



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY



TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY

**Biblioteca**  
Campus Ciudad de México

Instituto Tecnológico y de Estudios  
Superiores de Monterrey  
Campus Ciudad de México

***ANÁLISIS FUNDAMENTAL DE LAS SERIES DE  
RENDIMIENTOS FINANCIEROS DE LOS MERCADOS  
LATINOAMERICANOS. CASO COLOMBIA Y MÉXICO***

TESIS QUE PARA RECIBIR EL TÍTULO DE  
DOCTORADO EN CIENCIAS  
ADMINISTRATIVAS PRESENTA

*Olga Patricia Chacón Arias*

Director de tesis:  
Dr. José Carlos Ramírez Sánchez

Lectores:  
Dr. Hugo Javier Fuentes Castro  
Dr. Arturo Lorenzo Valdés

*México D.F., 16 de Julio de 2012*

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
ÍNDICE .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....	4
INTRODUCCIÓN.....	8
I. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	10
DATOS.....	10
ESTADÍSTICOS BÁSICOS .....	12
TRATAMIENTOS PARA NO NORMALIDAD .....	17
MEDIDAS DE RELACIÓN PARA ACTIVOS DE COLOMBIA Y MÉXICO .....	33
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES DE LAS SERIES DE TIEMPO.....	40
II. DEFINICIÓN DEL MODELO.....	46
AJUSTE DE T DE STUDENT .....	46
AJUSTE DE MODELOS PARA LAS SERIES DE TIEMPO .....	53
ESTIMACIÓN DEL VaR EN PRESENCIA DE COLAS PESADAS .....	70
LIMITACIONES DEL ANALISIS ESTADISTICO .....	75
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MÉXICO Y COLOMBIA.....	76
III. ANÁLISIS FUNDAMENTAL .....	79
CASO COLOMBIANO .....	79
CASO MEXICANO.....	85
IV. CONCLUSIONES .....	91
V. BIBLIOGRAFÍA.....	95
VI. APÉNDICE.....	99

## ÍNDICE DE GRÁFICAS Y CUADROS

### CUADROS

Cuadro 1. Información de datos utilizados.....	10
Cuadro 2. Momentos muestrales para series de rendimientos diarios de Colombia.....	12
Cuadro 3. Momentos muestrales para series de rendimientos semanales de Colombia.....	12
Cuadro 4. Momentos muestrales para series de rendimientos mensuales de Colombia.....	13
Cuadro 5. Momentos muestrales para series de rendimientos diarios de México.....	13
Cuadro 6. Momentos muestrales para series de rendimientos semanales de México.....	14
Cuadro 7. Momentos muestrales para series de rendimientos mensuales de México.....	14
Cuadro 8. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de Colombia.....	16
Cuadro 9. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de México.....	16
Cuadro 10. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de Colombia de 2001 a 2005.....	18
Cuadro 11. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de México de 2001 a 2005.....	18
Cuadro 12. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de Colombia de 2006 a 2010.....	19
Cuadro 13. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de México de 2006 a 2010.....	19
Cuadro 14. Prueba Urzúa de normalidad multivariada para rendimientos mensuales Colombia.....	21
Cuadro 15. Prueba Urzúa de normalidad multivariada para rendimientos mensuales México.....	21
Cuadro 16. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y distribución normal ajustada para los rendimientos diarios de Colombia.....	24
Cuadro 17. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y distribución normal ajustada para los rendimientos semanales de Colombia.....	25
Cuadro 18. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y distribución normal ajustada para los rendimientos mensuales de Colombia.....	26
Cuadro 19. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y distribución normal ajustada para los rendimientos diarios de México.....	27

