas de bolsa y bancos comerciales). Cuando usted solicita un prospecto e información de ventas, trata con el distribuidor.

**Un custodio:** Reguarda físicamente los títulos y otros activos del fondo, sin participar en decisiones de inversión. Para evitar malas jugadas, una parte independiente (usualmente un banco) desempeña esta función.

**Un agente de transferencia:** Da seguimiento a la solicitud de compra y rescate, y mantiene otros registros de los accionistas.

Algunos aspectos que deben tenerse en cuenta al evaluar un fondo son: la liquidez del fondo, su horizonte de inversión, el rendimiento, que tan consistente ha sido su rentabilidad, el nivel de riesgo, los montos mínimos de inversión y la denominación de la moneda.

Dentro del mercado, existen varios tipos de fondos. Los fondos pueden ser clasificados en cinco grandes segmentos: fondos garantizados, fondos de deuda, fondos de fondos, fondos de renta variable y fondos globales. En la figura 1.5 se presenta un mapa mental con la clasificación de los principales tipos de fondos.



Figura 1.4: Fondos de Inversión

Fuente: *La guía de los fondos 2006*, Inversionista, 2006.

## 1.6.2. Sociedades de inversión

### Concepto

Una sociedad de inversión es aquella que invierte su capital en un gran número de acciones de empresas de distintas industrias. Es atractiva para los inversionistas, debido a que ofrece una gran variedad de cartera y un rendimiento superior a los que otorgan los valores de renta fija.

### **Tipos de sociedades de inversión**

Existen diferentes tipos de sociedades cuyo objetivo es crear y manejar fondos de inversión; a continuación se explica en qué consiste este tipo de sociedades de inversión (Gitman,2009).

En una **sociedad de capital variable** los inversionistas compran acciones y revenden el mismo fondo de inversión. Cuando un inversionista compra acciones en una sociedad de inversión de capital variable, la sociedad emite nuevas acciones y ejecuta la orden de compra con esas nuevas acciones. Todas las sociedades de inversión de capital variable respaldan sus acciones y las recompran cuando los inversionistas deciden vender. Nunca hay transacciones de acciones entre los individuos.

Las **sociedades de inversión cerradas** operan con un número fijo de acciones en circulación y no emiten acciones regularmente. Estas acciones se negocian en el mercado secundario. Todas las transacciones se realizan entre inversionistas en el mercado abierto. La sociedad de inversión misma no participa en las transacciones de compra o venta.

Un **fondo cotizado en bolsa o ETF** (Exchange-Traded Funds) es un fondo de inversión que cotizan en bolsa en tiempo real y replica el comportamiento de un índice que a su vez está compuesto por acciones, pudiéndose comprar y vender a lo largo de una sesión.

Un **REIT** (Real Estate Investment Trust) es un fondo de inversión que vende acciones al público inversionista y utiliza los ingresos, junto con fondos prestados, para invertir en una cartera de inversión inmobiliaria. Los REITs proporcionan rendimientos muy atractivos.

Los **hedge funds** es un tipo de instrumento de inversión no regulada que invierte dinero para un grupo muy selecto de inversionista institucionales o individuales de un alto poder adquisitivo; los objetivos de inversión no consisten solamente en preservar el capital, sino también en proporcionar rendimientos positivos en todas las condiciones del mercado.

Los fondos de inversión constituyen uno de los mejores vehículos para los inversores independientes. La creciente ola de globalización que vive el mundo en la actualidad, ha dado la oportunidad a los inversionistas de invertir en activos de forma internacional. De ahí que surja el reto de crear un portafolio con una diversificación internacional.

Invertir en fondos basados en índices internacionales ofrece significativos beneficios de la diversificación y constituye una alternativa muy atractiva para los inversionistas. Actualmente, la gran mayoría de las sociedades de inversión alrededor del mundo pagan rendimientos en función al desempeño del índice bursátil que maneja su bolsa. Invertir en sociedades de inversión en lugar de invertir directamente en las Bolsas de valores representa una inversión atractiva para inversionistas menores, ya que en las sociedades de inversión, se puede invertir con un menor capital.



Figura 1.5: Tipos de fondos

Fuente:Elaboración propia con datos de Gitman, Lawrence. *Fundamentos de inversiones*, 2009.

### 1.6.3. Inversiones e inversionistas

Una vez que se han tratado los aspectos básicos de las sociedades y fondos de inversión, es importante abordar el tema de las inversiones y los inversionistas, ya que los inversionistas son clientes potenciales de los fondos y sociedades de inversión. En este apartado se tratarán diversos temas relacionados con los tipos de inversiones, los pasos para realizar una inversión, así como aspectos relacionados con los inversionistas.

#### Pasos de la inversión

A continuación se describe la serie lógica de pasos para realizar una inversión:

1. Cumplir con los prerequisites de inversión: antes de invertir tener satisfechas las necesidades básicas de la vida y contar con seguros de vida, médicos, de propiedad y responsabilidad.
2. Establecer las metas de la inversión: algunas de las metas comunes son:
  - Acumular fondos para el retiro.
  - Aumentar los ingresos corrientes.
  - Ahorrar para realizar gastos mayores.
  - Proteger los ingresos del pago de impuestos.
  - Adoptar un plan de inversión: este documento describe como se invierten los fondos y especifica la fecha programada para lograr cada meta de inversión, así como el riesgo tolerable.
3. Evaluar los instrumentos de inversión: Se evalúan según su rendimiento y riesgo potencial.
4. Seleccionar las inversiones apropiadas.
5. Crear un portafolio diversificado.
6. Administrar la cartera: se debe medir el desempeño real del portafolio con relación al desempeño esperado.

#### Tipos de inversiones

En la figura 1.6 se muestra un mapa mental con la clasificación de los tipos de inversiones más usuales en el mercado.



Figura 1.6: Tipos de inversiones

Fuente:Elaboración propia con datos de Gitman, Lawrence. *Fundamentos de inversiones*, 2009.

### Tipos de inversionistas

Así como existen diferentes tipos de inversiones, también existen diferentes tipos de inversionistas, en la figura 1.7 se muestra la clasificación de los inversionistas de acuerdo a la pertenencia de los recursos que manejan.



Figura 1.7: Tipos de inversionistas

Fuente:Elaboración propia con datos de Gitman, Lawrence. *Fundamentos de inversiones*, 2009.

Otra clasificación importante de inversionistas, la determina su preferencia al riesgo, en esta clasificación se encuentran tres tipos de inversionistas, los cuales se enlistan a continuación:

- Indiferencia al riesgo: describe a un inversionista que no exige un cambio en el rendimiento como compensación por asumir mayor riesgo.
- Aversión al riesgo: Describe a un inversionista que exige mayor rendimiento a cambio de mayor riesgo.
- Amante del riesgo: describe a un inversionista que acepta menos rendimiento a cambio de mayor riesgo.

### Relación riesgo-rendimiento de diversos instrumentos de inversión

Existe una relación riesgo-rendimiento de tal manera que para un riesgo más alto uno espera un rendimiento mayor y viceversa. En general, si ignoramos las diferencias en cuanto a vencimiento, entre los instrumentos de inversión con riesgo y rendimiento bajos están los títulos de gobierno y las cuentas de ahorro. Entre los instrumentos con riesgo y rendimiento alto están los bienes raíces y otras inversiones tangibles, las opciones y los futuros. En la gráfica 1.8 se ilustra mejor este comportamiento con diversos instrumentos de inversión.

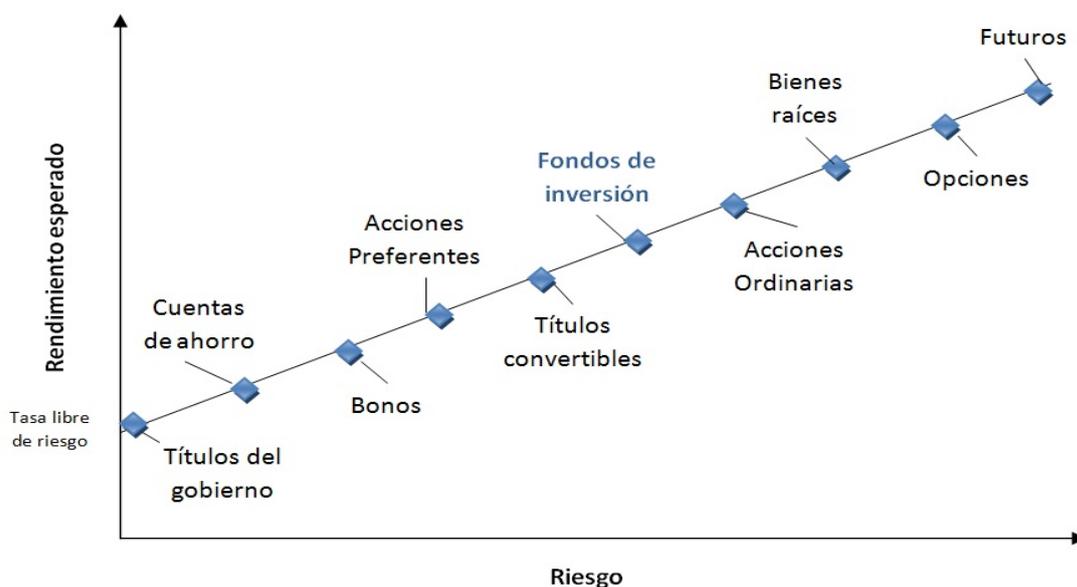


Figura 1.8: Riesgo-Rendimiento Instrumentos de inversión

Fuente:Elaboración propia con datos de Gitman, Lawrence. *Fundamentos de inversiones*, 2009.

#### 1.6.4. Diversificación internacional

##### Eficacia de la diversificación internacional

- Ofrece mayor diversificación que hacerlo únicamente a nivel nacional.

- Reduce el riesgo de un portafolio.
- Aumenta el rendimiento sobre el portafolio de riesgo comparable.

### **Riesgo de invertir a nivel internacional**

Invertir en el extranjero no está exento de dificultades. Además de los riesgos usuales que conlleva cualquier transacción de valores, los inversionistas deben considerar:

- Los cambios de las políticas comerciales.
- Las leyes laborales.
- Los impuestos que afecten la operación de las empresas en el país.
- Las diferencias en prácticas contables.
- El riesgo cambiario.

### **Métodos de diversificación internacional**

- Inversiones en bonos y otros instrumentos de deuda en pesos mexicanos o en monedas extranjeras.
- La diversificación internacional también se logra por medio inversiones internas. Los inversionistas pueden comprar acciones que cotizan en la bolsa de México o en el mercado Over The Counter.

Una vez que se tiene un panorama general de la globalización de las inversiones, en el capítulo tres se profundizará en la teoría de portafolios de inversión, utilizando el modelo de Markowitz.

## Capítulo 2

# Teoría de portafolios de inversión

En el capítulo anterior se presentaron antecedentes de la globalización y como esta ha afectado también los mercados bursátiles, de igual modo se hizo énfasis en la oportunidad de inversión que representan los mercados emergentes y se dio un panorama general de las principales bolsas de valores y los principales índices bursátiles del mundo. Con todo lo anterior, quedó en claro que aún cuando la globalización presenta muchas implicaciones, sobre todo para los mercados emergentes, también presenta grandes oportunidades de inversión.

Una de las principales ventajas que presenta la globalización es el hecho de que los inversionistas no tienen que restringirse a invertir sólo en su país, ahora existe la oportunidad de invertir en diferentes mercados, logrando con esto una mayor diversificación de los activos. Al tener una mayor diversificación de los activos, se puede disminuir el riesgo de pérdida y maximizar los rendimientos de la inversión. A lo largo de este capítulo se profundizará en el estudio de la teoría de portafolios de inversión.

Dado que casi todos los valores que se pueden invertir son riesgosos, el problema básico al que se enfrenta el inversionista es determinar qué valores riesgosos posee. Un portafolio está conformado por un grupo de valores en el que el inversionista tiene que seleccionar el portafolio óptimo entre un conjunto de portafolios posibles. Esto se conoce como el problema de la selección de portafolios. En 1952 Harry Markowitz, considerado el padre de la Teoría Moderna de Portafolios (TMP), desarrolló los principios básicos del portafolio que fundamentan la teoría moderna del portafolio.

Los inversionistas saben intuitivamente desde hace muchos años que es inteligente diversificar en palabras coloquiales "No poner todos los huevos en un sola canasta". Sin embargo, Markowitz fue el primero que desarrolló el concepto de diversificación del portafolio de manera formal. El mostró cuantitativamente porque y como la diversificación del portafolio reduce el riesgo de la inversión y aumenta sus rendimientos. A lo largo de este capítulo se profundizará en el estudio de

la teoría de Markowitz.

## 2.1. La eficiencia de los mercados

Si los precios de las acciones en el mercado son impredecibles, independientes y aleatorios, entonces se estará hablando de un mercado eficiente. En contraparte si los precios de las acciones fueran predecibles y la cotización de la acción no fuera igual a su precio teórico, se diría que el mercado es ineficiente (Brun, 2008).

Existen tres hipótesis necesarias para determinar que un mercado es eficiente; estas hipótesis también tendrán un impacto en el análisis del precio de las acciones, tanto en el técnico como en el fundamental (Brun, 2008).

**Hipótesis débil:** Esta hipótesis implica que las series históricas de las acciones son públicas y no tienen ningún costo, por lo que todos los inversionistas tendrán los mismos datos.

**Hipótesis semi-fuerte:** En esta hipótesis los precios incluyen la información pasada y la información actual pública, es decir, la referente a sus fundamentos.

**Hipótesis fuerte:** Aquí los precios incorporan toda la información referente a la empresa, incluyendo la no pública o privilegiada.

Es decir, la hipótesis débil está incluida en la hipótesis semi-fuerte y ésta a su vez en la hipótesis fuerte, aunque no en orden inverso.

## 2.2. Portafolios eficientes

Un portafolio de inversión es una combinación de activos o títulos individuales, que normalmente se asocia a un conjunto más o menos diversificado de acciones (Guzmán, 1997). Una combinación de títulos individuales casi siempre es menos arriesgada que cualquier título individual, debido a que por lo general los títulos individuales no están perfectamente correlacionados entre sí, por lo que cierta cantidad del riesgo se puede eliminar con la diversificación. La teoría del portafolio trata de buscar la combinación óptima de activos que forman el mejor portafolio para cada inversionista.

Se considera mejor portafolio aquel que ha obtenido mejor rentabilidad en un período. La decisión sobre cuál debe ser el portafolio óptimo dependerá de las distribuciones de probabilidades de las rentabilidades de los diferentes portafolios, del riesgo asociado a cada una de ellas y de las necesidades del inversionista.

El principal objetivo del diseño de un portafolio compuesto por varios activos es obtener un portafolio que ofrezca la máxima rentabilidad esperada con el mínimo riesgo. Para lograrlo, se analizará la combinación de varios activos, y entre dos portafolios que ofrezcan igual rentabilidad, se elegirá aquella que tenga menor riesgo, el cual puede ser medido por la volatilidad. Entre dos portafolios que ofrezcan igual volatilidad, se elegirá aquella que ofrezca mayor rentabilidad.

Es importante diseñar la estrategia de inversión considerando el nivel de riesgo que se quiera asumir y de acuerdo con el plazo en el que se busca lograr un objetivo financiero. En la figura 2.1, se muestra tres gráficas de portafolios de inversión a distintos plazos.

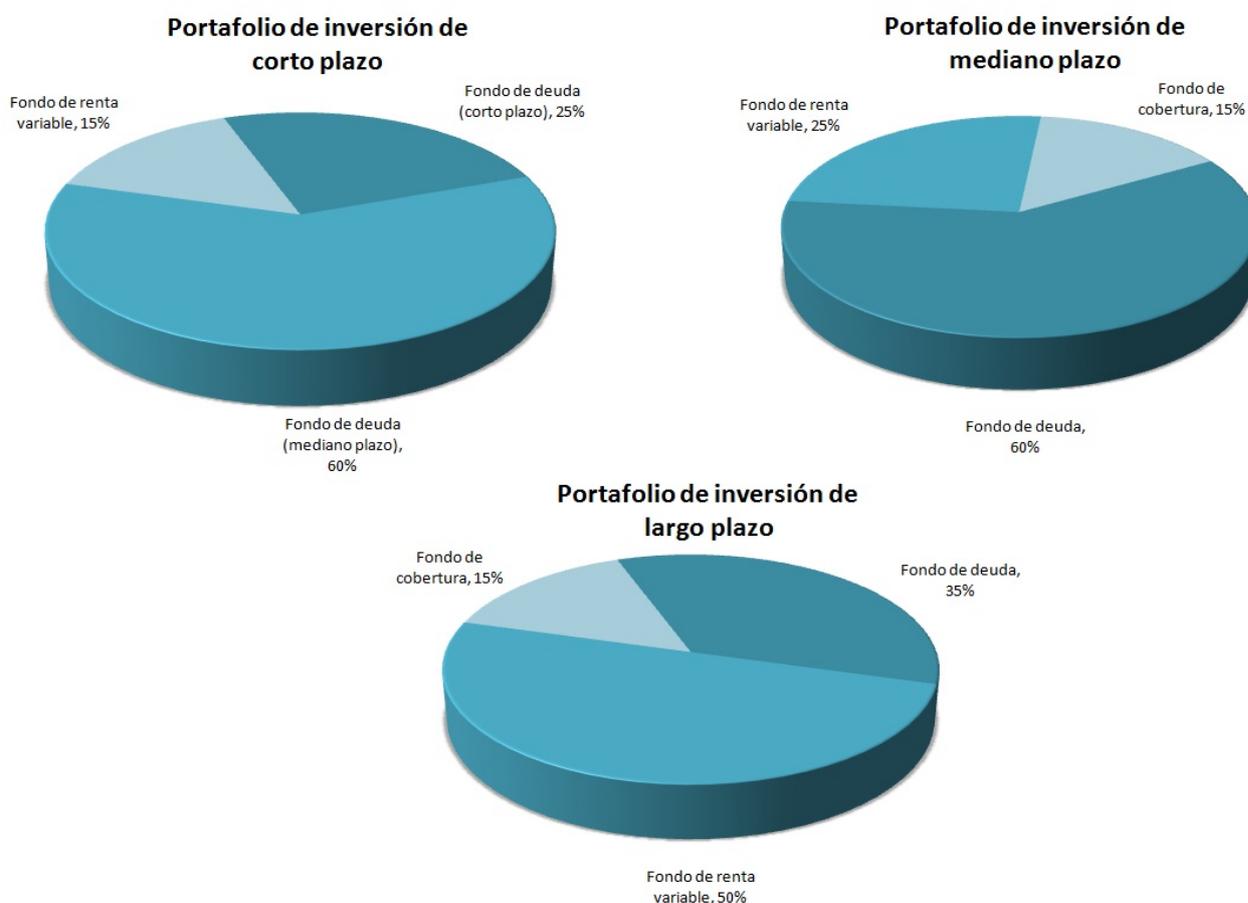


Figura 2.1: Estrategias de inversión

Fuente: *La guía de los fondos 2006*, Inversionista. 2006

El riesgo normalmente está asociado con la variabilidad de los precios de los activos o de los títulos individuales en el tiempo. Bajo determinados supuestos la variabilidad se mide con la desviación estándar o con la varianza. Así, las actividades más arriesgadas serán las que tengan mayor variabilidad en sus resultados.

El proceso de optimización de un portafolio de inversión comprende por lo menos las siguientes

actividades:

- Definir el portafolio y las restricciones bajo las que se encuentra.
- Elegir el universo de activos o el conjunto de inversiones posibles, del cual se formará el portafolio.
- Formular las reglas de decisión y el criterio sobre el cual se construirá el portafolio.
- Estimar las características individuales de los títulos individuales del conjunto de oportunidades posibles y el porcentaje en que deben de ser incluidos o excluidos del portafolio.
- Establecer el criterio de monitoreo de los resultados del portafolio a lo largo del tiempo para cambiar su composición en la medida de cuánto y cuando sea necesario.

## 2.3. Modelo de Markowitz

### 2.3.1. Estado del arte del modelo de Markowitz

Harry M. Markowitz ganó el premio Nobel de Economía en 1990 por sus investigaciones acerca de la selección de portafolios óptimos en 1952. El modelo de Markowitz (1952, 1959) publicado en 1952 además de conseguir gran éxito a nivel teórico, constituyó el fundamento de la teoría moderna del portafolio, dando lugar a múltiples desarrollos y derivaciones, e incluso sentó las bases de diversas teorías de equilibrio en el mercado de activos financieros. Sin embargo, su utilización en la práctica entre gestores de portafolios y analistas de inversiones no ha sido tan extensa como podría suponerse de su éxito teórico.

Inicialmente, una de las principales causas de este hecho contradictorio radicaba en la complejidad matemática del método. Por una parte, al ser un programa cuadrático paramétrico, el algoritmo de resolución era complejo; además, el número de estimaciones de rendimientos esperados, varianzas y covarianzas a realizar es muy elevado. De ahí que William F. Sharpe (1964, 1973) planteara poco tiempo después una simplificación, en la cual suponía la existencia de una relación lineal entre el rendimiento del título y el del portafolio de mercado. Significa que podemos definir el riesgo del portafolio sin utilizar las covarianzas, suponiendo una gran simplificación en el cálculo. Así, se ha venido utilizando durante un tiempo en sustitución del modelo de Markowitz, sobre todo por la mayor sencillez de sus cálculos. Sin embargo, hoy en día, se dispone del software y hardware necesarios para resolver este tipo de problemas, lo que hace viable aplicar el modelo de Markowitz para optimizar la composición de portafolios.

Markowitz desarrolla su modelo sobre la base del comportamiento racional del inversionista. Es decir, el inversionista desea la rentabilidad pero es adverso al riesgo. Por lo tanto, para él una cartera será eficiente si proporciona la máxima rentabilidad posible para un riesgo dado, o de forma equivalente, si presenta el menor riesgo posible para un nivel determinado de rentabilidad.

Actualmente, gracias al desarrollo del software y hardware, resulta mucho más sencillo realizar los cálculos para el modelo de Markowitz. Lo anterior provocó que el modelo de Markowitz se volviera más popular y con ello se realizarán más investigaciones sobre este tema. A continuación se presenta la descripción de diversas investigaciones que se han realizado en los últimos años en diferentes países acerca del modelo de Markowitz.

En México se han realizado investigaciones muy interesantes con el modelo Markowitz, en una de ellas, se plantea la creación de un portafolio conformado por divisas; libras esterlinas, marcos alemanes y yenes japoneses. Se deseaba encontrar la máxima pérdida probable en una inversión de 100,000 dólares; para esto se consideraron 100 días de operación. Finalmente se obtuvo que la estimación del VaR a un 95 por ciento de confianza fue de 1,528.80 dólares (López, 1999).

Un estudio realizado en Colombia, plantea la construcción de un portafolio óptimo conformado por 27 acciones del índice Hang Seng (HSI) del mercado de valores de Hong Kong; para posteriormente comparar su desempeño con el índice IGBC de la bolsa colombiana. El período de análisis comprende de enero de 2002 a agosto de 2007. Con esta investigación se determinó que el mercado de valores de Hong Kong puede ofrecer hasta un 30 por ciento más de rentabilidad que el IGBC de la Bolsa de Colombia, lo anterior con el mismo nivel de riesgo (Ramírez, 2008).

En otra investigación colombiana, se emplea la teoría del portafolio de Harry Markowitz para construir dos portafolios, cada uno compuesto por cinco acciones de la Bolsa de Valores de Colombia. Estos portafolios se elaboran pensando en dos inversionistas con aversión al riesgo pero con distinto nivel de tolerancia al mismo. Como resultado de este estudio se obtiene que el portafolio global del inversionista conservador tiene una rentabilidad del 0.062 por ciento continuo diario y la del portafolio del inversionista emprendedor es de 0.094 por ciento continuo diario (Medina, 2003).