Cuadro 20. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y distribución normal ajustada para los rendimientos semanales de México .....	28
Cuadro 21. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y distribución normal ajustada para los rendimientos mensuales de México .....	29
Cuadro 22. Rendimientos extremos, número de casos, para series diarias de Colombia .....	30
Cuadro 23. Rendimientos extremos, número de casos, para series semanales de Colombia .....	30
Cuadro 24. Rendimientos extremos, número de casos, para series mensuales de Colombia.....	30
Cuadro 25. Rendimientos extremos, número de casos, para series diarias de México .....	31
Cuadro 26. Rendimientos extremos, número de casos, para series semanales de México.....	31
Cuadro 27. Rendimientos extremos, número de casos, para series mensuales de México .....	32
Cuadro 28. Correlaciones de los rendimientos diarios de Colombia.....	34
Cuadro 29. Correlaciones de los rendimientos diarios de México .....	35
Cuadro 30. Tau a y b de Kendall de los rendimientos diarios de Colombia .....	36
Cuadro 31. Tau a y b de Kendall de los rendimientos diarios de México.....	37
Cuadro 32. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de Colombia 2001-2010 .....	42
Cuadro 33. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de Colombia 2001-2005 .....	42
Cuadro 34. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de Colombia 2006-2010 .....	43
Cuadro 35. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de México 2001-2010.....	43
Cuadro 36. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de México 2001-2005.....	44
Cuadro 37. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de México 2006-2010.....	44
Cuadro 38. Distribución densidad de probabilidad para Colombia. Datos diarios 2001-2010 .....	51
Cuadro 39. Distribución densidad de probabilidad para Colombia. Datos semanales 2001-2010....	51
Cuadro 40. Distribución densidad de probabilidad para Colombia. Datos mensuales 2001-2010 ...	51
Cuadro 41. Distribución densidad de probabilidad para México. Datos diarios 2001-2010.....	52
Cuadro 42. Distribución densidad de probabilidad para México. Datos semanales 2001-2010 .....	52
Cuadro 43. Distribución densidad de probabilidad para México. Datos mensuales 2001-2010 .....	52
Cuadro 44. Modelos de mejor ajuste para series de tiempo de Colombia. 2001 a 2010 .....	63

Cuadro 45. Residuales estandarizados de las series de tiempo de Colombia. 2001 a 2010 .....	63
Cuadro 46. Residuales al cuadrado de las series de tiempo de Colombia. 2001 a 2010 .....	64
Cuadro 47. Modelos de mejor ajuste para series de tiempo de Colombia. 2006 a 2010 .....	64
Cuadro 48. Residuales estandarizados de las series de tiempo de Colombia. 2006 a 2010 .....	65
Cuadro 49. Residuales al cuadrado de las series de tiempo de Colombia. 2006 a 2010 .....	65
Cuadro 50. Modelos de mejor ajuste para series de tiempo de México. 2001 a 2010.....	65
Cuadro 51. Residuales estandarizados de las series de tiempo de México. 2001 a 2010.....	66
Cuadro 52. Residuales al cuadrado de las series de tiempo de México. 2001 a 2010.....	66
Cuadro 53. Test de proporción de fallas de Kupiec para datos pronosticados .....	75
Cuadro 54. Prueba Dickey & Fuller de existencia de raíces unitarias para variables macroeconómicas de Colombia.....	83
Cuadro 55. Resultados de incluir las variables macroeconómicas en las ecuaciones de varianza para Colombia. ....	83
Cuadro 56. Prueba Dickey & Fuller de existencia de raíces unitarias para variables macroeconómicas de México .....	87
Cuadro 57. Resultados de incluir las variables macroeconómicas en las ecuaciones de varianza para México .....	87

## **GRÁFICAS**

Gráfica 1. Diagrama cuantil-cuantil para México y Colombia.....	38
Gráfica 2. Distribución de densidad de probabilidad para IGBC. Datos diarios 2001-2010 .....	46
Gráfica 3. Distribución de densidad de probabilidad para IGBC. Datos semanales 2001-2010 .....	47
Gráfica 4. Distribución de densidad de probabilidad para IGBC. Datos mensuales 2001-2010.....	47
Gráfica 5. Distribución de densidad de probabilidad para IP&C. Datos diarios 2001 a 2010 .....	47
Gráfica 6. Distribución de densidad de probabilidad para IP&C. Datos semanales 2001-2010 .....	48
Gráfica 7. Distribución de densidad de probabilidad para IP&C. Datos mensuales 2001-2010 .....	48
Gráfica 8. Distribución de probabilidad acumulada para IGBC. Datos diarios 2001-2010 .....	48
Gráfica 9. Distribución de probabilidad acumulada para IGBC. Datos semanales 2001-2010.....	49

Gráfica 10. Distribución de probabilidad acumulada para IGBC. Datos mensuales 2001-2010 .....	49
Gráfica 11. Distribución de probabilidad acumulada para IP&C. Datos diarios 2001-2010 .....	49
Gráfica 12. Distribución de probabilidad acumulada para IP&C. Datos semanales 2001-2010.....	50
Gráfica 13. Distribución de probabilidad acumulada para IP&C. Datos mensuales 2001-2010.....	50
Gráfica 14. Correlograma Interbolsa.....	55
Gráfica 15. Correlograma Tablemac .....	56
Gráfica 16. Correlograma Acerías Paz del Río .....	56
Gráfica 17. Correlograma Corporación Financiera Colombiana.....	57
Gráfica 18. Correlograma Coltejer.....	57
Gráfica 19. Correlograma IGBC .....	58
Gráfica 20. Correlograma CIALMEXICANA .....	58
Gráfica 21. Correlograma GRUMA.....	59
Gráfica 22. Correlograma ASUR .....	59
Gráfica 23. Correlograma CONSORCIOARA .....	60
Gráfica 24. Correlograma ICA.....	60
Gráfica 25. Correlograma BANORTE.....	61
Gráfica 26. Correlograma IP&C.....	61
Gráfica 27. Correlograma de rendimientos al cuadrado. Series CARCH .....	67
Gráfica 28. VaR para datos reales y pronosticados para series colombianas.....	70
Gráfica 29. VaR para datos reales y pronosticados para series mexicanas .....	71
Gráfica 30. Relación entre variables macroeconómicas.....	82

## INTRODUCCIÓN

Los mercados emergentes han sido ampliamente considerados como materia de investigación en el terreno de las finanzas tomándose principalmente como objeto de estudio a los países asiáticos y algunos latinoamericanos como Argentina, Brasil, México y Chile. En estos casos, los estudios se han abordado regularmente con base en hallazgos de investigación probados inicialmente en economías avanzadas. La explicación al relativo abandono y poco interés en los demás países puede obedecer al reducido tamaño de sus mercados financieros, además de no ser igualmente explicables por teorías diseñadas para Estados Unidos o países europeos, con características diferentes en volumen y liquidez de activos transados.

El interés de esta tesis por hacer una comparación entre un caso muy estudiado (México) y otro que apenas empieza a recibir la debida atención (Colombia) radica en las enormes posibilidades que ofrece para la literatura financiera conocer los efectos de las diversas condiciones económicas de ambos países sobre el comportamiento de los rendimientos de los activos financieros. En particular se antoja interesante enfocarse en el mercado colombiano porque, desde el año 2000, se han venido presentado algunos hechos históricos en su economía que no es fácil encontrar en los países del área y que afectan decisivamente las características básicas de las distribuciones de sus rendimientos. Nos referimos concretamente a la unificación de sus tres bolsas de valores regionales, a la existencia de un mismo gobierno durante 8 años que hizo que se lograra cierta estabilidad macroeconómica, al repunte del mercado de valores que se reflejó en el comportamiento del Índice accionario y a los cambios radicales en la Bolsa de Valores que han convertido el mercado financiero colombiano en uno de los de mayor profundidad bursátil entre sus iguales.

En este marco es pertinente llevar a cabo un análisis de las series de rendimientos financieros de Colombia y México del cual se deriven herramientas que permitan conocer reconocer la presencia de la leptocurtosis de sus distribuciones como uno de sus características más importantes y, con base en ello, elaborar un modelo adecuado que permita caracterizar sus comportamientos y, eventualmente, que sirva de plataforma para formular pronósticos. Para tal efecto se caracteriza, primero, la evolución de los rendimientos de algunas acciones que cotizan en las bolsas de valores de cada país y, luego, los rasgos básicos (leptocurtosis en primer lugar y luego sesgo y volatilidad grupal entre otros) que evidencian estas series desde el punto de vista estadístico. Enseguida se procede a identificar el modelo de mejor ajuste para finalizar con el estudio de la influencia de algunas variables macroeconómicas fundamentales sobre la presencia de las colas gordas en las distribuciones de los rendimientos.