Un estudio realizado en México por Villarreal (2005), muestra que el modelo de Markowitz no solo es útil en el mundo de los mercados financieros. En este estudio, se utiliza la teoría del portafolio de Markowitz en la selección de cultivos en hortalizas como una estrategia de diversificación de riesgo de mercado. En este estudio se plantea la posibilidad de sembrar cuatro tipos de calabaza: la calabaza Zuchinni, la calabaza amarilla de cuello recto, la calabaza amarilla de cuello curvo y la calabacita italiana. El período de estudio comprende noviembre y diciembre de los años de 1999, 2000, 2001 y 2002. Como resultado del estudio se encontró que en un portafolio de cultivos es conveniente no utilizar a la calabaza amarilla de cuello curvo ya que muestra una alta correlación

y alta covarianza con los rendimientos de otras calabazas, en especial con la calabaza amarilla de cuello recto reduciendo las ventajas de la diversificación. Finalmente, el portafolio óptimo que se diseñó, se conforma de la siguiente forma: 37.5 por ciento de calabaza Zuchinni un 25 por ciento de calabaza amarilla de cuello recto y un 37.5 por ciento de calabaza gris.

Los estudios anteriores son una muestra de la gran aplicación que tiene el modelo de Markowitz en diferentes campos de estudio. Por ello, resulta de gran interés conocer a fondo el modelo de Markowitz. A continuación se presentan los supuestos de este modelo.

### 2.3.2. Supuestos del modelo de Markowitz

Para la creación del portafolio se utilizarán los siguientes supuestos:

- $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ , es decir, toda la riqueza disponible debe estar invertida en el portafolio.
- El mercado está formado por  $n$  activos.
- Los pesos incluidos en el portafolio deben de ser positivos, es decir,  $w_i > 0$ . En otras palabras, no pueden invertirse proporciones negativas.
- Los inversionistas buscan maximizar el rendimiento de su inversión.
- Todos los inversionistas tienen el mismo horizonte de inversión.
- Para cada uno de los activos se pueden calcular: la esperanza del rendimiento, varianza, desviación estándar, y covarianza con respecto a las demás.
- Las decisiones de los inversionistas se basan en el rendimiento y el riesgo de la inversión.

### 2.3.3. Rendimientos esperados y riesgo de un portafolio

Markowitz trató de responder la pregunta: ¿El riesgo del portafolio es igual a la suma del riesgo de activos individuales? Con esto Markowitz fue el primero en desarrollar una medida específica del riesgo del portafolio y de obtener el rendimiento esperado. Markowitz midió los rendimientos esperados y las desviaciones estándar de rendimientos tanto de valores como de portafolio, así como la correlación entre rendimientos.

Si se supone una distribución normal, el rendimiento esperado de un portafolio es el promedio ponderado de los rendimientos esperados de los activos incluidos en el portafolio (Ortiz, 2010):

$$E(r_p) = \sum_{j=1}^n w_j E(r_j) \quad (2.1)$$

donde:

$E(r_p)$  = rendimiento esperado de un portafolio

$w_j$  = proporción de la inversión realizada en cada activo del portafolio

$E(r_j)$  = rendimiento esperado de cada activo del portafolio

Por otro lado el riesgo de un portafolio se mide con la desviación estándar de los rendimientos de los activos incluidos en el portafolio. La varianza de los rendimientos de los portafolios es el promedio ponderado de las covarianzas de todos los pares incluidos en el portafolio (Luenberger,1998):

$$\sigma_{rp}^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (2.2)$$

donde:

$\sigma_{rp}^2$  = varianza de los rendimientos del portafolio

$w_i w_j$  = proporción de la inversión en los activos  $i$  y  $j$

$\sigma_{ij}$  = covarianza entre los rendimientos de los activos  $i$  y  $j$

La varianza del portafolio también puede obtenerse mediante su forma matricial como se muestra a continuación:

$$\sigma_{rp}^2 = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

En el caso del portafolio con múltiples activos, la matriz de varianza-covarianza es la siguiente:

Tabla 2.1: Matriz de Varianza-Covarianza

Activos	1	2	3	...	n
1	$w_1^2 \sigma_1^2$	$w_1 w_2 \sigma_{1,2}$	$w_1 w_3 \sigma_{1,3}$	...	$w_1 w_n \sigma_{1,n}$
2	$w_1 w_2 \sigma_{2,1}$	$w_2^2 \sigma_2^2$	$w_2 w_3 \sigma_{2,3}$	...	$w_2 w_n \sigma_{2,n}$
3	$w_1 w_3 \sigma_{3,1}$	$w_3 w_2 \sigma_{3,2}$	$w_3^2 \sigma_3^2$	...	$w_3 w_n \sigma_{3,n}$
...	...	...	...	...	...
n	$w_1 w_n \sigma_{n,1}$	$w_n w_2 \sigma_{n,2}$	$w_n w_3 \sigma_{n,3}$	...	$w_n^2 \sigma_n^2$

La desviación estándar del portafolio es (Reilly, 2006):

$$\sigma_{rp} = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}; \quad i \neq j} \quad (2.4)$$

De forma particular la desviación estándar del portafolio para dos activos es (Luenberger, 1998):

$$\sigma_{rp} = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{12}} \quad (2.5)$$

### 2.3.4. Frontera eficiente y selección de portafolios óptimos

De acuerdo con la teoría moderna de portafolios, la diversificación se logra mediante la combinación de títulos en un portafolio de tal forma que los títulos individuales tengan correlaciones negativas (o positivas bajas) entre sus tasas de rendimiento. Dos aspectos importantes en la teoría moderna de portafolios son la frontera eficiente y las betas del portafolio. La frontera eficiente es el conjunto de portafolios eficientes que proporcionan la mejor relación posible entre el menor riesgo (medido por la desviación estándar) y el mayor rendimiento, es decir, es el límite superior de las posibles inversiones. La solución se puede obtener de diferentes maneras, una de ellas es utilizando programación cuadrática paramétrica y otra es utilizando multiplicadores de Lagrange. Las betas indican el grado de sensibilidad del rendimiento del portafolio a los cambios en el rendimiento del mercado. Por ejemplo, cuando el rendimiento del mercado aumenta 10 por ciento un portafolio con una beta de 0.75, experimentará un aumento del 7.5 por ciento en su rendimiento (0.75 X 10 por ciento) (Gitman, 2009).

En la Figura 2.2 el área azul corresponde al conjunto de posibles inversiones y la curva ADB corresponde a la frontera eficiente, en esta frontera todos los portafolios son eficientes con respecto a la media y la varianza de los rendimientos. En estos portafolios la correlación no es perfecta, es decir, la correlación entre los activos incluidos en el portafolio toma valores entre -1 y 1.

Los portafolios situados en la línea recta AB corresponden a un coeficiente de correlación  $\rho_{12}$ , es decir, la relación entre rentabilidad y volatilidad es lineal. Si el coeficiente de correlación es -1, el gráfico de las distintas combinaciones de los activos será la línea ABC. En este caso se ofrece el máximo beneficio de la diversificación, ya que existirá una cartera con volatilidad nula.

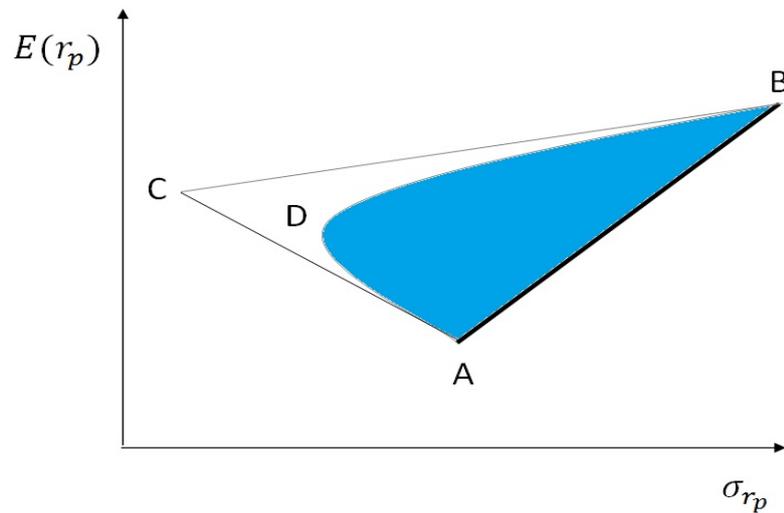


Figura 2.2: Frontera eficiente de inversiones

La frontera eficiente de inversiones se determina encontrando las diferentes proporciones  $(w_1, \dots, w_n)$  que minimizan la varianza del portafolio para cada uno de los rendimientos esperados posibles, es decir, se determina una serie de portafolios eficientes los cuales maximizan el rendimiento para un nivel específico de riesgo.

La solución para encontrar las diferentes proporciones  $(w_1, \dots, w_n)$ , se reduce a resolver el siguiente problema de optimización (Luenberger,1998):

$$\text{Min} \quad \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (2.6)$$

$$\text{sujeto a} \quad \sum_i w_i \bar{r}_i = r^* \quad (2.7)$$

$$\sum_i w_i = 1 \quad (2.8)$$

donde:

$r^*$  = rendimiento esperado

$\bar{r}_i$  = esperanza de la tasa de rendimiento

El portafolio óptimo es el portafolio eficiente que maximiza la utilidad para un inversionista. Es decir es el punto de tangencia entre la frontera eficiente con la máxima utilidad posible. Para resolver el problema de Markowitz podemos utilizar los multiplicadores de Lagrange, formando el siguiente Lagrangiano (Luenberger,1998):

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} - \lambda \left( \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i - \bar{r} \right) - \mu \left( \sum_{i=1}^n w_i - 1 \right) \quad (2.9)$$

donde:

$\lambda$  = multiplicador de Lagrange

Posteriormente se determinan las derivadas parciales de la ecuación 2.9 respecto a los ponderadores  $w_i$  y al multiplicador de Lagrange  $\lambda$ . Al igualar a cero estas ecuaciones, se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones, con el cual se determinarán los puntos críticos:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial L}{\partial w_1} &= w_1\sigma_{11} + w_2\sigma_{12} + \dots + w_3\sigma_{13} - \lambda\bar{r}_1 - \mu = 0 \\
 \frac{\partial L}{\partial w_2} &= w_1\sigma_{21} + w_2\sigma_{22} + \dots + w_3\sigma_{23} - \lambda\bar{r}_2 - \mu = 0 \\
 &\vdots \\
 \frac{\partial L}{\partial w_n} &= w_1\sigma_{n1} + w_2\sigma_{n2} + \dots + w_3\sigma_{n3} - \lambda\bar{r}_n - \mu = 0 \\
 \frac{\partial L}{\partial \lambda} &= w_1\bar{r}_1 + w_2\bar{r}_2 + \dots + w_n\bar{r}_n - r^n = 0 \\
 \frac{\partial L}{\partial \lambda} &= w_1 + w_2 + \dots + w_n - 1 = 0
 \end{aligned} \tag{2.10}$$

Una vez que se han obtenido los puntos críticos, se utiliza el determinante Hessiano para verificar que este vector sea el de mínima varianza. De este modo, se obtienen las proporciones de los activos que tienen la mínima varianza y proporcionan la tasa de rendimiento  $r^*$ .

## 2.4. Evaluación de portafolios

De alguna manera, los inversionistas siempre se han interesado en la evaluación del funcionamiento de sus inversiones. Por tal motivo, desde hace ya varios años, se han desarrollado diferentes técnicas que ayudan en la evaluación de portafolios. En esta sección se discutirá algunas de éstas.

De manera intuitiva, se sabe que una forma de evaluar el portafolio es comparando los rendimientos, sin embargo, de esta forma no se revela la fotografía completa. Dada la complejidad y la importancia de este problema, no debe sorprender que no exista un único procedimiento para medir el desempeño de un portafolio. Sin embargo, existen muchas técnicas que se emplean comúnmente en la práctica. Algunas de ellas se mencionarán más adelante.

### 2.4.1. Evaluación de portafolios antes de 1960

En el pasado, los inversionistas evaluaban el desempeño de sus portafolios considerando únicamente la tasa de rendimiento. Ellos conocían el concepto de riesgo, sin embargo, no sabían cómo

cuantificarlo o medirlo, por tal motivo, simplemente lo consideraban de forma implícita. Los desarrollos de la teoría de portafolios por parte de Markowitz mostraron a los inversionistas como medir y cuantificar el riesgo en términos de la variabilidad de los rendimientos. Sin embargo, dado que no existía una medida que combinara tanto el rendimiento como el riesgo, ambos factores se tenían que considerar de forma separada.

### 2.4.2. Comparación por grupo de pares

Este método que Kritzman (1990) describe la manera más común de evaluar portafolios, recoge el rendimiento producido por un universo representativo de inversionistas sobre un periodo específico de tiempo y lo muestra en una gráfica. Para complementar la comparación, normalmente se divide el universo en percentiles, que indican el rango relativo de un inversionista determinado. Por ejemplo, un portafolio que produce al año un rendimiento del 12.4 por ciento estaría en el décimo percentil. Es común que en las gráficas se incluya el máximo y el mínimo de los rendimientos.

Existen muchos problemas potenciales con este método de evaluación. En primer lugar, las gráficas no hacen ningún ajuste para el nivel de riesgo del universo de portafolios. De hecho, consideran el mismo nivel de volatilidad para todo el universo de portafolios. En segundo lugar, es casi imposible relacionar puntos para formar un grupo verdaderamente comparable, que sea lo suficientemente grande para hacer un rango de percentiles válido y significativo (Reilly, 2006).

### 2.4.3. Coeficiente de Treynor

Treynor (1965) desarrolló la primera medida compuesta para evaluar el desempeño de los portafolios que incluía el riesgo. Él postula dos componentes del riesgo:

1. El riesgo producido por las fluctuaciones del mercado general
2. El riesgo resultante de las fluctuaciones en el portafolio.

Para identificar el riesgo debido a las fluctuaciones del mercado, él introdujo la línea característica, donde define la relación entre la tasa de rendimiento para un portafolio sobre el tiempo y la tasa de rendimiento para un mercado apropiado. Notó que la pendiente <sup>1</sup> de la línea característica medía la volatilidad relativa de los rendimientos del portafolio en relación a los rendimientos del mercado. Es decir, los portafolios que son más sensibles a los rendimientos del mercado y que tienen un mayor riesgo, tendrán una pendiente más alta.

---

<sup>1</sup>Esta pendiente es el coeficiente beta del portafolio.

Treynor estaba interesado en una medida de desempeño que pudieran aplicar todos los inversionistas, no importando sus preferencias de riesgo. Basado en la teoría del mercado de capitales, introdujo un activo libre de riesgo que podría combinarse con diferentes portafolios para formar una línea recta de posibles portafolios. Mostró que un inversionista adverso al riesgo siempre preferiría un portafolio cuya pendiente fuera grande. La pendiente de la línea de posibles portafolios es igual a (Reilly, 2006):

$$T = \frac{\overline{R}_i - \overline{RFR}}{\beta_i} \quad (2.11)$$

donde:

$T$  = Coeficiente de Treynor.

$\overline{R}_i$  = Rendimiento del portafolio  $i$ .

$\overline{RFR}$  = Rendimiento del activo libre de riesgo.

$\beta_i$  = Relación del rendimiento del portafolio en relación con el mercado.

#### 2.4.4. Coeficiente de Sharpe

El coeficiente de Sharpe es un indicador muy útil para evaluar el desempeño de un portafolio. Este coeficiente mide el rendimiento promedio que ha obtenido un portafolio por unidad de riesgo incurrido, utilizando como medida de riesgo la desviación estándar de los rendimientos del portafolio. Matemáticamente el coeficiente de Sharpe se calcula de la siguiente forma (Reilly, 2006):

$$S_i = \frac{\overline{R}_i - \overline{RFR}}{\sigma_i} \quad (2.12)$$

donde:

$S_i$  = Coeficiente de Sharpe.

$\overline{R}_i$  = Rendimiento del portafolio  $i$ .

$\overline{RFR}$  = Rendimiento del activo libre de riesgo.

$\sigma_i$  = Desviación estándar del portafolio (volatilidad)  $i$ .

Este indicador debe usarse sólo si se conoce el monto del capital originalmente invertido, ya que es necesario medir el rendimiento de los portafolios (Lara de, 2008).

El coeficiente de Sharpe utiliza la desviación estándar de los rendimientos como medida del riesgo total, mientras que el coeficiente de Treynor usa la beta (riesgo sistemático). El coeficiente de Sharpe,

por lo tanto, evalúa el portafolio con base en el desempeño del rendimiento y la diversificación (Reilly, 2006).

En la presente tesis se utilizará el coeficiente de Sharpe para evaluar el desempeño de los portafolios.

## 2.5. Valor en Riesgo (VaR)

El Valor en Riesgo (VaR) es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la máxima pérdida que podría registrar en un portafolio en un intervalo de tiempo a un cierto nivel de confianza (Lara, 2008).

En 1994, JP Morgan promovió y difundió esta metodología. Es importante aclarar que la definición de valor en Riesgo es válida únicamente cuando el mercado se encuentra en condiciones normales. Por ejemplo para el caso de la crisis de 2008, la pérdida esperada se define mejor con pruebas de stress o valores extremos.

Existen dos métodos para calcular el Valor en Riesgo: los métodos paramétricos y los no-paramétricos. Los métodos paramétricos consideran el supuesto de que los rendimientos de los activos se distribuyen de forma normal y los no-paramétricos utilizan una serie histórica de precios de la posición de riesgo del portafolio para construir una serie de tiempo de precios y/o rendimientos simulados o hipotéticos. Dentro de los métodos paramétricos se encuentra el método de varianza-covarianza o delta-normal, el cual se utilizara en esta tesis para calcular el VaR de los portafolios que se construirán.

### 2.5.1. VaR Delta-Normal

El modelo paramétrico que determina el valor en Riesgo de un activo individual bajo el supuesto de normalidad y con media de rendimiento igual a cero es (Lara de, 2008):

$$VaR = F * S * \sigma * \sqrt{t} \quad (2.13)$$

donde:

$F$  = Factor que determina el nivel de confianza.

$S$  = Monto total de la inversión.

$\sigma$  = Desviación estándar de los rendimientos del activo.

$t$  = Horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR.

Para calcular el VaR del portafolio, es necesario considerar los efectos de la diversificación con las correlaciones entre los rendimientos de los activos que conforma el portafolio. A continuación se presenta la fórmula para calcular el VaR por el método delta-normal (Lara de, 2008):

$$VaR_p = F * S * \sigma_p * \sqrt{t} \quad (2.14)$$

$$\sigma_p = \sqrt{[w]^T [\Sigma] [w]} \quad (2.15)$$

$$[\Sigma] = [\sigma] [C] [\sigma] \quad (2.16)$$

donde:

$F$  = Factor que determina el nivel de confianza.

$t$  = Horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR.

$[w]$  = Vector de pesos de las posiciones del portafolio ( $n \times 1$ ).

$[w]^T$  = Vector transpuesto de los pesos de las posiciones del portafolio ( $1 \times n$ ).

$[\sigma]$  = Matriz de varianzas y covarianzas.

$[C]$  = Matriz de correlaciones de los rendimientos de los activos del portafolio.

$S$  = Valor del portafolio.

$\sigma_p$  = Volatilidad del portafolio ( $1 \times 1$ ).

Es importante aclarar que el cálculo del VaR puede presentar algunos problemas como:

- Fuerte dependencia en el comportamiento de las correlaciones y volatilidades.
- Problemas en la recolección de datos.
- Problemas en la interpretación.

Por esto se recomienda que: el cálculo del VaR se utilice junto con otros métodos como pruebas de *Stress*<sup>2</sup>, realizar el *Backtesting*<sup>3</sup> y revisar los datos sucios analizando los rendimientos anormales.

<sup>2</sup>La prueba de *Stress* o de valores extremos consiste en crear escenarios en condiciones de desastre financiero, estas pruebas ayudan a predecir pérdidas extremas.

<sup>3</sup>Procedimiento estadístico utilizado para validar la calidad y la precisión de un modelo VaR, mediante la comparación de los resultados reales de las posiciones de negociación y las medidas de riesgo generadas por los modelos.

## 2.6. Backtesting

A partir de las recomendaciones hechas por el comité de Basilea en 1996, el VaR se convirtió en una medida de riesgo ampliamente utilizada. Por lo tanto, es importante cuantificar el desempeño de estas metodologías con fines de control interno y regulatorios.

Las pruebas utilizadas para evaluar el desempeño de las metodologías empleadas en el cálculo del VaR son conocidas como pruebas de Backtesting. En general, las metodologías son evaluadas de acuerdo con el número de fallos ocurridos en un período de tiempo específico (Melo,2005).

Existen diferentes pruebas de Backtesting, una de ellas es la propuesta por el Comité de Basilea; el cual sugiere tres zonas de riesgo de acuerdo con el desempeño del VaR, las cuales implican diferentes factores multiplicativos en los requerimientos de capital, tal como se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Las tres zonas del Comité de Basilea

Zona	Número de fallas	Factor multiplicativo
Verde	4 o menos	3
Amarilla	5	3.4
	6	3.5
	7	3.65
	8	3.75
	9	3.85
Roja	10 o mas	4

Fuente: Basle Committe on Banking Supervision (1996a). Pág 15.

Otro método es la prueba de proporción de fallas de Kupiec, ésta consiste en medir si el nivel de significancia propuesto por el VaR es consistente con la proporción de fallas que presenta el modelo. El test modela la comparación entre las ganancias y el VaR mediante una distribución binomial. En este caso se considera como un "fracaso" si las pérdidas son inferiores al VaR, a dicho evento se le atribuye la probabilidad ( $p^*$ ). Por otro lado cuando el VaR es inferior a las ganancias o pérdidas, se tiene un evento de "éxito" con probabilidad ( $1 - p^*$ ). Por lo tanto siguiendo las reglas de una distribución binomial la probabilidad de que el número de fracasos sea igual a "x" en una muestra de tamaño "n" es:

$$P(x; n; p^*) = \binom{n}{x} (p^*)^x (1 - p^*)^{n-x} \quad (2.17)$$

Por lo general el VaR se hace a un nivel de confianza del 95 por ciento <sup>4</sup> es decir se esperaría que la probabilidad de “fracaso” fuese teóricamente de  $p^* = 5$  por ciento, por otro lado se debe de calcular la probabilidad de “fracaso” real del modelo VaR, misma que se obtiene a partir de un proceso de máxima verosimilitud sobre la distribución binomial, cuyo resultado es la proporción de fallas del modelo (Porcentaje de veces que el VaR no predice las máximas pérdidas potenciales):

$$p^\bullet = \frac{x}{n} \quad (2.18)$$

El modelo de Kupiec busca observar si el nivel de significancia propuesto por el modelo VaR, es consistente con el nivel de significancia observado en la realidad, es decir se busca determinar la hipótesis nula de que la probabilidad de falla sea igual a  $1 - \alpha$ . Es decir, si se calcula el VaR con un nivel de confianza del 95 por ciento, entonces  $H_0 : p = 0.05$

La hipótesis nula se contrasta a través de una prueba de razón de verosimilitud de la forma (Melo, 2005):

$$LR = -2 \ln \left( \frac{(p^*)^x (1 - p^*)^{n-x}}{(p^\bullet)^x (1 - p^\bullet)^{n-x}} \right) \quad (2.19)$$

Esta prueba se distribuye asintóticamente Ji-cuadrada con un grado de libertad, el criterio para aceptar o rechazar la hipótesis nula es el siguiente:

- Si  $p_{tablas} > p^*$  se acepta la hipótesis nula, es decir  $p^* = p^\bullet$
- Si  $p_{tablas} < p^*$  se rechaza la hipótesis nula, es decir  $p^* \neq p^\bullet$

En este caso  $p_{tablas}$  corresponde al valor asociado a LR en tablas de la distribución  $\chi^2$  con un grado de libertad . El resultado arrojado, permitirá saber si el nivel de confianza del modelo VaR es correcto o no.

Por ejemplo, si se desea hacer un Backtesting al VaR con un nivel de confianza del 95 por ciento, durante un período de 490 días y un total 25 fallos en los que las pérdidas fueron mayores que el VaR. Es decir,  $x = 25$  ,  $n = 490$ ,  $p^* = 0,05$  ,  $p^\bullet = 25/490 = 0.051$  y  $LR_{POF} = 0.01067$ , en consecuencia  $p_{tablas} = 0.9177$ . Finalmente se tiene que  $p_{tablas} > p^*$ , por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir, el número de fallas del backtesting para el modelo es compatible con el nivel de confianza utilizado para este ejercicio.

---

<sup>4</sup>En ocasiones si se desea hacer un cálculo más conservador se utilizan niveles de confianza mayores al 95 por ciento.

## Capítulo 3

# Aplicación: Diversificación Internacional de un portafolio

Con el objeto de sentar las bases de este proyecto, en los capítulos anteriores se presentó tanto un panorama general de la globalización de las inversiones como la teoría de portafolios de inversión. En este capítulo se presentará la aplicación del modelo de Markowitz en la construcción y selección de portafolios óptimos de inversión basados en índices bursátiles. Posteriormente, se presentarán los resultados y el análisis de estos.

La idea general de este capítulo es aplicar el modelo de Markowitz para construir diferentes portafolios óptimos de inversión. Estos portafolios estarán basados en índices bursátiles internacionales. Con ayuda de un programa construido en Matlab<sup>®</sup> 2010 se generarán cuatro portafolios óptimos de inversión, estos portafolios se componen como se enumera a continuación:

1. Índices bursátiles de países emergentes.
2. Índices bursátiles de países desarrollados.
3. Índices bursátiles de países BRIC.
4. Índices bursátiles de todos los países anteriores.

Una vez generados los cuatro portafolios, se hará un portafolio por año desde 2000 hasta 2009 para cada uno de los grupos, es decir, se tendrán diez portafolios por grupo, en total se construirán 40 portafolios. Posteriormente, se realizará el cálculo del índice de Sharpe para comparar los portafolios y determinar cuál de los grupos resulta ser el mejor para invertir, así como conocer cuál es la combinación óptima de índices bursátiles que disminuyen el riesgo y aumentan los rendimientos de la inversión. Dado que se construirán los portafolios desde 2000 hasta 2009, se podrá realizar un

comparativo por años y determinar si existió un año mejor que otro o incluso observar los efectos del crash de 2008 en los mercados bursátiles. De igual forma, para fines comparativos se incluye el cálculo del VaR por el método Delta-Normal y el coeficiente de Sharpe. Finalmente se realizará un Backtesting utilizando la prueba de Kupiec para evaluar la medición del VaR.

### **3.1. Tipo de investigación**

Esta tesis presenta una investigación de tipo correlacional debido a que se desea medir la relación que existe entre las variables de estudio: riesgo del portafolio, rendimiento del portafolio, razón de sharpe y Valor en Riesgo.

Según el período de la información, la investigación es de tipo retrospectivo, ya que ésta corresponde al periodo de 2000 a 2009, es decir es información del pasado.

En lo que respecta a la evolución del fenómeno estudiado, la investigación es de tipo longitudinal ya que los portafolios creados se evalúan a lo largo del tiempo desde 2000 hasta 2009. De igual modo se realiza un estudio transversal ya que las variables se analizan cada año. Esta investigación es de tipo comparativo, ya que se busca comparar los diferentes portafolios creados y su desempeño a lo largo del periodo de investigación.

### **3.2. Descripción de la información**

Las bases de datos de los índices se obtuvieron de la página de Yahoo Finanzas México <sup>1</sup>. Los índices que se obtuvieron de esta página fueron: Merval de Argentina, Bovespa de Brasil, S&P//TSX de Canadá, IPSA de Chile, S&P 500 de EEUU, IPC de México, DAX30 de Alemania, Ibex35 de España, CAC40 de Francia, FTSE100 de Gran Bretaña, RTS de Rusia, SSE de China, BSE Sensex de India y Nikkei225 de Japón. La información obtenida en la página financiera de Yahoo es pública para todo aquel que tenga acceso a Internet.

La información tiene una periodicidad mensual y originalmente se consideró del 3 de enero del 2000 al 31 de diciembre del 2009 con el fin de abarcar diez años de comportamiento de los índices. Se tiene un total de catorce series de índices con trece observaciones cada una; es decir, un total de 182 observaciones. El precio que se considera es el precio de cierre ajustado. Con el objeto de homogenizar la información, se decidió que la periodicidad de la información fuera mensual; ya que sólo se tienen índices bursátiles en los días hábiles de las bolsas de valores, y éstos no siempre coinciden entre sí.

---

<sup>1</sup>Yahoo Finanzas México [en línea], Febrero 2010 Disponible en Web: <<http://mx.finance.yahoo.com>>.

Una vez obtenidos los datos, se realizó una base de datos con los rendimientos históricos de cada una de las series. Para calcular el rendimiento discreto <sup>2</sup> mensual en función de los precios de cierre ajustados se utilizó la siguiente fórmula (Bodie, 2003):

$$Rend = \frac{pc_t - pc_{t-1}}{pc_{t-1}} \quad (3.1)$$

donde:

$Rend$  = Es la variación mensual de los precios de cierre mensual del índice.

$pc_t$  = Precio de cierre del mes  $t$ .

$pc_{t-1}$  = Precio de cierre del mes  $t - 1$ .

### 3.3. Composición de portafolios estimados

Como parte de este estudio se realizarán cuatro portafolios de inversión con el objeto de calcular la frontera eficiente y el Valor en Riesgo de cada uno de ellos, posteriormente analizar y comparar los resultados obtenidos. A continuación se mencionan los portafolios que se construirán y los índices que componen cada uno de estos portafolios:

**Portafolio Desarrollados:** Este portafolio está formado por índices bursátiles de países desarrollados. Los índices elegidos para formar este portafolio fueron: S&P/TSX de Canadá, S&P 500 de EEUU, DAX30 de Alemania, Ibex35 de España, CAC40 de Francia, FTSE100 de Gran Bretaña y Nikkei225 de Japón.

**Portafolio Emergentes:** Este portafolio está formado por índices bursátiles de países emergentes. Los índices elegidos para conformar este portafolio fueron: Merval de Argentina, Bovespa de Brasil, IPSA de Chile, IPC de México, RTS de Rusia, SSE de China, BSE Sensex de India.

**Portafolio BRIC:** Este portafolio está formado por los índices bursátiles de los países BRIC; es decir: Bopesa de Brasil, RTS de Rusia, BSE Sensex de India y SSE de China.

**Portafolio Total:** Este portafolio está formado por índices bursátiles de todos los países mencionados anteriormente; es decir, los índices que integran este portafolio son: Merval de Argentina, Bovespa de Brasil, S&P/TSX de Canadá, IPSA de Chile, S&P 500 de EEUU, IPC de México, DAX30 de Alemania, Ibex35 de España, CAC40 de Francia, FTSE100 de Gran Bretaña, RTS de Rusia, SSE de China, BSE Sensex de India y Nikkei225 de Japón.

<sup>2</sup>También se puede utilizar el rendimiento continuo:  $Rend = \ln\left(\frac{pc_t - pc_{t-1}}{pc_{t-1}}\right)$ .

### 3.4. Modelo de investigación

Se utilizará el modelo de Markowitz <sup>3</sup> para construir los cuatro grupos de portafolios óptimos basados en índices bursátiles mencionados en la sección anterior. Posteriormente, se construirá la frontera eficiente con el grupo de portafolios óptimos. Para calcular el rendimiento esperado de cada portafolio se utilizará la fórmula:

$$E(r_p) = \sum_{j=1}^n w_j E(r_j) \quad (3.2)$$

donde:

$E(r_p)$  = Rendimiento esperado del portafolio  $p$ .

$p$  = Desarrollados, emergentes, BRIC o total.

$w_j$  = Proporción de la inversión realizada en cada índice bursátil del portafolio.

$E(r_j)$  = Rendimiento esperado de cada índice bursátil del portafolio.

Para calcular la desviación estándar del portafolio se utilizará la siguiente fórmula:

$$\sigma_{rp} = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}; \quad i \neq j} \quad (3.3)$$

donde:

$\sigma_{rp}$  = Desviación estándar del portafolio  $p$ .

$\sigma_{rp}^2$  = Varianza de los rendimientos del portafolio  $p$ .

$p$  = Desarrollados, emergentes, BRIC o total.

$w_i w_j$  = Proporción de la inversión en los índices bursátiles  $i$  y  $j$ .

$\sigma_{ij}$  = Covarianza entre los rendimientos de los índices bursátiles  $i$  y  $j$ .

Para encontrar la frontera eficiente es necesario encontrar las proporciones  $(w_1, \dots, w_n)$  que minimizan el riesgo para cada uno de los rendimientos esperados posibles. El problema se reduce a resolver el problema de optimización siguiente:

<sup>3</sup>En la sección 2.3 se encuentra la descripción del método Markowitz.

$$\text{Min} \quad \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (3.4)$$

$$\text{sujeto a} \quad \sum_i^n w_i \bar{r}_i = r^* \quad (3.5)$$

$$\sum_i^n w_i = 1 \quad (3.6)$$

donde:

$w_i w_j$  = Proporción de la inversión en los índices bursátiles  $i$  y  $j$ .

$\sigma_{ij}$  = Covarianza entre los rendimientos de los índices bursátiles  $i$  y  $j$ .

$r^*$  = Rendimiento esperado.

$\bar{r}_i$  = Esperanza de la tasa de rendimiento.

Para calcular el Valor en Riesgo de los portafolios óptimos se utilizará el método Delta-Normal

4:

$$\text{VaR}_p = F * S * \sigma_p * \sqrt{t} \quad (3.7)$$

$$\sigma_p = \sqrt{[w]^T [\Sigma] [w]} \quad (3.8)$$

$$[\Sigma] = [\sigma] [C] [\sigma] \quad (3.9)$$

donde:

$\text{VaR}_p$  = Valor en riesgo del portafolio  $p$ .

$F$  = Factor que determina el nivel de confianza.

$t$  = Horizonte de tiempo en que se desea calcular el VaR.

$[w]$  = Vector de pesos de los índices bursátiles del portafolio ( $n \times 1$ ).

$[w]^T$  = Vector transpuesto de los pesos de los índices bursátiles del portafolio ( $1 \times n$ ).

$[\sigma]$  = Matriz de varianzas y covarianzas.

$[C]$  = Matriz de correlaciones de los rendimientos de los índices bursátiles del portafolio.

$S_p$  = Valor del portafolio  $p$ .

$\sigma_p$  = Volatilidad del portafolio  $p$  ( $1 \times 1$ ).

$p$  = Desarrollados, emergentes, BRIC o total.

<sup>4</sup>En la sección 2.5 se detalla el método Delta-Normal para el cálculo del VaR.

Para realizar comparaciones entre portafolios se utilizara el coeficiente de Sharpe <sup>5</sup>:

$$S_i = \frac{\overline{R}_i - \overline{RFR}}{\sigma_i} \quad (3.10)$$

donde:

$S_i$  = Coeficiente de Sharpe del portafolio  $i$ .

$\overline{R}_i$  = Rendimiento del portafolio  $i$ .

$\overline{RFR}$  = Rendimiento del activo libre de riesgo.

$\beta_i$  = Desviación estándar del portafolio (volatilidad)  $i$ .

$i$  = Desarrollados, emergentes, BRIC o total.

Finalmente, se hará un Backtesting empleando la prueba de Kupiec para evaluar la eficiencia del cálculo del VaR. A continuación se presenta la prueba de razón de verosimilitud utilizada <sup>6</sup>:

$$LR = -2\ln\left(\frac{(p^*)^x(1-p^*)^{n-x}}{(p^\bullet)^x(1-p^\bullet)^{n-x}}\right) \quad (3.11)$$

donde:

$p^*$  = Nivel de confianza.

$x$  = Número de fallos en el cálculo del VaR.

$n$  = Total de observaciones del VaR.

$p^\bullet$  = Porcentaje de veces que el VaR no predice las máximas pérdidas potenciales.

Se empleará el siguiente criterio para aceptar o rechazar la hipótesis nula:

- Si  $p_{tablas} > p^*$  se acepta la hipótesis nula, es decir  $p^* = p^\bullet$
- Si  $p_{tablas} < p^*$  se rechaza la hipótesis nula, es decir  $p^* \neq p^\bullet$

### 3.5. Diseño de la investigación

En esta sección se describe el diseño de la investigación, se describe el proceso seguido para la construcción de portafolios, el cálculo del VaR, el coeficiente de Sharpe y el Backtesting

<sup>5</sup>En la sección 2.4.4 se puede consultar más a detalle.

<sup>6</sup>En la sección 2.6 se profundiza acerca de la prueba de Kupiec.

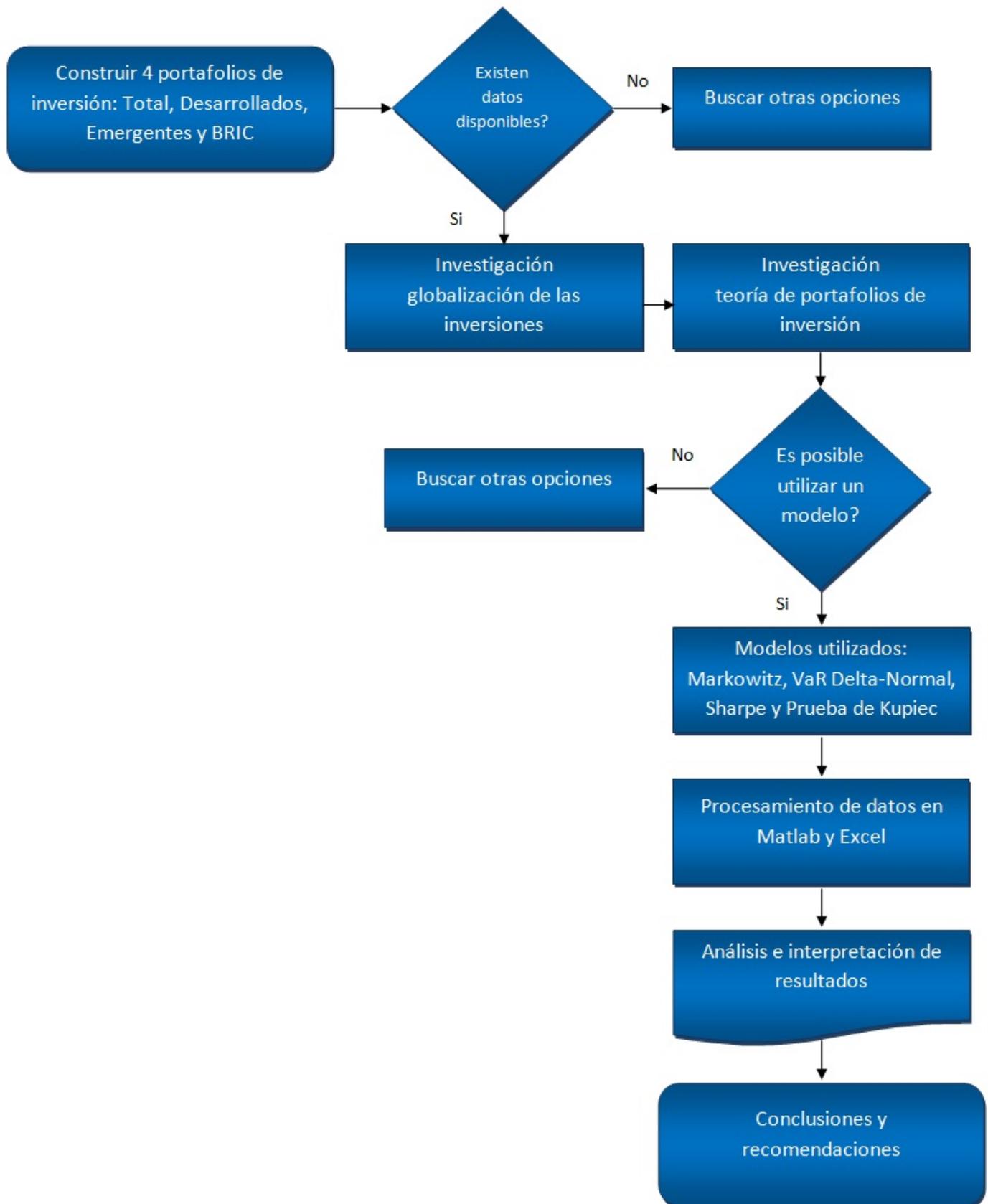


Figura 3.1: Estrategia general de la investigación

En la figura 3.1 se presenta un diagrama de flujo en el cual se especifican los pasos que se siguieron

para el desarrollo de esta investigación. Por principio, se deseaba construir cuatro portafolios de inversión: Total, Desarrollados, Emergentes y BRIC. Una vez planteado el problema se determinó si existía información disponible para la investigación, tanto bibliográfica como bases de datos de los precios de los índices. Dado que se encontró información disponible, se realizaron dos investigaciones: una acerca de la globalización de las inversiones y otra acerca de la teoría de portafolios de inversión. El resultado de estas investigaciones se presentó en los capítulos uno y dos respectivamente. El siguiente paso fue elegir los modelos que se utilizarían. Se decidió utilizar el modelo Markowitz para la construcción de la frontera eficiente de los portafolios, el modelo Delta-normal para el cálculo del Valor en Riesgo de cada portafolio y el coeficiente de Sharpe para la comparación entre portafolios. Posteriormente se procesaron los datos en un programa de Matlab<sup>®</sup> 2010 y en una hoja de Excel<sup>®</sup>. Una vez obtenidos los resultados, éstos se analizaron e interpretaron. Finalmente se elaboraron las conclusiones y recomendaciones para esta tesis.

La construcción de los portafolios óptimos y el cálculo del Valor en Riesgo se realizó con la ayuda de un programa construido en Matlab<sup>®</sup> 2010. El cálculo del coeficiente de Sharpe se realizó en Excel<sup>®</sup>, al igual que el Backtesting. En el anexo B se puede consultar el código de dichos programas.

En la figura 3.2 se presenta el diseño general de la investigación para los cálculos. Por principio, se realizaron algunos cálculos previos necesarios para cálculos posteriores. Una vez realizados estos cálculos, se construyeron los portafolios eficientes, en seguida se calculó el Valor en Riesgo y finalmente se calculó el coeficiente de Sharpe. Finalmente se analizaron y compararon los resultados. Más adelante se detallan cada uno de los pasos presentados en el siguiente esquema:

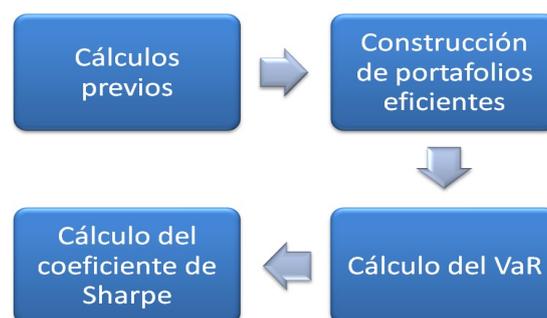


Figura 3.2: Diseño general de la investigación para los cálculos

### 3.5.1. Cálculos previos

Como primer paso dentro del diseño general de la investigación se realizaron los cálculos previos. Estos cálculos son necesarios para poder realizar la construcción de la frontera eficiente, el cálculo del Valor en Riesgo y el coeficiente de Sharpe. En la figura 3.3 se muestra un esquema de los cálculos

previos que se realizaron.

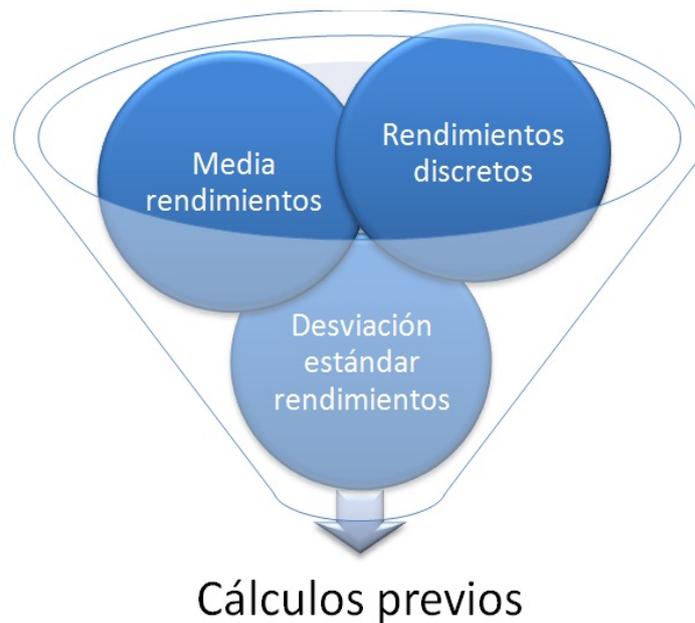


Figura 3.3: Cálculos previos de la investigación

Los rendimientos discretos se calcularon con la fórmula 3.1 presentada en la sección 3.2. La media y la desviación estándar de los rendimientos se calcularon con la media poblacional y la desviación estándar poblacional. Estos cálculos se realizan en la primera parte del programa de Matlab. El código se puede consultar en el anexo B.

### 3.5.2. Construcción de portafolios eficientes

Para construir la frontera eficiente se utilizó el modelo Markowitz, para esto se tomaron los índices bursátiles de 2000 a 2009, con el fin de establecer un portafolio de inversión en índices bursátiles, que garantice una mayor rentabilidad con un mínimo riesgo. La construcción de la frontera eficiente para los cuatro portafolios se realizó con programas desarrollados de Matlab<sup>®</sup>, los cuales se presentan en el anexo B.

A continuación se describen los pasos para generar la frontera eficiente de los portafolios de inversión:

1. Se calcula el rendimiento discreto mensual en función de los precios de cierre ajustados de cada uno de los índices bursátiles que integran los diferentes portafolios con la fórmula 3.1.
2. Se determina la rentabilidad promedio anual de cada uno de los índices.

3. Encontrar la matriz de varianzas y covarianzas de los rendimientos de los índices que forman parte del portafolio. Este cálculo se realiza con 2.1.
4. Se determina la desviación estándar del portafolio (riesgo del portafolio) con la fórmula 3.3.
5. Se calcula el rendimiento esperado del portafolio siguiendo la fórmula 3.2.
6. Se utiliza la función `portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)` para generar 20 portafolios a lo largo de la frontera eficiente.
7. Se genera aleatoriamente los pesos de los índices bursátiles de 1000 portafolios uniformemente distribuidos sobre el conjunto de portafolios.
8. Se calcula el rendimiento esperado, el riesgo y los pesos para cada portafolio.
9. Se grafica el rendimiento y el riesgo de cada portafolio junto con la frontera eficiente para compararla.

Este procedimiento se repite para cada uno de los cuatro portafolios: total, desarrollados, emergentes y BRIC; y para cada uno de los años: 2000 a 2009.

### **3.5.3. Cálculo del VaR**

Posteriormente, se realizó el cálculo del Valor en Riesgo por el método Delta-Normal para cada portafolio. Para esto también se utilizó Matlab<sup>®</sup> 2010 y se contempló la fórmula 3.7. El valor para cada uno de los cuatro portafolios fue de 14 millones. La distribución de los 14 millones fue diferente para cada uno de los portafolios: para el portafolio Total se consideró 1 millón de dólares para cada índice bursátil, para el portafolio Desarrollados y el portafolio Emergentes se tuvieron 2 millones de dólares para cada índice, finalmente para el portafolio BRIC se consideró 3.5 millones de dólares. Se decidió manejar la cantidad de 14 millones para obtener cantidades cerradas al momento de dividirlos entre cada uno de los índices que componen los diferentes portafolios de inversión. Se consideró un nivel de confianza del 5 por ciento y el horizonte de inversión contemplado es de 1 año. A continuación se detallan los pasos para la obtención del VaR:

1. Se divide el rendimiento esperado y la desviación estándar entre el número de observaciones que se tengan, en este caso entre doce para todos los portafolios.
2. Se utiliza la función `portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod,RiskThreshold,PortValue)` para determinar el Valor en Riesgo de cada uno de los portafolios. En esta función se indican

los parámetros: rendimiento esperado, desviación estándar, nivel de confianza y el horizonte de inversión.