El desconocimiento de la presencia de leptocurtosis tiene como consecuencia una insuficiente explicación del comportamiento de las series financieras en estas economías y, además, una cuantificación del riesgo susceptible de un alto grado de error. Por otra parte es necesario mostrar que cualquier corrección al problema de la leptocurtosis es, básicamente, conceptual en virtud de que su naturaleza no sólo es estadística, por lo que aquí también se atienden factores de orden exógeno tales como la tasa de interés, la inflación y el tipo de cambio de la moneda local.

Las hipótesis planteadas en esta investigación son: i) Las series de datos de rendimientos de acciones no se ajustan a distribuciones normales estacionarias en media y varianza; ii) El análisis fundamental de los mercados es el único medio para seleccionar el mejor modelo de pronósticos de rendimientos, (la solución no reside sólo en el tratamiento estadístico).

Para comprobar estos supuestos se ha optado por ensayar algunos modelos de heteroscedasticidad condicional tempo-dependientes, que permiten mostrar la trama de problemas que supone contar

con distribuciones leptocúrticas de rendimientos y no la superioridad descriptiva de unos métodos sobre otros. Es decir, se ilustra el hecho de que la existencia de colas pesadas trae aparejado otros problemas propios de las distribuciones empíricas de rendimientos, tales como la asimetría o la volatilidad grupal por lo que se aprovechan las ventajas de los modelos del tipo ARCH-GARCH.

Posterior al tratamiento estadístico se realiza un análisis fundamental del periodo de 2001 a 2010 con relación a la inflación, el tipo de cambio entre la moneda local y el dólar de Estados Unidos y las tasas de interés haciendo énfasis en aquellos eventos que en este lapso han resultado decisivos para definir el comportamiento del mercado financiero de México y Colombia. También se cuantifica la incidencia del comportamiento de estas tres variables en los modelos definidos para la varianza de los rendimientos de las acciones y los Índices de Bolsa con las implicaciones y condiciones matemáticas necesarias para dicho procedimiento.

Como resultado de todo lo anterior se formulan modelos de varianza que reflejaron características tales como presencia de volatilidad grupal, dependencia de comportamientos anteriores con rezagos de uno o más periodos, procesos de memoria larga en algunos casos y sin presencia significativa de correlación serial y heterovarianza condicional de los residuales; pero que además de estar en función del comportamiento de la media y la varianza anterior, también reflejan el efecto de las variables exógenas mencionadas. Esto claramente prueba las hipótesis planteadas en la medida que no es posible emprender un estudio financiero tradicional de las series accionarias de Colombia o México, sin antes considerar que sus distribuciones empíricas están aquejadas por leptocurtosis, asimetría, volatilidad grupal, apalancamiento y el efecto significativo de, al menos, las variables macroeconómicas aquí contempladas.

Los resultados empíricos encontrados, aportan de forma importante al campo de las finanzas, en la medida que confirman que los rendimientos diarios no son normales y que los análisis, por ejemplo, de VaR o de pronósticos de rendimientos pueden ser mejorados substancialmente con la ayuda de algunos métodos alternativos. Es evidente que el abandono del mundo normal entraña riesgos gigantescos, así como también ignorar el efecto nada despreciable que tienen las llamadas variables exógenas.

La estructura de la tesis se desarrolla en tres capítulos: el primero, titulado “Estadística Descriptiva”, presenta la descripción de los datos utilizados, así como la fuente de información consultada, las medidas estadísticas que generalmente se calculan para formarse una idea general del conjunto y posteriormente las más especializadas para profundizar en las características que nos ocupan; el segundo, “Definición del Modelo”, permite identificar los modelos con mayor bondad de ajuste mediante la metodología Box-Jenkins que comprende la identificación o selección del modelo, la estimación de los parámetros y su verificación; finalmente, el capítulo tres denominado “Análisis Fundamental” describe y analiza estadísticamente las variables fundamentales escogidas incluyéndolas en los modelos como variables independientes. Al término, se presentan las conclusiones producto de la investigación.