### 3.5.4. Cálculo del coeficiente de Sharpe

Se calculó el coeficiente de Sharpe para comparar los portafolios obtenidos. La fórmula utilizada para realizar este cálculo es la 3.10. Para elaborar este cálculo es necesario considerar una tasa libre de riesgo. Para esta investigación se empleó la tasa de fondos federales de los EEUU (Treasury bills o T-bills) como tasa libre de riesgo. Este cálculo se realizó en una hoja de Excel<sup>®</sup>.

### 3.5.5. Backtesting

Para el Backtesting se empleó la prueba de proporción de fallas de Kupiec. Esta prueba se realizó con nivel de confianza del 95 por ciento. Se realizaron diez mediciones del VaR para cada uno de los cuatro portafolios, correspondientes a 10 períodos comprendidos entre el 3 de enero del 2000 y 31 de diciembre del 2009.

En la sección siguiente se presenta el análisis y la interpretación de de los resultados.

## 3.6. Análisis e interpretación de los resultados

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos. Se presenta un apartado para los resultados de cada uno de los portafolios y finalmente se reserva un apartado que muestra un comparativo entre portafolios. Cada apartado contiene un análisis de los resultados: composición del portafolio, desviación estándar (riesgo), rendimiento esperado, índice de Sharpe y Valor en Riesgo. De igual forma, se presenta una tabla con el resumen de los resultados para cada portafolio y una gráfica con la frontera eficiente para cada portafolio a lo largo de diez años. Es importante mencionar que para ninguno de los portafolios se consideran ventas en corto.

### 3.6.1. Portafolio total

Dentro de este portafolio se consideraron tres portafolios: uno de bajo riesgo, uno de riesgo medio y uno de alto riesgo. En el portafolio de riesgo bajo existen índices en los que no se invierte nada durante los diez años: Bovespa, S&P/TSX, DAX 30, IBEX 35, y solo para el año 2000 se invierten porcentajes mínimos en los índices CAC 40 y BSE Sensex.

A lo largo de los diez años, los mayores porcentajes de inversión se encuentran concentrados en el índice S&P 500, sin embargo, para el año 2000 y 2001 el mayor porcentaje del portafolio se

invirtió en el FTSE 100. Ya que la crisis punto com en el año 2000 y los ataques del 11 de septiembre del 2001 causaron estragos en la economía de EEUU haciendo que el índice S&P 500 se debilitara y fuera más rentable invertir en el FTSE 100.

En su mayoría este portafolio se encuentra conformada por los índices: IPSA, S&P 500, FTSE 100, RTS y SSE Composite.

Para los años 2001, 2002 y 2008 el portafolio tuvo rendimientos negativos, siendo el 2008 el año más crudo dado que se registró un rendimiento de -4.5 por ciento. De igual forma el mayor riesgo para el portafolio se registró en 2001, 2002, 2008 y 2009. Nuevamente el 2008 fue el año de mayor riesgo, dado que se registró una desviación estándar de 5.98. En general, la desviación estándar de este portafolio fluctúa entre 1.45 por ciento en 2006 y 5.98 por ciento en 2008. El rendimiento esperado se encuentra entre -4.5 por ciento en 2008 y 3.94 por ciento en 2009. Los mejores rendimientos se tuvieron en 2003 y 2009. Durante estos años se registraron rendimientos de 2.29 por ciento y 3.94 por ciento mensual respectivamente.

Según el coeficiente Sharpe, el mejor desempeño del portafolio se alcanzó en 2009 (0.8311). Y el peor desempeño se tuvo en el año 2000 (-2.8465). Es importante recordar que en el año 2000 además de los daños que causó la burbuja especulativa de Internet a los mercados bursátiles, las tasas de interés en EEUU se encontraban alrededor del 6 por ciento, muy por encima del rendimiento esperado de este portafolio (2.02 por ciento). La historia para el 2009 fue muy diferente, ya que además de que los mercados se encontraban en recuperación logrando un rendimiento del 4.56 por ciento, las tasas de interés estaban en uno de sus niveles más bajos, alrededor del 0.15 por ciento.

Para el portafolio de Riesgo medio, la mayor parte de la inversión se encuentra distribuida en los índices: IPSA, RTS, SSE Composite y BSE Sensex. Este portafolio sólo tuvo rendimientos negativos en el 2008 (-3.14 por ciento) y el mayor rendimiento se obtuvo en 2009 (6.74 por ciento). El riesgo de este portafolio osciló entre los 2.79 por ciento en 2004 y 6.74 por ciento en 2009.

En cuanto al desempeño del portafolio, el mejor desempeño se consiguió en 2003, ya que el índice de Sharpe fue de 1.2829, por el contrario el peor desempeño del portafolio se obtuvo en el 2000 (-0.8373).

Finalmente para el portafolio de alto riesgo se consiguieron los rendimientos más altos, los cuales fluctuaron entre el -2.45 por ciento en 2008 y el 8.15 por ciento en 2009. Sin embargo, este portafolio también tiene las desviaciones estándar más altas, las cuales varían entre 4.19 por ciento en 2004 y 10.75 por ciento en 2001. Este portafolio se encuentra formado por el índice RTS y el SSE Composite. El número de índices en los que no se invierte nada durante los diez años es mucho mayor: S&P/TSX, DAX 30, IBEX 35, CAC 40 y FTSE 100. Como se puede observar en la tabla 3.2 los porcentajes de inversión se encuentran menos distribuidos y más concentrados en un índice en

particular, esto aumenta el riesgo del portafolio considerablemente.

En la figura 3.4 y 3.5 se muestra graficada la frontera eficiente del portafolio desde 2000 hasta 2009. Las estrellas azules son combinaciones de índices que forman parte del portafolio pero que no se encuentran dentro de la frontera eficiente. Como se puede observar, para el año 2000 y 2009 a partir de cierto punto la frontera se mantiene casi recta, es decir que el riesgo aumenta, pero el rendimiento no necesariamente aumentará en la misma medida. Los años 2004, 2005 y 2006 son ejemplo de lo contrario, en donde la pendiente de la frontera eficiente es más pronunciada. Para el 2008 se puede notar una frontera más pequeña que para el resto de los años, además de que todos los rendimientos se encuentran negativos.

Haciendo una comparación de los tres portafolios, se puede decir que el de riesgo medio es el que consigue mejor su cometido, ya que además de manejar riesgo y rendimientos aceptables, los coeficientes de Sharpe son los mejores de los tres portafolios y en general está mejor diversificado.

Se puede decir que para los tres portafolios el mejor año fue 2009. Regularmente un período de crisis viene seguido de un período de recuperación y sin duda la crisis del 2008 ha sido una de la más devastadoras para la economía mundial. Por lo anterior no resulta ninguna sorpresa que el peor año para los tres portafolios fue en 2008, en gran medida debido a la crisis antes mencionada.

Los índices SSE Composite y RTS fueron los índices que registraron los mejores rendimientos a lo largo de los diez años con un nivel de riesgo aceptable, por tal motivo, en mayor o menor medida, pero siempre se considera un porcentaje razonable de inversión para cada uno de los portafolios. Por el contrario, el CAC 40 mantuvo rendimientos bajos con riesgos altos a lo largo de los diez años, como consecuencia, en la mayoría de los portafolios no se invertía en este índice o se invertían porcentajes muy pequeños.

Tabla 3.1: Resultados del Portafolio Total(1) (Porcentaje)

Bajo	Merval	Bovespa	S&P/TSX	IPSA	S&P500	IPC	DAX	IBEX	CAC	FTSE	RTS	SSE	Sensex	Nikkei	$\sigma$	$\mu$	Sharpe
2000	0	0	0	7.32	0	0	0	0	6.41	45.85	8.33	26.57	5.52	0	2.02	0.25	-2.8465
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59.13	11.38	29.50	0	0	2.73	-1.00	-1.6374
2002	8.82	0	0	38.85	8.25	0	0	0	0	0	15.26	28.81	0	0	2.66	-1.14	-1.0414
2003	2.33	0	0	5.49	0	27.34	0	0	0	0	3.92	40.47	0	20.46	2.05	2.29	0.6146
2004	0	0	0	2.81	85.48	0	0	0	0	0	7.34	4.37	0	0	1.86	0.81	-0.3172
2005	0	0	0	0	62.89	0	0	0	0	30.03	7.08	0	0	0	1.83	0.61	-1.4208
2006	0	0	0	0	88.94	0	0	0	0	1.99	7.01	2.06	0	0	1.45	1.56	-2.2690
2007	0	0	0	0	37.27	2.90	0	0	0	0	16.37	0	0	43.46	1.84	0.30	-2.2663
2008	0	0	0	0	83.78	0	0	0	0	0	5.47	10.75	0	0	5.98	-4.50	-0.9849
2009	0	0	0	41.59	44.45	0	0	0	0	0	0	13.96	0	0	4.56	3.94	0.8311
<b>Medio</b>																	
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.91	5.20	88.89	0	0	3.75	2.86	-0.8373
2001	0	0	0	0	0	29.28	0	29.52	0	0	41.19	0	0	0	5.41	1.94	-0.2828
2002	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47.32	17.20	34.92	0	4.32	1.74	0.0255
2003	21.36	19.96	0	12.57	0	0	0	0	0	0	6.46	15.90	23.75	0	3.57	5.61	1.2829
2004	0	0	0	14.38	4.17	31.5	0	0	0	37.62	8.56	0	0	3.78	2.79	2.13	0.2616
2005	0	0	12.13	13.27	12.59	27.83	0	0	0	0	32.61	0	1.57	0	3.65	2.98	-0.0630
2006	0	0	0	0	0	0	0	36.68	0	0	12.43	34.04	16.85	0	3.35	5.16	0.0925
2007	0	28.83	0	0	0	0	12.8	0	0	0	37.89	20.48	0	0	3.86	4.12	-0.0907
2008	0	0	0	0	55.03	0	0	0	0	0	0	0	0	44.97	6.43	-3.14	-0.7045
2009	0	51.25	0	18.6	0	0	0	0	0	0	4.82	25.33	0	0	6.74	6.98	1.0134

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.2: Resultados del Portafolio Total(2) (Porcentaje)

Alto	Merval	Bovespa	S&P/TSX	IPSA	S&P500	IPC	DAX	IBEX	CAC	FTSE	RTS	SSE	Sensex	Nikkei	$\sigma$	$\mu$	Sharpe
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.54	70.46	0	0	6.74	3.19	-0.4169
2001	0	0	0	0	0	11.69	0	0	0	0	88.31	0	0	0	10.75	3.82	0.0326
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92.22	0	7.78	0	8.42	3.58	0.2316
2003	51.89	44.61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.50	0	6.72	7.72	0.9955
2004	0	0	0	13.72	0	86.28	0	0	0	0	0	0	0	0	4.19	3.20	0.4296
2005	0	0	0	0	0	15.25	0	0	0	0	84.75	0	0	0	7.17	4.49	0.1785
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.29	89.64	5.07	0	7.56	7.46	0.3452
2007	0	17.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82.43	0	0	9.15	6.55	0.2273
2008	0	0	0	0	7.86	0	0	0	0	0	0	0	0	92.14	7.39	-2.45	-0.5196
2009	0	87.42	0	0	0	0	0	0	0	0	12.58	0	0	0	9.27	8.15	0.8630

Fuente: Elaboración propia.

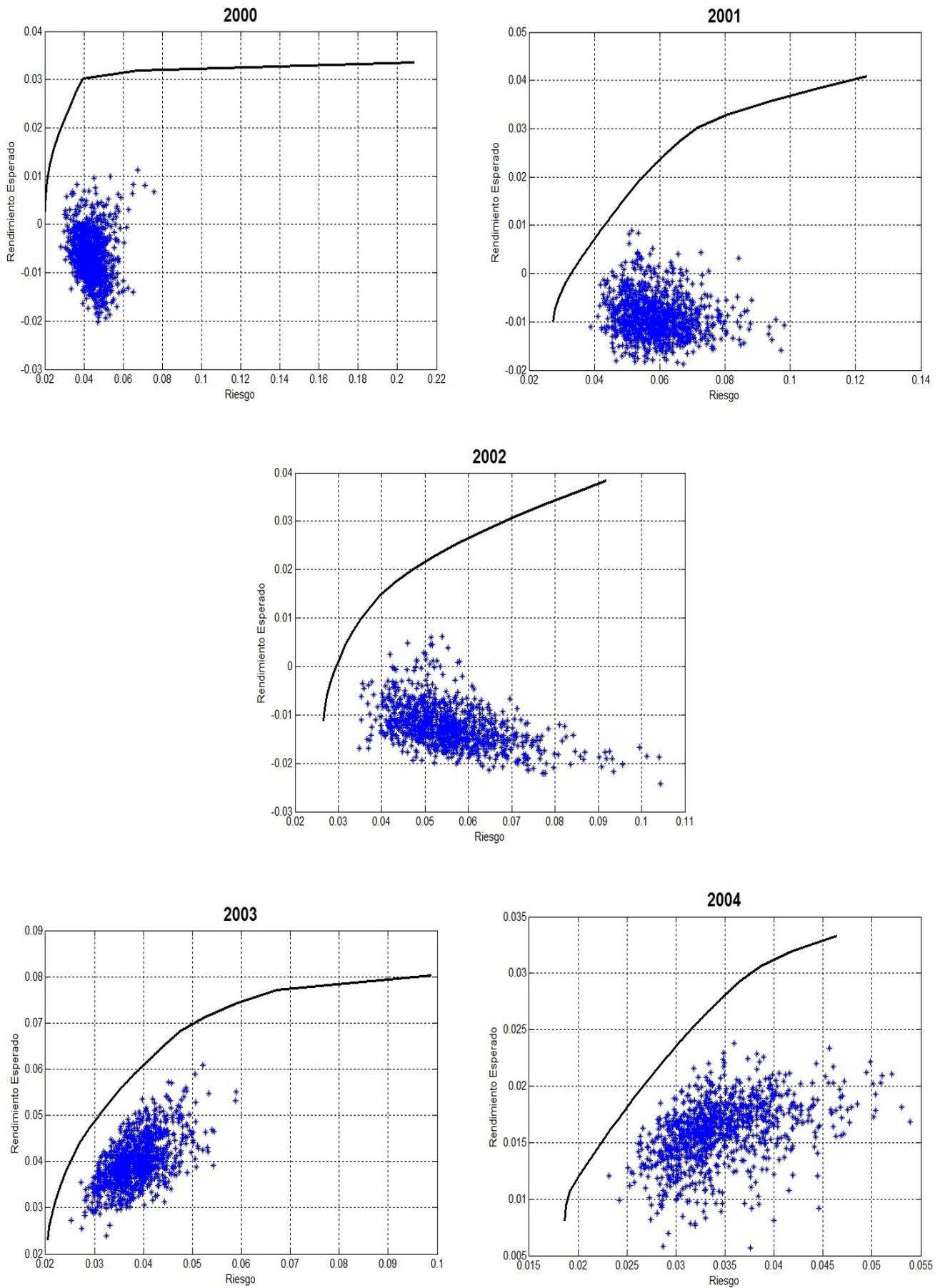


Figura 3.4: Frontera Eficiente para el Portafolio Total 2000-2004

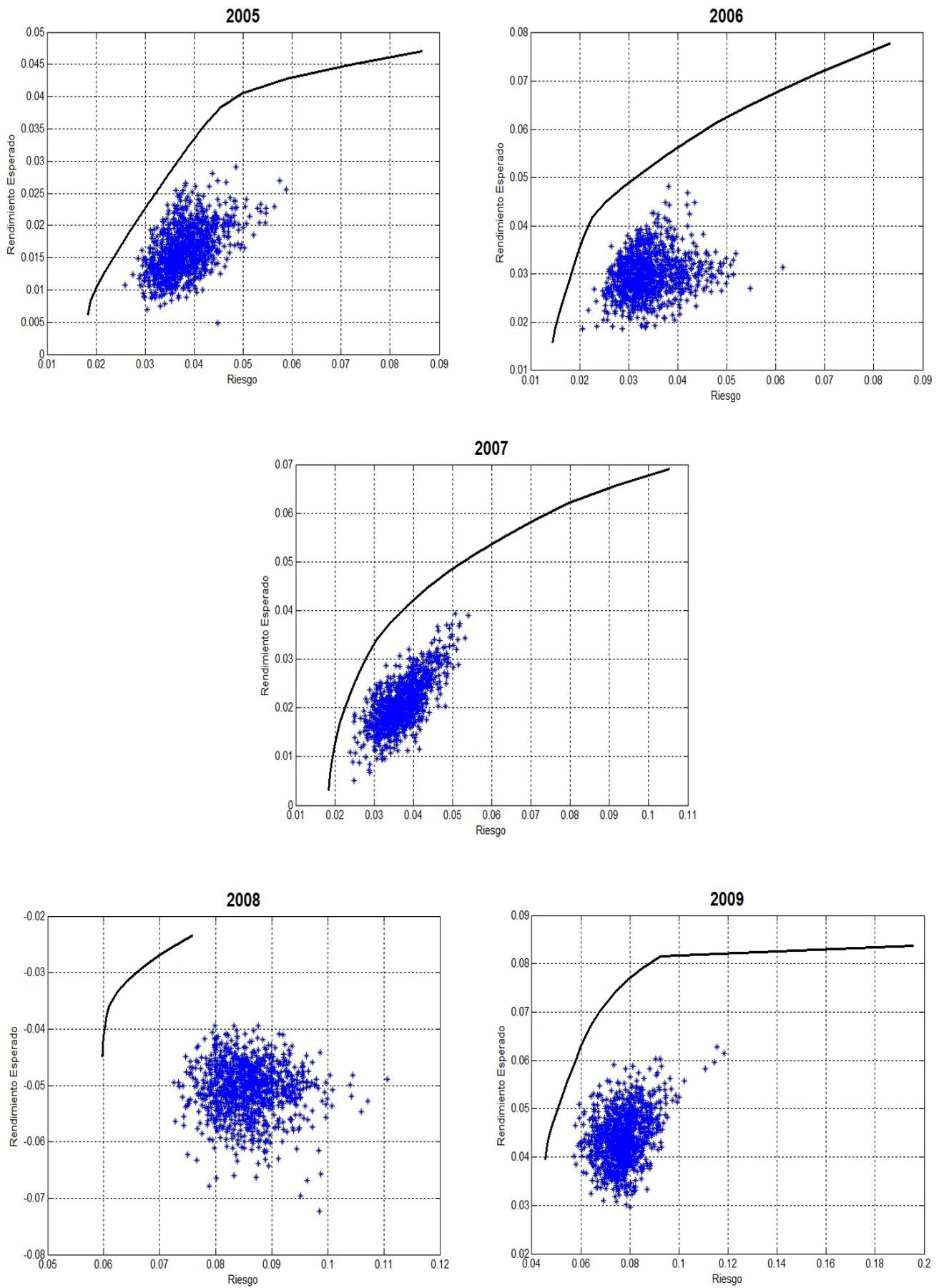


Figura 3.5: Frontera Eficiente para el Portafolio Total 2005-2009

### **3.6.2. Portafolio de índices de países desarrollados**

En la tabla 3.3 se presentan los resultados del portafolio con índices de países desarrollados. Para este portafolio se hicieron tres portafolios: riesgo alto, riesgo medio y bajo riesgo.

El portafolio de bajo riesgo se integra en su mayoría por los índices: S&P 500, FTSE 100 y Nikkei 225. Los índices en lo que se invierte en un solo año son: DAX 30, IBEX 35 y CAC 40.

El riesgo de este portafolio varía entre el 1.63 por ciento para 2003 y 6.34 por ciento en 2009, mientras que el rendimiento esperado se encuentra entre el -3.71 por ciento en 2008 y el 2.78 por ciento en 2003. En lo que respecta al coeficiente de Sharpe, el peor desempeño aparece en el 2008 con -0.6135 y el mejor desempeño del portafolio se localiza en el 2003 con 2.87 por ciento.

Para el portafolio de riesgo moderado, los rendimientos fluctúan entre -2.95 por ciento en 2008 y 3.87 por ciento en 2003, en tanto que las desviaciones estándar se oscilan entre 1.92 por ciento en 2006 y 7.33 en 2009. Este portafolio se constituye en su mayoría con los índices: S&P/TSX, S&P 500, FTSE 100, IBEX 35 y Nikkei 225. El CAC 40 fue el único índice en el que se invirtió solo en un año. Se puede decir que el mejor desempeño del portafolio se dio durante el 2006, dado que el coeficiente de Sharpe registró 1.1102, en contraparte, el peor desempeño fue en 2008 con -0.4464.

El portafolio de alto riesgo se conforma en su mayoría por los índices: S&P/TSX, DAX 30, IBEX 35 y Nikkei 225, nuevamente el CAC 40 solo se considera en el 2000. Los rendimientos de este portafolio varían entre -2.42 por ciento en 2008 y 3.86 por ciento en 2009. El riesgo del portafolio se encuentra entre 3.15 por ciento en 2007 y 8.77 por ciento en 2009. Al igual que en el portafolio de riesgo moderado, el mejor desempeño según el coeficiente de Sharpe se tuvo en 2006 (1.3440) y el desempeño más pobre se registró en 2008 (-0.3263).

En la figura 3.6 y 3.6 se encuentran las gráficas de la frontera eficiente para el portafolio en cada uno de los años, desde 2000 hasta 2009. Se advierte que para los años 2001, 2002 y 2008 se tiene solo rendimientos negativos, cabe resaltar que para el 2002 y 2008 la frontera eficiente es más pequeña que en los demás años. Para el año 2005, 2006 y 2009, la frontera eficiente es más pronunciada, lo que indica que son años en los que se puede obtener buenos rendimientos.

En conclusión, se puede decir que el 2008 fue un año malo para los tres portafolios, con rendimientos negativos y riesgos altos, en gran medida debido al crash mundial de las bolsas. En 2003 se registran los mejores rendimientos, recuerdese que después de la crisis de Internet en 2000 y los ataques del 11 de septiembre en 2001, el gobierno de EEUU bajó drásticamente las tasas de interés, lo que alentó la inversión en las bolsas de valores, logrando con ello mejores rendimientos.

Tabla 3.3: Resultados del Portafolio Países Desarrollados (Pocentaje)

<b>Bajo</b>	<b>S&amp;P/TSX</b>	<b>S&amp;P500</b>	<b>DAX</b>	<b>IBEX</b>	<b>CAC</b>	<b>FTSE</b>	<b>Nikkei</b>	$\sigma$	$\mu$	<b>Sharpe</b>
2000	0	17.81	4.90	0	36.32	27.47	13.49	3.97	-1.24	-0.3275
2001	0	0	0	0	0	89.72	10.28	4.18	-1.77	-0.4317
2002	18.60	0	0	0	0	51.88	29.51	4.51	-1.10	-0.2475
2003	51.83	43.84	0	0	0	0	4.33	2.93	2.87	0.9760
2004	0	94.39	0	0	0	5.60	0.01	2.09	0.77	0.3617
2005	0	58.28	0	0	0	41.72	0	1.92	0.31	0.1447
2006	0	89.01	0	0	0	10.99	0	1.63	1.18	0.6942
2007	0	40.17	0	1.47	0	0	58.36	2.02	-0.20	-0.1211
2008	0	94.74	0	0	0	0	5.26	6.07	-3.71	-0.6135
2009	0	62.96	0	0	0	27.50	9.55	6.34	2.15	0.3389
<b>Medio</b>										
2000	44.83	18.01	0	0	37.17	0	0	4.97	0.24	0.0362
2001	0	46.16	0	9.06	0	44.78	0	4.85	-1.27	-0.2690
2002	47.74	0	0	0	0	0	52.26	4.99	-0.89	-0.1816
2003	72.11	0	27.89	0	0	0	0	4.15	3.87	0.9300
2004	18.55	0	0	24.50	0	44.70	12.24	2.82	1.52	0.5340
2005	19.03	33.99	0	0	0	9.15	37.83	3.00	1.23	0.3993
2006	0	36.06	0	39.95	0	23.99	0	1.92	2.18	1.1102
2007	0	0	52.42	15.94	0	0	31.65	2.42	1.48	0.5931
2008	0	42.11	0	0	0	0	57.89	6.64	-2.95	-0.4464
2009	35.61	0	0	0	0	64.39	0	7.33	3.20	0.4364
<b>Alto</b>										
2000	92.85	0	0	0	7.15	0	0	7.24	1.17	0.1533
2001	0	42.99	0	57.01	0	0	0	6.02	-0.94	-0.1619
2002	5.97	0	0	0	0	0	94.03	6.12	-0.76	-0.1268
2003	9.01	0	90.99	0	0	0	0	8.16	4.50	0.5502
2004	17.00	0	0	83.00	0	0	0	3.86	1.99	0.5119
2005	47.27	0	0	0	0	0	52.73	4.21	1.96	0.4579
2006	0	0	0	91.52	0	8.48	0	2.33	3.18	1.3440
2007	0	0	86.06	13.94	0	0	0	3.15	2.54	0.7922
2008	0	5.26	0	0	0	0	94.74	7.46	-2.42	-0.3263
2009	91.95	0	0	0	0	8.05	0	8.77	3.86	0.4400

Fuente: Elaboración propia.

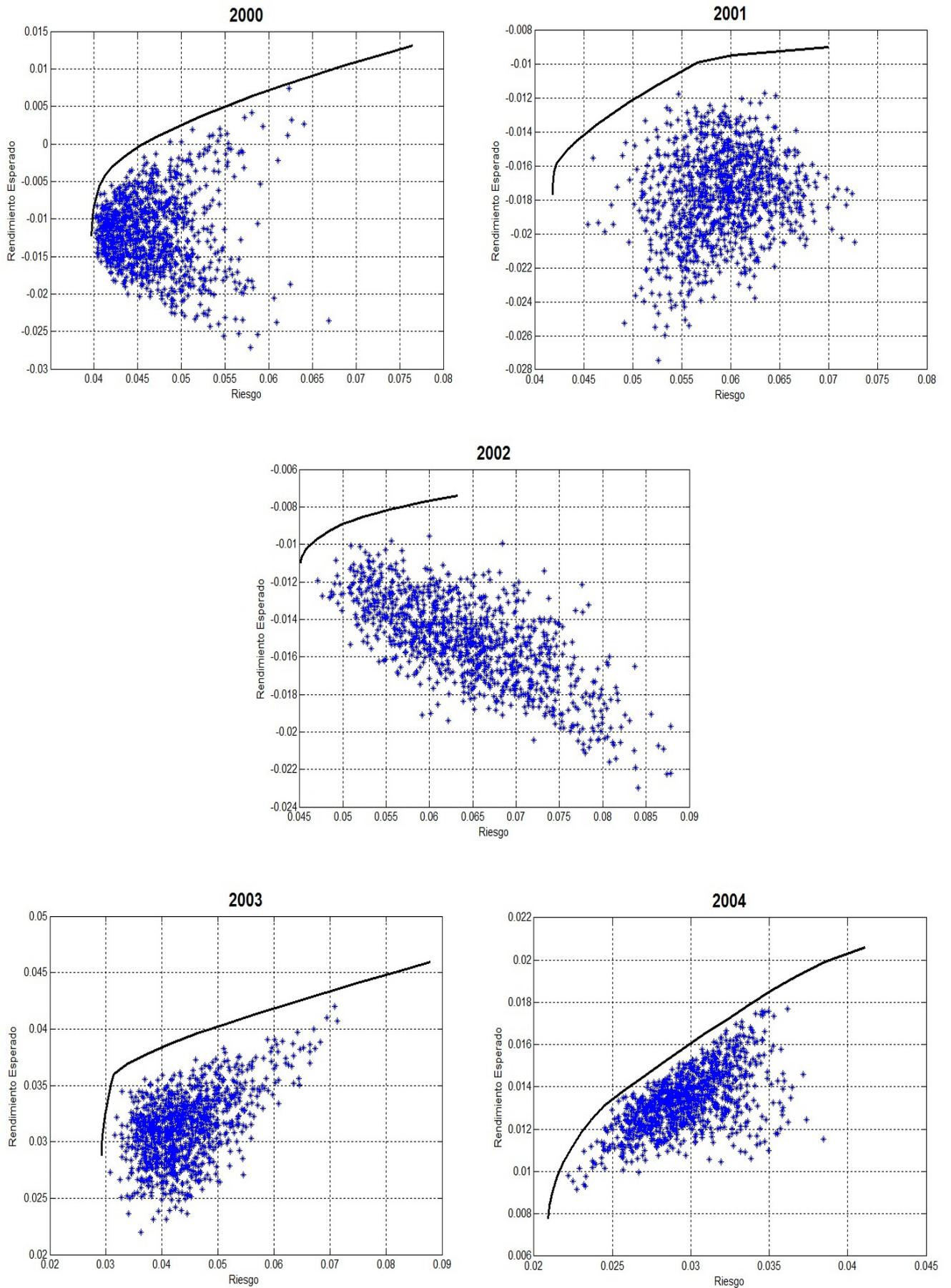


Figura 3.6: Frontera Eficiente para el Portafolio Países Desarrollados 2000-2004

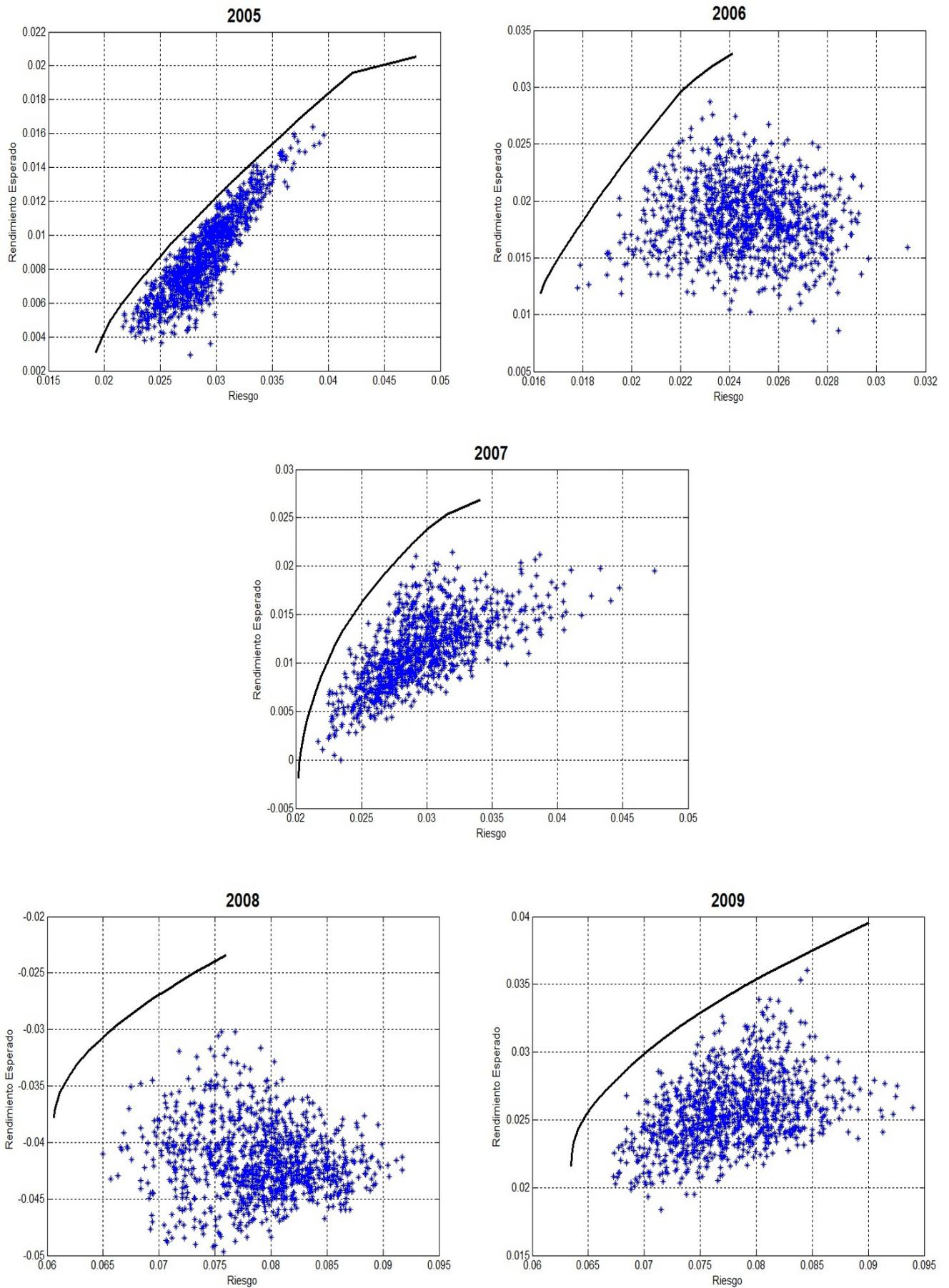


Figura 3.7: Frontera Eficiente para el Portafolio Países Desarrollados 2005-2009

### 3.6.3. Portafolio de índices de países emergentes

Los resultados del portafolio con índices de países emergentes se muestra en la tabla 3.4. Para este portafolio se consideraron tres diferentes niveles de riesgo: bajo, moderado y alto.

En el portafolio de riesgo bajo los rendimientos fluctúan entre -6.53 por ciento en 2008 y 5.35 por ciento en 2009, en tanto que la desviación estándar del portafolio oscila entre 2.18 por ciento para 2003 y 7.43 por ciento para 2008. La mayor parte de los índices que forman este portafolio son: IPSA, IPC, RTS, SSE cposite y BSE Sensex. El índice Bovespa sólo es considerado en 2004. En relación al desempeño del portafolio, la mejor ejecución se consiguió en 2006 (1.1892) y la peor fue en 2008 (-0.8794).

En lo que respecta al portafolio de riesgo moderado, se encontró que los rendimientos oscilaron entre -4.59 por ciento en 2008 y 7.39 por ciento en 2009, en tanto que las desviaciones estándar se movieron en un rango de 3.67 por ciento para 2004 y 7.97 por ciento para 2008. Siguiendo el coeficiente de Sharpe, el mejor desempeño se obtuvo en 2003 con 1.5266 y el desempeño más pobre fue en 2008 con -0.5777. Este portafolio comprende en su mayoría los índices: IPSA, RTS y SSE.

El portafolio de alto riesgo tiene una menor diversificación que los anteriores, ya que la mayor parte de los porcentajes se encuentra concentrada sólo en dos índices: el RTS y el SSE Composite. Los rendimientos de dicho portafolio fluctúan entre -3.62 por ciento para 2008 y 8.22 por ciento para 2009, mientras que el riesgo del portafolio va de 4.40 por ciento en 2004 a 11.95 por ciento en 2000. Hablando del desempeño del portafolio, se observa que el peor desempeño se tuvo en 2008 cuando el coeficiente de Sharpe fue de -0.4221, en contraste, el mejor desempeño se logró en 2003, dado que el coeficiente de Sharpe fue de 1.1434.

En las figuras 3.8 y 3.9 se exhiben las gráficas de las fronteras eficientes para cada año. Se observa que para el 2008 la frontera eficiente sólo tiene rendimientos negativos, de igual forma se advierte que en el 2004 y 2008 la frontera eficiente del portafolio es mucho más reducida que en los demás años. En teoría cualquier combinación de índices que se encuentre dentro de la frontera eficiente es una buena opción para elegir, en general esta elección depende de las preferencias del inversionistas. Sin embargo, en fronteras como la del año 2000, 2003 y 2009, se observa claramente el mejor punto de inversión. Por ejemplo, el mejor punto para invertir en el año 2000 es cuando se tiene una desviación estándar de 4 por ciento y un rendimiento del 3 por ciento, ya que a partir de este punto el rendimiento se mantiene prácticamente sin cambio y el riesgo aumenta demasiado.

Finalmente, se puede decir que los mejores rendimientos del portafolio se obtuvieron en 2009 en contraparte los peores fueron en 2008. El riesgo más alto se alcanzó en 2008 y el más bajo en 2004. Es importante resaltar que para 2009 aunque los rendimientos del portafolio fueron muy buenos, el

riesgo del portafolio era muy alto. El rendimiento que se obtuvo en 2008 es un claro ejemplo que la crisis de 2008 no solo afectó a países desarrollados, sino también a países emergentes.

Tabla 3.4: Resultados del Portafolio Países Emergentes (Porcentaje)

<b>Bajo</b>	<b>Merval</b>	<b>Bovespa</b>	<b>IPSA</b>	<b>IPC</b>	<b>RTS</b>	<b>SSE</b>	<b>Sensex</b>	$\sigma$	$\mu$	<b>Sharpe</b>
2000	0	0	47.15	0	0	52.85	0	3.15	1.45	0.4413
2001	0	0	4.92	0	11.36	55.36	28.35	4.26	-0.96	-0.2335
2002	9.39	0	45.34	0	15.69	29.58	0	2.70	-1.13	-0.4246
2003	0.96	0	10.49	29.30	4.57	43.20	11.48	2.18	2.56	1.1696
2004	0	0.73	38.27	33.49	11.79	15.72	0	3.49	2.10	0.5977
2005	0	0	56.47	5.56	20.31	12.08	5.58	3.54	2.12	0.5898
2006	0	0	30.21	14.07	19.13	11.67	24.93	3.39	4.08	1.1892
2007	0	0	0	50.58	49.42	0	0	2.59	1.76	0.6623
2008	0	0	37.01	0	22.11	40.87	0	7.43	-6.52	-0.8794
2009	0	0	63.34	16.25	0	20.41	0	5.54	5.25	0.9474
<b>Medio</b>										
2000	0	0	0	0	13.73	86.27	0	4.53	3.15	0.6821
2001	0	0	0	47.99	39.04	12.98	0	6.09	2.23	0.3605
2002	0.54	0	0	0	47.35	17.16	34.95	4.32	1.75	0.4013
2003	24.45	21.64	14.16	0	5.76	9.52	24.48	3.93	6.01	1.5266
2004	0	0	29.54	61.53	8.94	0	0	3.67	2.94	0.7973
2005	0	0	0	41.16	45.72	0	13.12	4.61	3.89	0.8369
2006	0	0	0	0	15.84	55.15	29.01	4.94	6.23	1.2513
2007	0	38.13	0	0	31.98	29.89	0	4.78	4.74	0.9823
2008	0	0	77.86	0	6.22	15.92	0	7.97	-4.59	-0.5777
2009	0	65.64	1.71	0	6.38	26.27	0	7.39	7.39	0.9998
<b>Alto</b>										
2000	0	0	0	0	56.86	43.14	0	11.95	3.25	0.2669
2001	0	0	0	11.58	88.42	0	0	10.76	3.82	0.3518
2002	0	0	0	0	92.22	0	7.78	8.42	3.58	0.4232
2003	52.19	44.91	0	0	0	0	2.90	6.76	7.74	1.1434
2004	0	0	6.70	93.30	0	0	0	4.40	3.27	0.7400
2005	0	0	0	9.63	90.37	0	0	7.70	4.57	0.5893
2006	0	0	0	0	4.15	93.37	2.48	7.87	7.59	0.9583
2007	0	13.68	0	0	0	86.32	0	9.44	6.63	0.6976
2008	0	0	99.42	0	0	0.58	0	8.61	-3.62	-0.4221
2009	0	61.49	0	0	38.51	0	0	11.01	8.22	0.7465

Fuente: Elaboración propia.

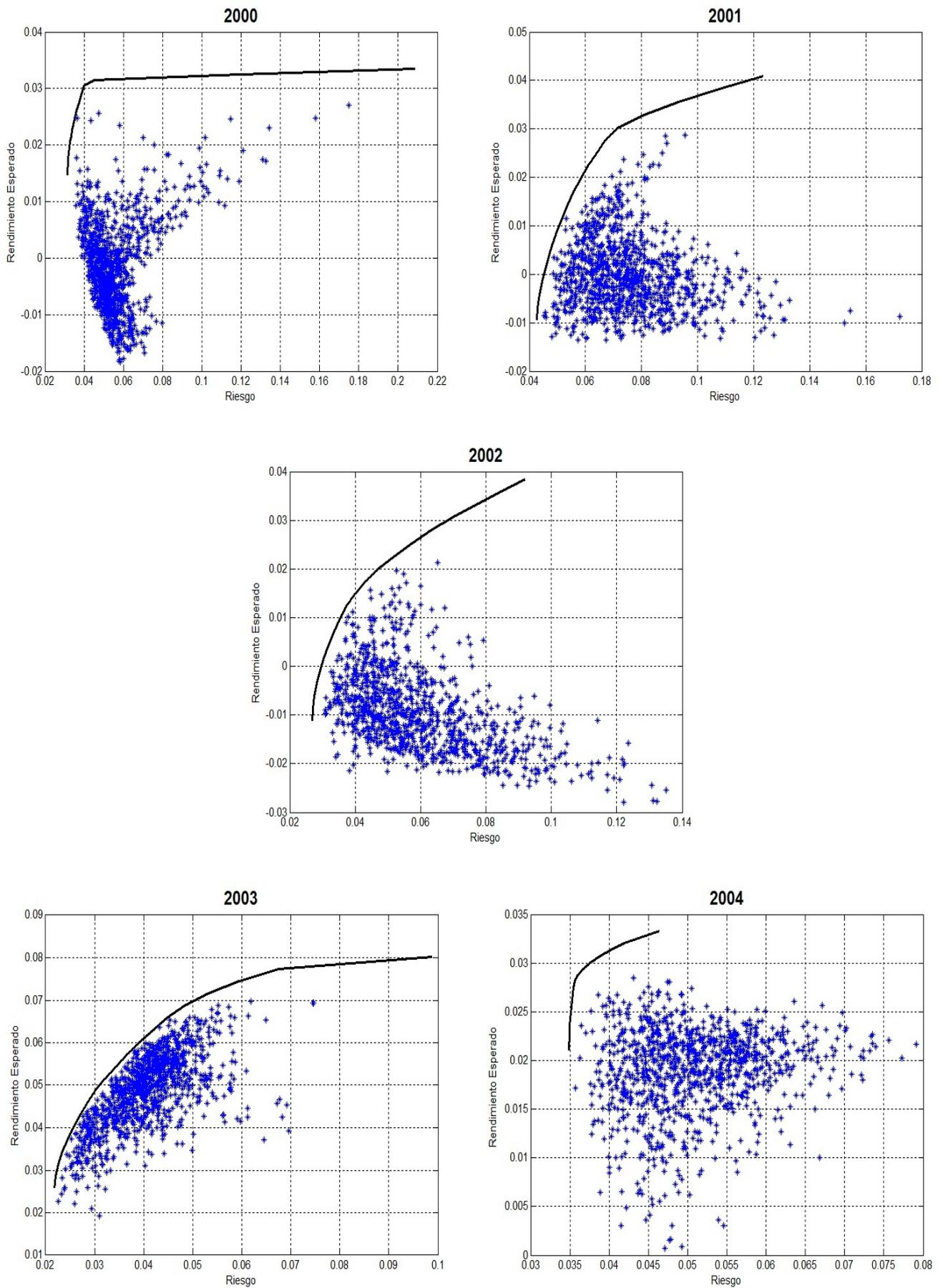


Figura 3.8: Frontera Eficiente para el Portafolio Países Emergentes 2000-2004

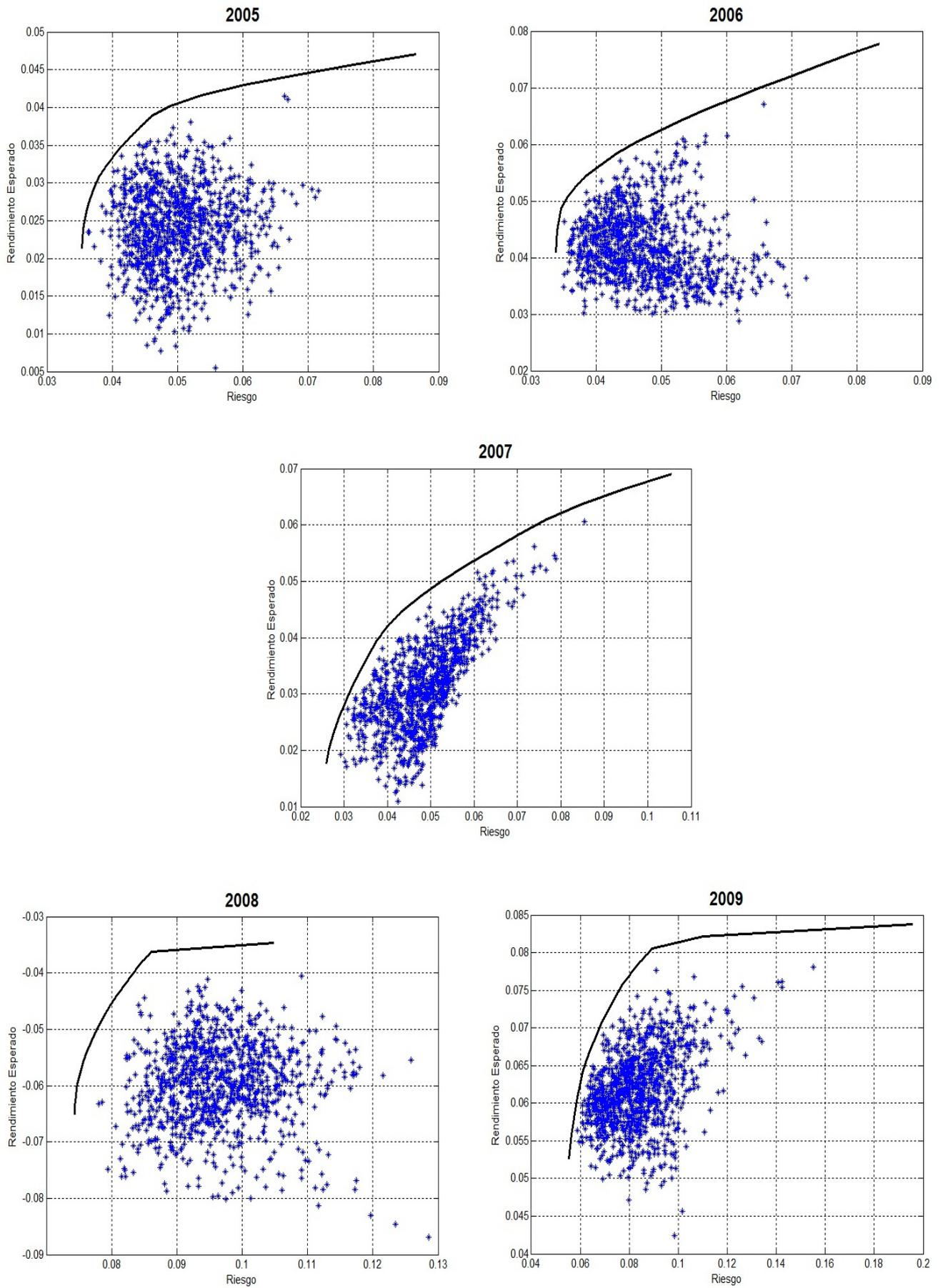


Figura 3.9: Frontera Eficiente para el Portafolio Países Emergentes 2005-2009

### **3.6.4. Portafolio de índices de países BRIC**

En la tabla 3.5 se presentan los resultados del portafolio compuesto por los índices de países BRIC (Brasil, Rusia, India y China). Como se puede observar, se consideraron tres portafolios, el del riesgo bajo, el de riesgo moderado y el de riesgo alto.

Para el portafolio de riesgo bajo, la mayor parte de la inversión se encuentra concentrada en los índices SSE Composite y BSE Sensex. Los rendimientos de este portafolio varían entre -8.14 por ciento en 2008 y 6.85 por ciento para 2009. El riesgo del portafolio fluctúa entre 2.61 por ciento en 2003 y 7.83 por ciento en 2008. En lo que respecta al desempeño del portafolio, el mejor desempeño se consiguió en 2006 (1.3409) y el desempeño más pobre fue en 2008 (-1.0414).

El portafolio de riesgo moderado se encuentra bien diversificado, ya que no se observa alguna concentración en particular para la inversión en los índices. El riesgo del portafolio se encuentra entre 4.05 por ciento en 2000 y 10.10 por ciento en 2008, mientras que el rendimiento varían entre -6.76 por ciento en 2008 y 7.98 por ciento para 2009. Según el coeficiente de Sharpe, la mejor ejecución del portafolio se logró en 2003 con 1.2954 y el desempeño más pobre se tuvo en 2008 con -0.6707.

Los índices RTS y SSE Composite conservan los porcentajes de inversión más altos del portafolio de riesgo alto. Tomando en cuenta el coeficiente de Sharpe, la peor ejecución fue en el año 2008 (-0.4225 por ciento) y el mejor desempeño se logró en 2006 cuando el coeficiente fue de 0.9501. El rendimiento esperado de este portafolio osciló entre -5.66 por ciento en 2008 y 8.30 por ciento en 2009, en tanto que la desviación estándar varió entre 5.40 por ciento en 2004 y 15.55 por ciento en 2000.

Las gráficas de la frontera eficiente para cada uno de los años se presentan en las figuras 3.10 y 3.11. En las gráficas se puede observar que para el 2008 todos los rendimientos fueron negativos. El año 2000, 2004 y 2009 se observa claramente el punto de inversión más óptimo. Por ejemplo, en el año 2000 este punto es cuando la desviación estándar es del 4 por ciento y el rendimiento es del 3.2 por ciento, después de este punto el riesgo crece y el rendimiento se mantiene constante. Para 2004 el punto de inversión óptimo es con un rendimiento de 2.45 por ciento y una desviación estándar de 5.70 por ciento.

En conclusión, los mejores rendimientos para este portafolio se obtuvieron en 2009 y los peores rendimientos y los riesgos más altos fueron en 2008, cabe mencionar que en el año 2000 para el portafolio de riesgo alto, se registró un riesgo muy alto (15.55 por ciento). En general, este portafolio registró rendimientos muy altos, sin embargo, el riesgo que sostuvo también era muy alto, incluso en el portafolio de bajo riesgo. Por tal motivo, se debe considerar una mayor diversificación en el portafolio de inversión incluyendo una mayor cantidad de índices.

Tabla 3.5: Resultados del Portafolio BRIC (Porcentaje)

<b>Bajo</b>	<b>Bovespa</b>	<b>RTS</b>	<b>SSE</b>	<b>Sensex</b>	$\sigma$	$\mu$	<b>Sharpe</b>
2000	15.14	7.37	72.72	4.78	3.73	2.23	0.5818
2001	0	13.53	56.54	29.93	4.27	-0.91	-0.2212
2002	0	32.87	30.14	36.99	3.83	1.05	0.2699
2003	14.14	12.85	50.73	22.28	2.61	3.36	1.2834
2004	27.33	3.16	59.00	10.52	4.48	0.15	0.0304
2005	0	30.32	29.73	39.95	4.33	2.49	0.5676
2006	0	26.24	21.18	52.58	3.70	5.01	1.3409
2007	30.68	61.99	7.34	0	3.62	3.56	0.9711
2008	0	33.15	57.29	9.56	7.83	-8.14	-1.0414
2009	45.84	5.76	48.39	0	6.94	6.85	0.9868
<b>Medio</b>							
2000	0.38	4.72	94.91	0	4.05	3.12	0.7556
2001	0	58.76	18.44	22.80	7.39	1.72	0.2281
2002	0	62.33	3.03	34.64	5.71	2.52	0.4385
2003	40.31	17.83	4.64	37.22	4.67	6.06	1.2954
2004	53.23	25.47	21.30	0	4.87	1.54	0.3133
2005	7.96	58.40	0	33.64	5.28	4.00	0.7515
2006	0	13.73	62.05	24.22	5.40	6.47	1.1892
2007	41.82	17.12	41.06	0	5.90	5.32	0.8941
2008	38.53	6.68	42.10	12.68	10.1	-6.76	-0.6707
2009	86.90	7.26	5.84	0	8.72	7.98	0.9150
<b>Alto</b>							
2000	0	74.43	25.57	0	15.55	3.29	0.2077
2001	0.41	95.35	0	4.25	11.74	3.82	0.3224
2002	0	95.64	0	4.36	8.76	3.69	0.4194
2003	90.75	0	0	9.25	8.92	7.78	0.8710
2004	63.19	35.24	1.57	0	5.40	2.23	0.4104
2005	9.48	90.52	0	0	7.90	4.59	0.5769
2006	0	3.73	94.75	1.53	7.99	7.64	0.9501
2007	8.89	0	91.11	0	9.82	6.73	0.6808
2008	92.51	0	7.49	0	13.43	-5.66	-0.4225
2009	30.05	69.95	0	0	14.97	8.3	0.5543

Fuente: Elaboración propia.

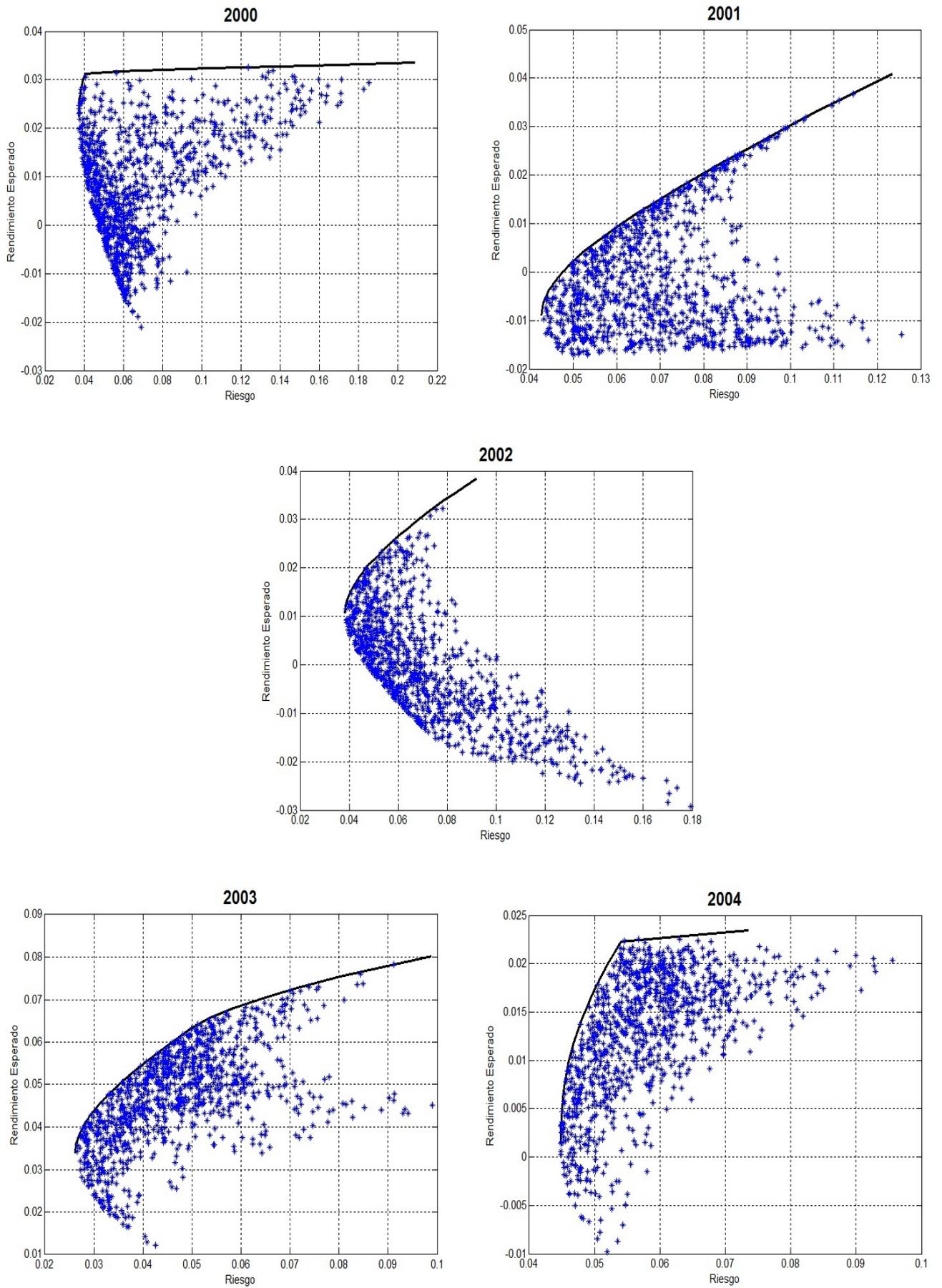


Figura 3.10: Frontera Eficiente para el Portafolio BRIC 2000-2004

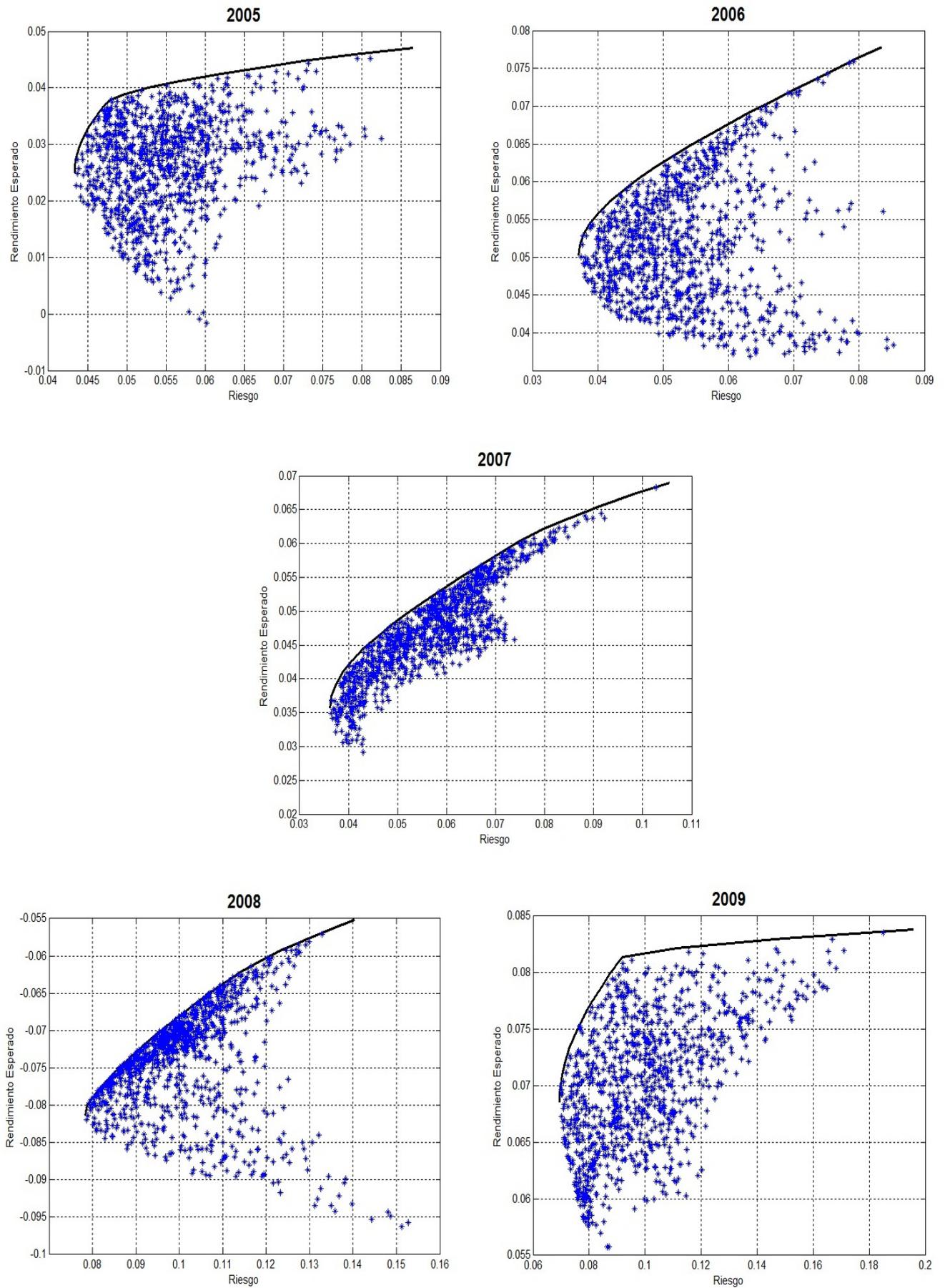


Figura 3.11: Frontera Eficiente para el Portafolio BRIC 2005-2009

### **3.6.5. Comparativo entre portafolios**

En la tabla 3.6 se presenta un comparativo del rendimiento, la desviación estándar el índice de Sharpe y el Valor en Riesgo de cada uno de los portafolios a lo largo de los diez años. Es importante recordar que se consideró una inversión total de 14 millones en cada uno de los portafolios.

En el año 2000, el portafolio que tuvo el peor desempeño fue el Total, dado que el coeficiente de Sharpe fue de -0.8373, aún cuando registró el riesgo más bajo de los portafolios, en contraste, el mejor desempeño lo obtuvo el portafolio BRIC (0.7556). Sin embargo, el portafolio BRIC también fue el que alcanzó el VaR más alto (194,532), a diferencia, el VaR más bajo lo obtuvo el portafolio Desarrollados (132,883), no obstante dicho portafolio también tuvo el riesgo más alto y el rendimiento más bajo. El rendimiento más alto lo consiguió el portafolio de índices de países emergentes (3.15 por ciento).

Durante el año 2001, una vez más, el peor desempeño lo tuvo el portafolio total (-0.2828) y el mejor fue para el portafolio Emergentes, de igual modo este portafolio también consiguió tener el rendimiento más alto (2.23 por ciento) pero el VaR más alto de los demás portafolios, alrededor de (210,924). El portafolio Desarrollados obtuvo el riesgo (4.85 por ciento) y el rendimiento (-1.27 por ciento) más bajos, por consiguiente también obtuvo el VaR más bajo de los portafolios (142,511). El riesgo más alto lo alcanzó el portafolio BRIC (7.39 por ciento).

Para 2002 el portafolio Desarrollados fue el que registró el peor desempeño con un coeficiente de Sharpe de (-0.1816) y un rendimiento de -0.89 por ciento, sin embargo, el VaR que se calculó también fue el más bajo (153,508). La mejor ejecución fue para el portafolio BRIC, ya que registró el coeficiente de Sharpe más alto (0.4385) y el rendimiento más alto (2.52 por ciento), aunque también tuvo la desviación estándar más alta (5.71 por ciento). El portafolio emergentes registró el VaR más grande (209,847), sin embargo, dicho portafolio y el Total registraron el riesgo más bajo.

En relación al 2003, se observa que el portafolio Desarrollados fue el que consiguió el rendimiento (3.87 por ciento) y desempeño más bajos (0.9300), aún cuando el VaR calculado para este portafolio también es el más bajo (64,308). En contraste, el portafolio BRIC, obtuvo el rendimiento (6.06 por ciento) y el riesgo (4.67 por ciento) más altos, por consiguiente, también registró el VaR más alto (102,334). El portafolio menos riesgoso el Total (3.57 por ciento) y que consigue el mejor desempeño es el portafolio Emergentes (1.5266).

A lo largo del 2004 el portafolio Total tuvo el riesgo (2.79 por ciento) y el desempeño (0.2616) más pobres. El portafolio Desarrollados registró el rendimiento (1.52 por ciento) y el VaR (55,645) más bajos. Por otro lado, el portafolio Emergentes alcanzó el mejor desempeño (0.7973), de igual modo, tuvo el rendimiento más alto (2.94 por ciento). Finalmente, el portafolio BRIC fue el más riesgoso, ya que su desviación estándar fue de 4.87 por ciento y su VaR de 132,588.

Con respecto al año 2005, el mejor desempeño lo consiguió el portafolio Emergentes (0.8369) y el peor el portafolio Total (-0.0630). El mejor rendimiento (4.00 por ciento) lo obtuvo el portafolio BRIC, de igual modo tuvo el riesgo (5.28 por ciento) y el VaR más alto (115,367). En contraste, el portafolio Desarrollados consiguió el riesgo (3.00 por ciento), el rendimiento y el VaR más bajos.

El portafolio que obtuvo el mejor desempeño durante el año 2006 fue el de países Emergentes (1.2513) y el peor desempeño fue para el portafolio Total (0.0925). El portafolio Desarrollados obtuvo un riesgo de 1.92 por ciento, un rendimiento de 2.18 por ciento y un VaR de 31,061; los más bajos en comparación al resto de los portafolios. El riesgo, rendimiento y VaR más altos durante este período los obtuvo el portafolio BRIC; con cifras de 5.40 por ciento, 6.47 por ciento y 100,487.

En el 2007, el portafolio de países desarrollados obtuvo el riesgo 2.42 por ciento, el rendimiento 1.48 por ciento y el VaR 31,061 más bajos en comparación a los demás portafolios. En contraparte, el portafolio BRIC consiguió el riesgo 5.90 por ciento, rendimiento 5.32 por ciento y VaR 91,353 más altos de los cuatro portafolios. En cuanto al desempeño, el mejor desempeño lo alcanzó el portafolio emergentes con 0.9823 y el peor desempeño fue para el portafolio Total, el cual tuvo un coeficiente de Sharpe de -0.0907.

Para el 2008, se registraron rendimientos negativos en todos los portafolios. El portafolio BRIC consiguió el peor rendimiento (-6.76 por ciento). Por consiguiente los coeficientes de Sharpe también fueron negativos para todos los portafolios, el peor desempeño lo alcanzó el portafolio Total. En cuanto al riesgo, el portafolio más riesgoso fue el portafolio BRIC (10.1 por ciento) y el menos riesgosos fue el portafolio Total (6.43 por ciento). El VaR más alto de fue el del portafolio BRIC 340,290 y el más bajo fue para el portafolio Desarrollados 208,160.

Finalmente, a lo largo del 2009 el portafolio Desarrollados registró el rendimiento (3.20 por ciento), el desempeño (0.4364) y el VaR (126,494) más bajos. Por otro lado el portafolio BRIC obtuvo el riesgo (8.72 por ciento), el rendimiento (7.98 por ciento) y el VaR (161,684) más elevados. El mejor desempeño y menor riesgo lo consiguió el portafolio Total.

Al observar los resultados de estos cuatro portafolios a lo largo de la década 2000-2009, se puede concluir que: los índices que conseguían los rendimientos más altos eran RTS(Rusia), SSE Composite (China) y BSE Sensex (India), la crisis de 2008 tuvo fuertes estragos en los mercados a nivel mundial, ya que, en este año se tuvieron los rendimientos más bajos, los peores desempeños, el VaR más alto y los portafolios más riesgosos para los cuatro portafolios, el riesgo más elevado lo maneja el portafolio BRIC, los rendimientos más altos fueron para el portafolio Emergentes, el portafolio Desarrollados maneja rendimientos bajos incluso negativos y riesgos altos. Por lo anterior se puede decir que el portafolio Desarrollados no es una buena opción para invertir, ya que maneja riesgos altos con rendimientos bajos. Por el contrario el portafolio Emergentes resulta ser la

mejor opción de inversión, dado que maneja riesgos aceptables con rendimientos altos. El portafolio BRIC en general es el que obtiene rendimientos más altos, sin embargo, también es que registra las desviaciones estándar más altas. En varios casos, el portafolio Emergentes tiene rendimientos más altos que el portafolio BRIC con riesgos más bajos, por ello resulta ser una mejor opción. El portafolio Total dado que posee una mayor diversificación por ello consigue los riesgos más bajos, sin embargo, sus rendimientos no son nada atractivos.

Tabla 3.6: Comparativo entre Portafolios (Porcentaje)

<b>2000</b>	$\sigma$	$\mu$	<b>Sharpe</b>	<b>VaR</b>	<b>2005</b>	$\sigma$	$\mu$	<b>Sharpe</b>	<b>VaR</b>
Total	3.75	2.86	-0.8373	153,402		3.65	2.98	-0.0630	80,886
Desarrollados	4.97	0.24	0.0362	132,883		3.00	1.23	0.3993	53,557
Emergentes	4.53	3.15	0.6821	173,918		4.61	3.89	0.8369	108,217
BRIC	4.05	3.12	0.7556	194,532		5.28	4.00	0.7515	115,367
<b>2001</b>					<b>2006</b>				
Total	5.41	1.94	-0.2828	176,716		3.35	5.16	0.0925	60,996
Desarrollados	4.85	-1.27	-0.2690	142,511		1.92	2.18	1.1102	31,061
Emergentes	6.09	2.23	0.3605	210,924		4.94	6.23	1.2513	90,933
BRIC	7.39	1.72	0.2281	192,553		5.40	6.47	1.1892	100,487
<b>2002</b>					<b>2007</b>				
Total	4.32	1.74	0.0255	181,677		3.86	4.12	-0.0907	72,274
Desarrollados	4.99	-0.89	-0.1816	153,508		2.42	1.48	0.5931	55,183
Emergentes	4.32	1.75	0.4013	209,847		4.78	4.74	0.9823	89,364
BRIC	5.71	2.52	0.4385	204,350		5.90	5.32	0.8941	91,353
<b>2003</b>					<b>2008</b>				
Total	3.57	5.61	1.2829	74,657		6.43	-3.14	-0.7045	255,884
Desarrollados	4.15	3.87	0.9300	64,308		6.64	-2.95	-0.4464	208,160
Emergentes	3.93	6.01	1.5266	85,004		7.97	-4.59	-0.5777	303,609
BRIC	4.67	6.06	1.2954	102,334		10.1	-6.76	-0.6707	340,290
<b>2004</b>					<b>2009</b>				
Total	2.79	2.13	0.2616	87,260		6.74	6.98	1.0134	131,607
Desarrollados	2.82	1.52	0.5340	55,645		7.33	3.20	0.4364	126,494
Emergentes	3.67	2.94	0.7973	118,873		7.39	7.39	0.9998	136,723
BRIC	4.87	1.54	0.3133	132,588		8.72	7.98	0.9150	161,684

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.6. Backtesting de los portafolios

En esta sección se analizarán los resultados del Backtesting aplicados a los 4 portafolios. A continuación, se enlistan las condiciones establecidas para el desarrollo de los mismos:

1. El valor cada uno de los cuatro portafolios en el tiempo  $t$  es de 14 millones de dólares
2. Se realizaron diez mediciones del VaR para cada uno de los cuatro portafolios, correspondientes a 10 períodos comprendidos entre el 3 de enero del 2000 y 31 de diciembre del 2009.
3. Cada VaR utiliza los intervalos presentados en la Tabla 3.7 y estima la máxima pérdida esperada para el mes siguiente al final de cada intervalo.

Tabla 3.7: Intervalos para el Backtesting

No.	Intervalo
1	3 Enero 2000 al 2 Enero 2001
2	3 Enero 2001 al 2 Enero 2002
3	3 Enero 2002 al 2 Enero 2003
4	3 Enero 2003 al 2 Enero 2004
5	5 Enero 2004 al 3 Enero 2005
6	4 Enero 2005 al 2 Enero 2006
7	3 Enero 2006 al 2 Enero 2007
8	3 Enero 2007 al 2 Enero 2008
9	3 Enero 2008 al 2 Enero 2009
10	5 Enero 2009 al 1 Diciembre 2009

4. Las pruebas se realizaron con un nivel de confianza del 95 por ciento.
5. Se utilizó la prueba de proporción de fallas de Kupiec para realizar el Backtesting

En la Tabla 3.8 se muestran los resultados del Backtesting para cada uno de los portafolios a lo largo de los diez períodos. Como se observa, los portafolios Desarrollados y BRIC fueron los que tuvieron la mayor cantidad de fallos (3 fallos). El portafolio Total y Emergentes tuvieron 2 fallos. Todos los portafolios tuvieron fallos en el 9o período (3 enero 2008 al 2 enero 2009), en gran medida estos fallos se explican por el crash del 2008, la cual causó estragos a nivel mundial. El portafolio Total y Desarrollados tuvieron fallos en el 1er. período (3 enero 2000 al 2 enero 2001); estos fallos se explican en gran parte por la crisis de Internet a principios del milenio.

Tabla 3.8: Resultados del Backtesting 2000-2009

	Total		Desarrollados		Emergentes		BRIC	
	VaR	P y G						
<b>2000</b>	<b>-153,402</b>	-444,049	<b>-132,883</b>	-1,793,274	-173,918	905,177	-194,532	2,163,837
<b>2001</b>	-176,716	-137,161	-142,511	27,349	<b>-210,924</b>	-301,671	-192,553	1,009,186
<b>2002</b>	-181,677	-138,082	<b>-153,508</b>	-263,217	-209,847	-12,947	<b>-204,350</b>	-221,609
<b>2003</b>	-74,657	404,173	-64,308	271,648	-85,004	536,698	-102,334	304,542
<b>2004</b>	-87,260	842,756	-55,645	445,854	-118,873	1,239,658	-132,588	1,244,975
<b>2005</b>	-80,886	207,128	-53,557	-23,388	-108,217	437,645	-115,367	843,552
<b>2006</b>	-60,996	-5,617	-31,061	68,531	-90,933	-79,765	-100,487	31,166
<b>2007</b>	-72,274	153,040	-55,183	112,997	-89,364	193,084	<b>-91,353</b>	-97,313
<b>2008</b>	<b>-255,884</b>	-1,265,865	<b>-208,160</b>	-1,509,709	<b>-303,609</b>	-1,022,022	<b>-340,290</b>	-1,021,361
<b>2009</b>	-131,607	450,850	-126,494	301,400	-136,723	600,300	-161,684	386,051

Fuente: Elaboración propia

\*Las cantidades en negritas indican los fallos del VaR

En la Figura 3.12 se presenta un comparativo del cálculo del VaR contrastado con las pérdidas y ganancias de cada período. Como se observa, la mayoría de las mediciones del VaR estuvieron dentro del límite de pérdidas esperadas.

Una vez obtenido el resultado de las observaciones, se calculó la prueba de proporción de fallas de Kupiec para evaluar la eficiencia del cálculo del VaR. A continuación se enlistan los datos utilizados para calcular dicha prueba:

- Número de fallos (veces que las pérdidas rebasaron el valor estimado por el VaR):  $X = 2,3$
- Número de estimaciones:  $N = 10$
- Nivel de significancia o probabilidad de fallo del modelo:  $p^* = 5$  por ciento.
- Porcentaje de veces que el VaR no predice las máximas pérdidas potenciales  $p^\bullet = \frac{x}{n} = \frac{2}{10} = 0,20$  y  $p^\bullet = \frac{x}{n} = \frac{3}{10} = 0,30$

Con los datos anteriores se determinó la proporción de fallas de Kupiec siguiendo la siguiente fórmula:

Para 2 fallos:

$$LR = -2\ln\left(\frac{(p^*)^x(1-p^*)^{n-x}}{(p^\bullet)^x(1-p^\bullet)^{n-x}}\right) = -2\ln\left(\frac{(0,05)^2(1-0,05)^{10-2}}{(0,20)^2(1-0,20)^{10-2}}\right) = 2,7956$$

Para 3 fallos:

$$LR = -2\ln\left(\frac{(p^*)^x(1-p^*)^{n-x}}{(p^\bullet)^x(1-p^\bullet)^{n-x}}\right) = -2\ln\left(\frac{(0,05)^3(1-0,05)^{10-3}}{(0,30)^3(1-0,30)^{10-3}}\right) = 6,4752$$

Una vez que se conocen los resultados de LR, se procede a buscar estos valores en tablas de la distribución  $\chi^2$ . Para el caso de 2 fallos, la probabilidad asociada es de 9.45 por ciento y dado que  $9.45\% > 5\%$  se acepta la hipótesis nula de que la proporción de fallas es similar a la significancia estadística propuesta en el modelo, por lo que el número de fallas del Backtesting para el modelo VaR Delta-Normal es compatible con el nivel de confianza propuesto.

Para el caso de 3 fallos, la probabilidad asociada es de 1.09 por ciento y dado que  $1.09\% < 5\%$  no se acepta la hipótesis nula de que la proporción de fallas es similar a la significancia estadística propuesta en el modelo, por lo que el número de fallas del Backtesting para el modelo VaR Delta-Normal no es compatible con el nivel de confianza propuesto. Para este caso, se recomienda utilizar una medición del VaR más robusta como es el modelo Montecarlo, o bien, realizar de manera diaria el cálculo del VaR para tener un número mayor de observaciones.

En la siguiente sección se presentan las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

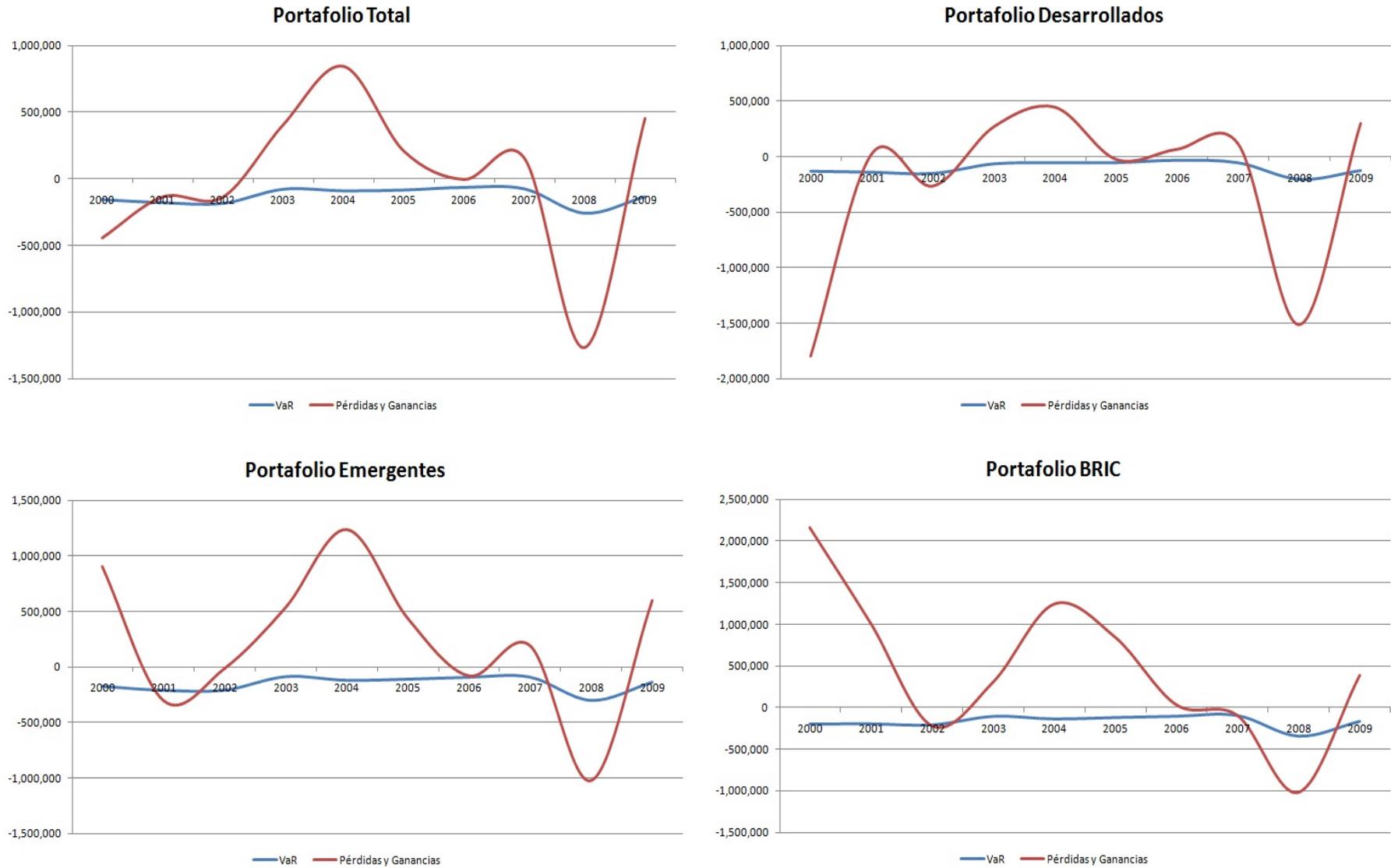


Figura 3.12: Backtesting de los portafolios 2000-2009

# Conclusiones y recomendaciones

## Conclusiones

Actualmente, las opciones y oportunidades de inversión que presenta el mundo financiero son enormes, pero inclinarse únicamente por una de ellas representa demasiado riesgo, es por esto que se debe considerar la diversificación a la hora de invertir. Con la diversificación se puede reducir el riesgo e incrementar los rendimientos. Aún mas, con la diversificación internacional se puede reducir el riesgo sistémico e incrementar los beneficios aprovechando los altos rendimientos que ofrecen países extranjeros, en especial los emergentes. De igual forma, es importante mencionar que los fondos basados en índices internacionales ofrecen muy buenos rendimientos. Por ello, construir un portafolio de inversión diversificado internacionalmente basado en índices bursátiles resulta ser una opción de inversión muy interesante.

Por lo anterior, el objetivo principal de esta tesis fue construir cuatro portafolios de inversión diversificados internacionalmente (a nivel mundial, países desarrollados, emergentes y BRIC), basados en índices bursátiles y hacer comparaciones entre ellos. Se utilizó el modelo Markowitz, también se calculó el VaR utilizando el modelo Delta-Normal y finalmente se realizó un Backtesting empleando la prueba de proporción de fallas de Kupiec para evaluar la eficiencia de la medición del VaR.

Una vez finalizada la investigación, se obtuvieron las conclusiones presentadas a continuación:

1. Los resultados concuerdan con la teoría de Markowitz, ya que con la aplicación de este modelo, se logró diversificar internacionalmente los portafolios, consiguiendo disminuir el riesgo al mismo tiempo que se incrementaron los rendimientos.
2. La diversificación internacional permite alcanzar portafolios con niveles de rentabilidad mayores que con portafolios que están diversificadas en un mismo país, dado que permite obtener un universo de oportunidades de inversión que a su vez disminuye el riesgo del portafolio.
3. La aplicación de herramientas técnicas es importante al momento de elaborar un portafolio de inversión, pues esto permite analizar la volatilidad de los rendimientos, los rendimientos

esperados, la correlación entre los instrumentos financieros y calcular el perfil del inversionista.

4. La creación de portafolios de inversión pretende establecer diversos panoramas a los inversionistas, con rendimientos altos y una exposición al riesgo mínima.

5. En cuanto a los resultados se concluye que:

- Los índices que conseguían los rendimientos más altos eran: RTS(Rusia), SSE Composite (China) y BSE Sensex (India).
- La crisis de 2008 tuvo fuertes estragos en los mercados a nivel mundial.
- El riesgo más elevado lo maneja el portafolio BRIC.
- Los rendimientos más altos fueron para el portafolio Emergentes.
- El portafolio Desarrollados tuvo rendimientos bajos (incluso negativos) y riesgos altos.
- El portafolio Emergentes resulta ser la mejor opción de inversión, dado que maneja riesgos aceptables con rendimientos altos.
- El portafolio BRIC en general es el que obtiene rendimientos más altos, sin embargo, también es que registra las desviaciones estándar más altas.
- En varios casos, el portafolio Emergentes tiene rendimientos más altos que el portafolio BRIC con riesgos más bajos.
- El portafolio Total consiguió los riesgos más bajos, ya que posee una mayor diversificación, sin embargo, sus rendimientos no resultaban atractivos.
- Los portafolios propuestos obtienen rendimientos anuales esperados de entre -3.14 por ciento y 6.98 por ciento para el caso del portafolio Total, para el portafolio Desarrollados de entre -2.95 por ciento y 3.87 por ciento. Para el portafolio Emergentes los rendimientos fluctuaron entre -4.59 por ciento y 7.39 por ciento y para el portafolio BRIC estuvieron entre -6.76 por ciento y 7.98 por ciento.
- Durante el 2009 se observó una franca recuperación, dado que en este año los portafolios registraron sus mejores ganancias.
- La prueba de Backtesting reveló que para el caso del portafolio Total y el portafolio Emergentes, dado que se tuvieron dos fallos, el modelo VaR Delta-Normal es compatible a un nivel de confianza del 95 por ciento. Para el caso del portafolio Desarrollados y BRIC, considerando que se tuvieron 3 fallos, se concluye que el modelo VaR Delta-Normal no es compatible con el nivel de confianza del 95 por ciento.

Es importante señalar que los resultados de riesgo y rendimiento se obtuvieron para el período 2000 a 2009. Dado que si el período de estudio se modificara, los resultados que se obtendrían serían diferentes. De igual forma todos los eventos que afectan la economía tanto internacional como nacional también modifican los resultados.

Finalmente, esta tesis presentó una alternativa de diversificación internacional viable, rentable y de riesgo controlado de inversión.

## Recomendaciones

Siempre es importante reconocer que a lo largo de una investigación surgen una serie de ideas, sugerencias e incluso nuevas interrogantes por resolver. Por ello es importante hacer un recuento de ello. A continuación, se presentan diferentes recomendaciones e ideas para nuevos proyectos, producto de esta investigación:

1. Motivar el desarrollo de trabajos de investigación relacionados con el mercado financiero, con el objeto de generar discusión entre profesionales expertos en la materia y estudiantes de finanzas, pues ello ayudaría a que surjan técnicas o metodologías más robustas para la construcción y análisis de un portafolio óptimo de inversión.
2. Dar a conocer a los profesionales y estudiantes del área financiera, la información contenida en la presente tesis, con la finalidad de proporcionar una nueva alternativa de inversión, para el mejoramiento en la asesoría de futuros inversionistas.
3. Todo inversionista debe tener claros los objetivos de la inversión y las prioridades que tiene; qué espera de la inversión y qué riesgos está dispuesto a asumir. Así mismo, determinar el tiempo de la inversión, diferenciando entre inversiones de corto, mediano y largo plazo.
4. A continuación se enlistan algunas ideas para proyectos posteriores:
  - Analizar la optimización de portafolios internacionales con un comportamiento no lineal.
  - Utilizar otros métodos para medir el VaR por ejemplo el Montecarlo y/o histórico.
  - Realizar otro estudio aceptando ventas en corto.
  - Realizar el mismo estudio utilizando el modelo CAPM.
  - Realizar estudios regionales considerando: Índices del TLCAN, asiáticos, europeos y/o americanos

# Apéndice A

## Metodología del Cálculo de Índices Bursátiles

### El índice Merval (Argentina)

El valor del índice Merval se calcula con la siguiente fórmula [49]:

$$I = \sum_{i=1}^n Q_i * PR_i \quad (\text{A.1})$$

donde:

$R$  = Número de especies que componen el índice

$Q_i$  = Cantidad teórica de la acción  $i$

$P_i$  = Precio de la acción  $i$  al momento del cálculo

### El índice IBOVESPA (Brasil)

El Índice Bovespa es la sumatoria de los pesos (cantidad teórica de la acción multiplicada por el último precio de la misma) de las acciones integrantes del portafolio teórico. Puede ser determinado, en cualquier momento, por medio de la siguiente fórmula [51]:

$$Ibovespa_t = \sum_{i=1}^n P_{i,t} * Q_{i,t} \quad (\text{A.2})$$

donde:

$Ibovespa_t$  = Índice Bovespa en el instante  $t$

$n$  = Número total de acciones componentes del portafolio teórico

$P_{i,t}$  = Último precio de la acción  $i$  en el instante  $t$

$Q_{i,t}$  = Cantidad teórica de la acción  $i$  en el portafolio en el instante  $t$

### El índice S&P/TSX Composite (Canada)

La fórmula para calcular el índice S&P/TSX Composite es [53]:

$$Indice = \frac{\sum P_i * Q_i}{Divisor} \quad (A.3)$$

donde:

$P_i$  = Precio de cada acción en el índice

$Q_i$  = Número de acciones usadas en el cálculo del índice

$Divisor$  = Factor de ajuste

### El índice IPSA (Chile)

La fórmula de cálculo del índice IPSA es la que se describe a continuación [56]:

$$Indice_x^t = \frac{\sum_{i=1}^n PrecioCierre_i^t * FactorSociedad_i^t}{FactorAjuste_x} \quad (A.4)$$

donde:

$Indice_x^t$  = Valor para el índice  $x$  para la fecha  $t$ , constituido por un portafolio de  $n$  sociedades

$PrecioCierre_i^t$  = Precio de cierre de la sociedad  $i$  en la fecha  $t$

$FactorSociedad_i^t = \frac{Numerototaldeaccionesencirculacion}{10^7} * FreeFloat_i$

$FreeFloat$  = Porcentaje de acciones disponibles para ser adquiridas en el mercado

### El índice S&P 500 (EEUU)

La fórmula para calcular el índice S&P 500 Composite es [58]:

$$Indice = \frac{\sum P_i * Q_i}{Divisor} \quad (A.5)$$

donde:

$P_i$  = Precio de cada acción en el índice

$Q_i$  = Número de acciones usadas en el cálculo del índice

*Divisor* = Factor de ajuste

### El índice IPC (México)

La base del IPC es de 0.78 ya que la primera vez que se calculo fue el 30 de octubre de 1978. La mecánica para el cálculo del IPC es [59]:

$$I_t = I_{t-1} \left( \frac{\sum P_{it} * (Q_{it} * FAF_i)}{\sum P_{it-1} * (Q_{it-1} * FAF_i) * f_{it-1}} \right) \quad (\text{A.6})$$

donde:

$I_t$  = Índice en el día  $t$

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

$Q_{it}$  = Acciones de la serie accionaria  $i$  el día  $t$

$FAF_i$  = Factor de ajuste por Acciones Flotantes de la serie accionaria  $i$

$f_i$  = Factor de ajuste por ex-derechos de la serie accionaria  $i$  el día  $t$

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

### El índice DAX 30 (Alemania)

El índice Dax se calcula de acuerdo a la fórmula abajo expuesta [61]:

$$Indice_t = K_t * \frac{\sum p_{it} * f_{iT} * q_{iT} * c_{it}}{\sum p_{i0} * p_{i0}} * Base \quad (\text{A.7})$$

donde:

$c_{it}$  = Factor de ajuste de la compañía  $i$  al tiempo  $t$

$f_{iT}$  = Factor Free Float de la acción  $i$  al tiempo  $T$

$n$  = Número de acciones en el índice

$p_{i0}$  = Precio de cierre de la acción  $i$  del día de negociación anterior al primer día de inclusión en el índice de la bolsa

$q_{iT}$  = Número de acciones de la compañía  $i$  al tiempo  $T$

$t$  = Tiempo del cálculo del índice

$K_t$  = Factor de cambio específico válido al día  $T$

$T$  = Día del último cambio

### El índice IBEX 35 (España)

La fórmula utilizada para el cálculo del valor del índice es [63]:

$$Ibex35(t) = Ibex35(t-1) * \frac{\sum_{i=1}^{35} Cap_i(t)}{\sum_{i=1}^{35} Cap_i(t-1) \pm J} \quad (A.8)$$

donde:

$t$  = Momento del cálculo del Índice.

$c$  = Compañía incluida en el Índice.

$S$  = No. de acciones computables para el cálculo del valor del Índice.

$P$  = Precio de las acciones de la Compañía incluida en el Índice en el momento ( $t$ ).

$\sum_{i=1}^{35} Cap$  = Capitalización de la Compañía incluida en el Índice, es decir ( $S \cdot P$ ).

$c$  = Suma de la Capitalización de todas las Compañías incluidas en el Índice.

$J$  = Cantidad utilizada para ajustar el valor del Índice por ampliaciones de capital, etc.

### El índice CAC 40 (Francia)

El índice CAC 40 está calculado con la siguiente fórmula [64]:

$$I_t = 1000 * \frac{\sum_{i=1}^N Q_{i,t} F_{i,t} f_{i,t} C_{i,t}}{K_t \sum_{i=1}^N Q_{i,0} C_{i,0}} \quad (A.9)$$

donde:

$t$  = Día del cálculo

$N$  = Número de acciones que forman el índice

$Q_{i,t}$  = Número de acciones de la compañía  $i$  al día  $t$

$F_{i,t}$  = Free Float de la compañía  $i$

$f_{i,t}$  = Factor de nivelación de la compañía  $i$

$C_{i,t}$  = Precio de la acción  $i$  en el día  $t$

$Q_{i,0}$  = Número de acciones de la compañía  $i$  en el día base del índice

$C_{i,0}$  = Precio de la acción  $i$  en el día base del índice

$K_t$  = Coeficiente de ajuste para la capitalización base en el día  $t$

### El índice FTSE 100 (Gran Bretaña)

A continuación se presenta la fórmula utilizada para calcular el índice FTSE 100 [66]:

$$Indice_t = Indice_{t_0} * 1 + [K * (\frac{PI_t}{PI_{t_0}} - 1)] \quad (A.10)$$

donde:

$K$  = Constante de apalancamiento

$PI$  = Índice subyacente de precios

$t$  = Tiempo de cálculo

$t_0$  = Cierre del último día de negociación antes de la  $t$

### El índice RTS (Rusia)

El valor del índice RTS se calcula con la siguiente fórmula [73]:

$$I_n = Z_n * I_1 * \frac{MC_n}{MC_1} \quad (A.11)$$

donde:

$I_n$  = Valor del índice al momento  $n$

$MC_n$  = Capitalización total de todas las acciones al momento  $n$

$MC_1$  = Capitalización total de todas las acciones en el día inicial del cálculo del índice

$I_1$  = Valor del índice al momento inicial del cálculo del índice

$Z_{i,t}$  = Coeficiente de ajuste al momento  $n$

### El índice SSE Composite (China)

La fórmula para calcular el índice SSE Composite es [68]:

$$Indice = \frac{C}{B_p} * B_v \quad (A.12)$$

donde:

$C$  = Precio por el número de acciones

$B_p$  = Periodo base

$B_v$  = Valor base

### El índice BSE Sensex (India)

El índice BSE Sensex se calcula con la siguiente fórmula [70]:

$$Sensex = \frac{FFC}{BMC} * BIV \quad (A.13)$$

donde:

$FFC$  = Capitalización de mercado para cada acción del índice

$BMC$  = Capitalización base de mercado

$BIV$  = Valor del índice base

### El índice Nikkei 225 (Japón)

El índice Nikkei 225 es calculado con la fórmula expuesta a continuación [72]:

$$Indice = \frac{CMV}{BMV} * PuntoBase \quad (A.14)$$

donde:

$CMV$  = Coeficiente de ajuste de mercado

$BMV$  = Capitalización del mercado para cada valor base del mercado

# Apéndice B

## Código de programas en Matlab

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%  
%%      Código en Matlab para generar la frontera eficiente      %%  
%%      y el VaR del portafolio Total usando el modelo Markowitz  %%  
%%      @author: Abigail Aldana, 2010                            %%  
%%      @version: 2010                                           %%  
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%  
  
% Realiza los cálculos previos para la generación de la frontera  
% eficiente: el rendimiento esperado, la matriz de varianzas y  
% covarianzas, la desviación estándar y utiliza la función portoptA  
% para generar 20 portafolios a lo largo de la frontera eficiente.  
Rend=(T2009) % Serie con la que se realiza el portafolio  
RendEsp=mean(Rend)  
Mcovarianza=cov(Rend)  
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)  
DesvSt=std(Rend)  
Covariances = corr2cov(DesvSt, Mcovarianza);  
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)  
  
% Genera aleatoriamente los pesos de los índices bursátiles de 1000  
% portafolios uniformemente distribuidos pertenecientes al conjunto.  
Pesos = exprnd(1,1000,14);
```

```

Total = sum(Pesos, 2);      % Agrega los pesos
Total = Total(:,ones(14,1)); % Hace compatible la matriz
Pesos = Pesos./Total;      % Normaliza la suma a uno

% Calcula el rendimiento esperado y el riesgo para cada portafolio.
[RiesgoPort, RendPort] = portstats(RendEsp, Mcovarianza, Pesos);

% Grafica el rendimiento y el riesgo de cada portafolio junto con la
% frontera eficiente para compararla.
hold on
plot (RiesgoPort, RendPort,'*b','LineWidth', 1)
ylabel('Rendimiento Esperado')
xlabel('Riesgo')
title('Frontera Eficiente y Portafolios Aleatorios')
hold off

% Calcula el rendimiento esperado, el riesgo y los pesos para cada
% portafolio.
[RiesgoPort, RendPort, Pesos] = portopt(RendEsp, Mcovarianza, 20)

% Calcula el Valor en Riesgo por el método Delta-Normal para cada
% portafolio. El valor del portafolio es de 14 millones, 1 millón
% para cada índice bursátil. El nivel de confianza es del 5% y esta
% calculado para un periodo de un año.
RendPortPeriod=RendEsp/12
RiesgoPortPeriod=DesvSt/12
VaR=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod)
RiskThreshold = 0.05;
PortValue=[1000000;1000000;1000000;1000000;1000000;1000000;1000000;1000000;1000000;1000000;1000000]
VaRvalorPort=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod,RiskThreshold,PortValue)

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% Código en Matlab para generar la frontera eficiente y el %%%
%%% VaR del portafolio Desarrollados usando el modelo Markowitz %%%
%%% @author: Abigail Aldana, 2010 %%%
%%% @version: 2010 %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

% Realiza los cálculos previos para la generación de la frontera
% eficiente: el rendimiento esperado, la matriz de varianzas y
% covarianzas, la desviación estándar y utiliza la función portoptA
% para generar 20 portafolios a lo largo de la frontera eficiente.
Rend=(D2009) % Serie con la que se realiza el portafolio
RendEsp=mean(Rend)
Mcovarianza=cov(Rend)
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)
DesvSt=std(Rend)
Covariances = corr2cov(DesvSt, Mcovarianza);
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)

% Genera aleatoriamente los pesos de los índices bursátiles de 1000
% portafolios uniformemente distribuidos pertenecientes al conjunto.
Pesos = exprnd(1,1000,7);
Total = sum(Pesos, 2); % Agrega los pesos
Total = Total(:,ones(7,1)); % Hace compatible la matriz
Pesos = Pesos./Total; % Normaliza la suma a uno

% Calcula el rendimiento esperado y el riesgo para cada portafolio.
[RiesgoPort, RendPort] = portstats(RendEsp, Mcovarianza, Pesos);

% Grafica el rendimiento y el riesgo de cada portafolio junto con la
% frontera eficiente para compararla.
hold on
plot (RiesgoPort, RendPort,'*b','LineWidth',1)

```

```
ylabel('Rendimiento Esperado')
xlabel('Riesgo')
title('Frontera Eficiente y Portafolios Aleatorios')
hold off

% Calcula el rendimiento esperado, el riesgo y los pesos para cada
% portafolio.
[RiesgoPort, RendPort, Pesos] = portopt(RendEsp, Mcovarianza, 20)

% Calcula el Valor en Riesgo por el método Delta-Normal para cada
% portafolio. El valor del portafolio es de 14 millones, 2 millones
% para cada índice bursátil. El nivel de confianza es del 5% y esta
% calculado para un periodo de un año.
RendPortPeriod=RendEsp/12
RiesgoPortPeriod=DesvSt/12
VaR=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod)
RiskThreshold = 0.05;
PortValue=[2000000;2000000;2000000;2000000;2000000;2000000;2000000];
VaRvalorPort=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod,RiskThreshold,PortValue)
```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% Código en Matlab para generar la frontera eficiente y el %%%
%%% VaR del portafolio Emergentes usando el modelo Markowitz %%%
%%% @author: Abigail Aldana, 2010 %%%
%%% @version: 2010 %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

% Realiza los cálculos previos para la generación de la frontera
% eficiente: el rendimiento esperado, la matriz de varianzas y
% covarianzas, la desviación estándar y utiliza la función portoptA
% para generar 20 portafolios a lo largo de la frontera eficiente.
Rend=(E2009) % Serie con la que se realiza el portafolio
RendEsp=mean(Rend)
Mcovarianza=cov(Rend)
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)
DesvSt=std(Rend)
Covariances = corr2cov(DesvSt, Mcovarianza);
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)

% Genera aleatoriamente los pesos de los índices bursátiles de 1000
% portafolios uniformemente distribuidos pertenecientes al conjunto.
Pesos = exprnd(1,1000,7);
Total = sum(Pesos, 2); % Agrega los pesos
Total = Total(:,ones(7,1)); % Hace compatible la matriz
Pesos = Pesos./Total; % Normaliza la suma a uno

% Calcula el rendimiento esperado y el riesgo para cada portafolio.
[RiesgoPort, RendPort] = portstats(RendEsp, Mcovarianza, Pesos);

% Grafica el rendimiento y el riesgo de cada portafolio junto con la
% frontera eficiente para compararla.
hold on
plot (RiesgoPort, RendPort,'*b','LineWidth',1)

```

```
ylabel('Rendimiento Esperado')
xlabel('Riesgo')
title('Frontera Eficiente y Portafolios Aleatorios')
hold off

% Calcula el rendimiento esperado, el riesgo y los pesos para cada
% portafolio.
[RiesgoPort, RendPort, Pesos] = portopt(RendEsp, Mcovarianza, 20)

% Calcula el Valor en Riesgo por el método Delta-Normal para cada
% portafolio. El valor del portafolio es de 14 millones, 2 millones
% para cada índice bursátil. El nivel de confianza es del 5% y esta
% calculado para un periodo de un año.
RendPortPeriod=RendEsp/12
RiesgoPortPeriod=DesvSt/12
VaR=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod)
RiskThreshold = 0.05;
PortValue=[2000000;2000000;2000000;2000000;2000000;2000000;2000000];
VaRvalorPort=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod,RiskThreshold,PortValue)
```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%      Código en Matlab para generar la frontera eficiente      %%%
%%%      y el VaR del portafolio BRIC usando el modelo Markowitz  %%%
%%%                                     @author: Abigail Aldana, 2010      %%%
%%%                                     @version: 2010                      %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

% Realiza los cálculos previos para la generación de la frontera
% eficiente: el rendimiento esperado, la matriz de varianzas y
% covarianzas, la desviación estándar y utiliza la función portoptA
% para generar 20 portafolios a lo largo de la frontera eficiente.
Rend=(B2009) % Serie con la que se realiza el portafolio
RendEsp=mean(Rend)
Mcovarianza=cov(Rend)
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)
DesvSt=std(Rend)
Covariances = corr2cov(DesvSt, Mcovarianza);
portoptA(RendEsp, Mcovarianza, 20)

% Genera aleatoriamente los pesos de los índices bursátiles de 1000
% portafolios uniformemente distribuidos pertenecientes al conjunto.
Pesos = exprnd(1,1000,4);
Total = sum(Pesos, 2);      % Agrega los pesos
Total = Total(:,ones(4,1)); % Hace compatible la matriz
Pesos = Pesos./Total;      % Normaliza la suma a uno

% Calcula el rendimiento esperado y el riesgo para cada portafolio.
[RiesgoPort, RendPort] = portstats(RendEsp, Mcovarianza, Pesos);

% Grafica el rendimiento y el riesgo de cada portafolio junto con la
% frontera eficiente para compararla.
hold on
plot (RiesgoPort, RendPort,'*b','LineWidth',1)

```

```
ylabel('Rendimiento Esperado')
xlabel('Riesgo')
title('Frontera Eficiente y Portafolios Aleatorios')
hold off

% Calcula el rendimiento esperado, el riesgo y los pesos para cada
% portafolio.
[RiesgoPort, RendPort, Pesos] = portopt(RendEsp, Mcovarianza, 20)

% Calcula el Valor en Riesgo por el método Delta-Normal para cada
% portafolio. El valor del portafolio es de 14 millones, 3.5 millones
% para cada índice bursátil. El nivel de confianza es del 5% y esta
% calculado para un periodo de un año.
RendPortPeriod=RendEsp/12
RiesgoPortPeriod=DesvSt/12
VaR=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod)
RiskThreshold = 0.05;
PortValue=[3500000;3500000;3500000;3500000];
VaRvalorPort=portvrisk(RendPortPeriod,RiesgoPortPeriod,RiskThreshold,PortValue)
```

# Bibliografía

- [1] Abraham, Abraham, et al. *Analysis of Diversification Benefits of Investing in the Emerging Gulf Equity Markets*, Department of Finance and Economics, King Fahd University of petroleum and Minerals. Vol 27, Num 10/11, Arabia Saudita, 2001.
- [2] Agénor, Pierre-Richard *Benefits and costs of international financial integration: theory and facts*, The World Bank, Septiembre 7, Washington, 2001.
- [3] Aiello, Scott y Natalie Chieffe *International index funds and the investment portfolio*, Financial Services Review, Num 8, 1999.
- [4] Baumann, Renato *El comercio entre los países "BRICS"*, CEPAL, Brasil, Agosto 2009.
- [5] Blackburn, Robin *La crisis de las hipotecas subprime*, Artículos, 2009.
- [6] Bodie Zvi y Robert C. Merton *Finanzas*, Prentice Hall, México, 2003.
- [7] Bordo, Michael D *An Historical Perspective on the Crisis of 2007-2008*, Rutgers University and NBER, Noviembre 2008.
- [8] Bank of International Settlements *Recent Innovations in International Banking*, BIS. Basilea, Abril 1986.
- [9] Brull, Hugo Rodolfo *El Mercado de Capitales globalizado al alcance de todos*, Dunken, Buenos Aires, 2007.
- [10] Brun, Xavier, et al. *Análisis y selección de inversiones en mercados financieros*, Profit, Barcelona, 2008.
- [11] Cabello, Alejandra y Edgar Ortiz *Crisis Subprime: el papel de la regulación, la banca y las agencias calificadoras*, IIE-UNAM, México, 2010.
- [12] Calle, Abad Eva María *Una medida alternativa de evaluación de carteras y sus implicaciones*, Tesina, CEMFI , 2006.

- [13] Campbell, R. Harvey, et al. *Portfolios selection with higher moments*, Duke University, Durham, 2005.
- [14] Conover, Mitchell C, et al. *Diversification benefits from foreign real state investments*, Journal of Real Estate Portfolio Management. Vol 8, Num 1, 2002.
- [15] Dallara, Charles. *Globalization calls for extending IMF´s role*, IMF survey, 26 Mayo 1997.
- [16] Didier, Tatiana et al. *Unexploited Gains from International Diversification?*, Journal of Banking and Finance, Num 51, 2008.
- [17] Elton, Edwin J y Martín J. Gruber *Model portfolio theory and investment analysis*, 5a Ed., John Wiley and Sons INC, New York, 1995.
- [18] Friedman, Thomas *The Lexus and the Olive Tree. Understanding Globalization*, Straus & Giroux, New York, 2000.
- [19] García, Arias Jorge *Finanzas internacionales y desarrollo: ¿oportunidad o amenaza?*, Revista de la Cepal, Num 96, Diciembre 2008.
- [20] García, Ecobar Alvaro *La globalización de la economía y el sistema monetario internacional*, Revista Estudios Gerenciales, Num 069, Diciembre 1998.
- [21] Galitz, Lawrence *Ingeniería Financiera*, Folio, Barcelona, 1994.
- [22] Guerra-Borges, Alfredo *Globalización e integración latinoamericana*, Siglo XXI editores, 2002.
- [23] Gujarati, Damondar N. *Econometría*, 4a Ed., Mc Graw Hill, México, 2004.
- [24] Gitman, Lawrence J. y Michael Joehnk *Fundamentos de inversiones*, 10a Ed., Pearson, México, 2009.
- [25] Jones, Charles P. *Investments, analysis and management*, 9a Ed., John Wiley and Sons INC, United States of America, 2004.
- [26] Keating, C. y F. Shadwick *A Universal Performance Measure*, Journal of Performance Measure, 2004.
- [27] Lara de, Haro Alfonso *Medición y control de riesgos financieros*, 3a Ed., Limusa, México, 2008.
- [28] López, Herrera Francisico *Aplicación del enfoque de Markowitz al cálculo del Valor en Riesgo a un portafolio de divisas*, Revista Contaduría y Administración, Num. 193, abril-junio 1999.

- [29] Luenberger, David G. *Investment Science*, Oxford University Press INC, United States of America, 1998.
- [30] Markowitz, Harry *Portfolio Selection*, The Journal of Finance, 1952, pp. 77-91.
- [31] Markowitz, Harry *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, John Wiley and Sons, New York, 1959.
- [32] Martín, Martín Juan Vicente *Algunos datos sobre la Crisis Económica de 2008*, Hoac de Granada, España, 2009.
- [33] Medina, Luis Angel *Aplicación de la teoría de portafolio en el mercado accionario colombiano*, Cuadernos de Economía, Vol.22 Num.39, Bogotá, Julio-Dicemibre 2003.
- [34] Meneu, V. *Finanzas de la empresa y globalización económica*, Congreso Nacional de Economía, Alicante, 1999.
- [35] Melo Velandia Luis Fernando y Oscar Reinaldo Becerra Camargo *Medidas de riesgo, características y técnicas de medición: una aplicación del VaR y el ES a la tasa interbancaria de Colombia*, Banco de la República, Colombia, 2005.
- [36] Ortiz, Edgar. *Finanzas y Productos Derivados. Contratos Adelantados, Futuros, Opciones, Swaps*, UNAM (en proceso).
- [37] Ramírez, Córdoba Gloria Lucía, et al. *Estructuración de portafolios de acciones en el mercado de valores de Hong Kong*, Revista Soluciones de Postgrado EIA, Num. 2 Medellín, junio 2008, pp. 39-55.
- [38] Reilly, Frank k. et al. *Investment analysis and portfolio management*, 10a Ed., Thomson, United States of America, 2006.
- [39] Sharpe, William F. *Capital Asset Prices. A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk*, Journal of Finance, Septiembre 1964, pp. 425-442.
- [40] Sharpe, William F. *The Capital Asset Pricing Model: Traditional and "Zero-Beta" Versions*, Journal of the Midwest Finance Association, 1973, pp. 1-12.
- [41] Stutzer, M. *A Portfolio Performance Index and Its Implications*, Working Paper Series, University of Colorado at Boulder-Leeds School of Business., 1998.

- [42] Sharpe, William F. *Capital Asset Prices. A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk*, Journal of Finance, Septiembre 1964, pp. 425-442.
- [43] Turzi, Mariano *El BRIC en el sistema internacional: ¿nuevo actor, viejos roles?*, Jornadas de Relaciones Internacionales: Poderes emergentes: ¿Hacia nuevas formas de concentración internacional?, Área de Relaciones Internacionales, FLACSO, 20 y 21 de septiembre de 2010.
- [44] Villareal, González Amado *Aplicando matemáticas de portafolio en la selección de cultivos en hortalizas como una estrategia de diversificación de riesgo de mercado para una "PYME. agrícola*, Revista Mexicana de Agronegocios, Vol. IX, Num 017 , México, julio-diciembre 2005.
- [45] Wilson, Dominic y Roopa Purushothaman *Las potencias que viven*, Global Economics Paper, Num 99, The Goldman Sachs Group Inc, 2003.
- [46] *La guía de los fondos 2006*, Inversionista. 2006.
- [47] *Levantando la vista y mirando al horizonte. La economía mundial hasta 2050*, Boletín Económico de ICE, Num 2795, Febrero 2004.
- [48] Mercado de valores de Buenos Aires Merval *Merval Institucional* [en línea], Mayo 2009 [Consulta: 21 de febrero 2010] Disponible en Web: <[http://www.merval.sba.com.ar/htm/mv\\_institucional\\_merval.aspx](http://www.merval.sba.com.ar/htm/mv_institucional_merval.aspx)>.
- [49] Mercado de valores de Buenos Aires Merval *Metodología del índice Merval* [en línea], Mayo 2009 [Consulta: 14 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.merval.sba.com.ar/Vistas/Cotizaciones/Indices.aspx>>.
- [50] Bolsa de Valores Mercancías y Futuros de Sao Paulo *Conozca BVMF* [en línea], Mayo 2009 [Consulta: 21 de febrero 2010] Disponible en Web: <<http://www.bmfbovespa.com.br/es-es/intros/intro-conozca-bvmf.aspx>>.
- [51] Bolsa de Valores Mercancías y Futuros de Sao Paulo *Metodología del índice Ibovespa* [en línea], Mayo 2009 [Consulta: 16 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=Ibovespa&Idioma=es-ES>>.
- [52] Bolsa de Valores de Toronto (TMX Group) *TMX Group: A Global Exchange Market Leader* [en línea], Junio 2009 [Consulta: 21 de febrero 2010] Disponible en Web: <[http://www.tmx.com/en/about\\_tsx/](http://www.tmx.com/en/about_tsx/)>.

- [53] Bolsa de Valores de Toronto (TMX Group) *S&P/TSX Canadian indices* [en línea], Marzo 2007 [Consulta: 16 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.tmx.com/en/pdf/SPTSXcanadianindices>>.
- [54] Bolsa de Comercio de Santiago *Área de extensión e historia* [en línea], Julio 2007 [Consulta: 3 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bolsadesantiago.com>>.
- [55] Banco Central de Chile *Producto interno bruto anual 2000 - 2008* [en línea], Junio 2009 [Consulta: 5 de marzo 2010] Disponible en Web: <<http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/publicaciones-estadisticas/index.htm>>.
- [56] Bolsa de Comercio de Santiago *Metodología de Selección y Cálculo de Índices Bursátiles* [en línea], Enero 2010 [Consulta: 17 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bolsadesantiago.com/web/bcs/indicesbursatiles>>.
- [57] NYSE Euronext *NYSE Euronext: about us* [en línea], Marzo 2010 [Consulta: 10 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.nyse.com>>.
- [58] NYSE Euronext *S&P Index mathematics* [en línea], Marzo 2010 [Consulta: 16 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.standardandpoors.com/indices/us>>.
- [59] Bolsa Mexicana de Valores *Nota Metodológica del Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV IPC* [en línea], Enero 2010 [Consulta: 18 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bmv.com.mx>>.
- [60] Deutsche Börse Group *Guide to Equity Indices of Deutsche Börse* [en línea], Diciembre 2009 [Consulta: 12 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://deutscheboerse.com/dbag/dispatch/en/kir/gdbnavigation/home?wp=DE0008469008>>.
- [61] Deutsche Börse Group *Guide to Equity Indices of Deutsche Börse* [en línea], Enero 2010 [Consulta: 18 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://deutscheboerse.com/dbag/dispatch/en/kir/gdbnavigation/home>>.
- [62] Bolsa de Madrid *Bolsa de Madrid: el Mercado de Valores* [en línea], Junio 2009 [Consulta: 12 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bolsamadrid.es/esp/portada.htm>>.
- [63] Bolsa de Madrid *Normas Técnicas para la Composición y Cálculo de los índices de Sociedad de Bolsas, S.A* [en línea], Marzo 2010 [Consulta: 18 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bolsamadrid.es/esp/contenido.asp?menu=4&enlace=/esp/indices/ibex35/ibex35.htm>>.

- [64] NYSE Euronext *Rules for the CAC 40 index* [en línea], Abril 2010 [Consulta: 18 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.euronext.com/fic/000/055/586/555866.pdf>>.
- [65] London Stock Exchange *Company overview* [en línea], Enero 2010 [Consulta: 13 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.londonstockexchange.com/about-the-exchange/company-overview/company-overview.htm>>.
- [66] NYSE Euronext *Rules for the FTSE 100 index* [en línea], Abril 2010 [Consulta: 18 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.euronext.com>>.
- [67] Shanghai Stock Exchange *Shanghai Stock Exchange: About Us* [en línea], Agosto 2002 [Consulta: 13 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.sse.com.cn>>.
- [68] Shanghai Stock Exchange *SSE Composite Index Methodology* [en línea], Agosto 2002 [Consulta: 13 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.sse.com.cn>>.
- [69] Bombay Stock Exchange *Bombay Stock Exchange: Introduction* [en línea], Marzo 2007 [Consulta: 14 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bseindia.com>>.
- [70] Bombay Stock Exchange *SENSEX - The Barometer of Indian Capital Markets* [en línea], Marzo 2007 [Consulta: 18 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.bseindia.com/about/abindices/bse30.asp>>.
- [71] Tokyo Stock Exchange *Tokyo Stock Exchange: About Us TSE* [en línea], Junio 2009 [Consulta: 14 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.tse.or.jp/english/index.html>>.
- [72] Tokyo Stock Exchange *Tokyo Stock Exchange Index Guidebook* [en línea], Febrero 2010 [Consulta: 18 de abril 2010] Disponible en Web: <<http://www.tse.or.jp/english/market/topix/index.html>>.
- [73] Russian Trading System Stock Exchange *Methodology of the RTS Index Calculation* [en línea], Septiembre 2010 [Consulta: 27 de septiembre 2010] Disponible en Web: <<http://fs.rts.ru/files/4114>>.
- [74] International Monetary Fund *Emerging Markets* [en línea], Enero 2010 [Consulta: 15 de mayo 2010] Disponible en Web: <<http://www.imf.org/external/np/exr/glossary/showTerm.asp>>.
- [75] The World Bank *Emerging Markets* [en línea], Diciembre 2009 [Consulta: 15 de mayo 2010] Disponible en Web: <<http://www.worldbank.org/>>.

# Índice analítico

- Backtesting, 41
- Bolsas de valores, 14
- Bretton Woods, 1
- BRIC, 13
- Capitalización bursátil, 3
- Coeficiente
  - Sharpe, 38
  - Treynor, 37
- Diversificación
  - eficacia, 25
  - métodos, 25
  - riesgo, 25
- Emergente
  - BRIC, 13
  - economía, 10
  - mercado, 10
- Fondo de inversión
  - antecedentes, 18
  - concepto, 18
  - participantes, 18
  - tipos, 18
  - ventajas y desventajas, 18
- Frontera eficiente, 34
- Globalización, 1
- Índice bursátil, 17
- Índice bursátil
  - metodología, 83
- Inversión
  - instrumentos, 23
  - pasos de la inversión, 23
- Inversiones
  - tipos, 23
- Inversionistas
  - amantes del riesgo, 23
  - aversos al riesgo, 23
  - indiferentes al riesgo, 23
  - individuales, 23
  - institucionales, 23
- Jim O'Neill, 13
- Lagrange
  - multiplicador, 34
- Markowitz
  - Harry 1952, 27
  - modelo, 30
  - supuestos, 30
  - teoría del portafolio, 27
- Mercado
  - capitales, 14
  - primario, 14
  - secundario, 14
- Mercados eficientes

hipótesis débil, 28

hipótesis fuerte, 28

hipótesis semi-fuerte, 28

#### Portafolio

óptimo, 34

betas, 34

inversión, 28

rendimiento esperado, 32

riesgo, 32

#### Proceso de optimación, 28

#### Sociedad de inversión

concepto, 20

ETF, 20

hedge funds, 20

REIT, 20

sociedad de capital variable, 20

sociedades de inversión cerradas, 20

#### VaR

Delta-Normal, 39