## I. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

En este primer apartado se utilizarán las herramientas estadísticas que se consideren más adecuadas para permitirnos identificar claramente los hechos estilizados de las series estudiadas en las que nos basaremos para realizar la modelación, además de utilizar ayuda gráfica que confirme estos hallazgos. Para esto, nos apoyaremos en software especializado como EViews, Stata, MatLab y Excel dependiendo de la prueba a realizar, indicando claramente en la medida de los avances, las conclusiones que éstos nos permitan alcanzar para lograr el objetivo planteado tanto del trabajo total como del capítulo que estamos introduciendo. Igualmente, se describirán las hipótesis que se proponen y los procedimientos teóricos que se utilizan en cada caso, para mostrar la idoneidad de los test aplicados.

De esta manera, el capítulo abarcará la descripción de los datos utilizados, así como la fuente de información consultada, las medidas estadísticas que básicamente se calculan para formarse una idea general del conjunto y posteriormente las más especializadas para profundizar en las características que nos ocupan y que como ya se mencionó, permitirán la adecuada identificación del modelo que tendrá lugar en la sección subsiguiente.

### DATOS

Los datos fueron tomados para el periodo comprendido entre el 1 de julio de 2001 y el 1 de julio de 2010, utilizando como fuente de información la base de datos de Bloomberg para los precios de las acciones del mercado colombiano y mexicano. El cuadro 1 presenta un resumen del número de datos para cada país.

Cuadro 1: Información de datos utilizados

<b>PAIS</b>	<b>Precios diarios (número de datos)</b>	<b>Precios semanales (número de datos)</b>	<b>Precios mensuales (número de datos)</b>
Colombia	2194	471	181
México	2274	471	181

El objetivo del análisis comparativo entre estos dos mercados es, contribuir a la comprensión del reciente desempeño financiero de las economías emergentes Latinoamericanas. Para tal efecto se consideran las acciones de empresas que forman parte de los índices de la bolsa de ambos países que cotizan en el periodo considerado. Esto es, empresas que en julio 1 de 2010 cotizan en el IP&C de México (Índice de precios y cotizaciones) y del IGBC de Colombia (Índice general de la Bolsa de Colombia) y que, además, se han mantenido activas ininterrumpidamente desde el 1 de julio de 2001. De esta manera se conforma un conjunto de 18 empresas para el caso colombiano y de 24 para el mexicano, junto con sus respectivos índices de bolsa.

El nombre completo de las empresas de cada país, así como las abreviaturas utilizadas para referirse a cada una de ellas se detallan, a continuación, en orden alfabético:

#### **MÉXICO**

Alfa, S.A.B. de C.V.

América Móvil, S.A.B. de C.V.

ALFA

AMERICAMOVIL

Cemex, S.A.B. de C.V.	CEMEX
Consortio Ara, S.A.B. de C.V.	CONSORCIOARA
Controladora Comercial Mexicana, S.A.B. de C.V.	CIALMEXICANA
Corporación GEO, S.A.B. de C.V.	GEO
Empresas Ica, S.A.B. de C.V.	ICA
Fomento Económico Mexicano, S.A.B. de C.V.	FEMSA
GRUMA, S.A.B. de C.V.	GRUMA
Grupo Aeroportuario Del Sureste, S.A.B. de C.V.	ASUR
Grupo Bimbo, S.A.B. de C.V.	BIMBO
Grupo CARSO, S.A.B. de C.V.	CARSO
Grupo Elektra, S.A. de C.V.	ELEKTRA
Grupo Financiero INBURSA, S.A.B. de C.V.	INBURSA
Grupo Financiero Banorte, S.A.B. de C.V.	BANORTE
Grupo México, S.A.B. de C.V.	GRUPOMEXICO
Grupo Modelo, S.A.B. de C.V.	GRUPOMODELO
Grupo Televisa, S.A.	TELEVISA
Industrias Peñoles, S. A.B. de C. V.	PEÑOLES
Kimberly - Clark De México S.A.B. de C.V.	KIMBERLY
Soriana Organización Soriana, S.A.B. de C.V.	SORIANA
Telmex Teléfonos De México, S.A.B. de C.V.	TELMEX
Tv Azteca, S.A.B. de C.V.	TVAZTECA
Walmex Wal - Mart De México, S.A.B. de C.V.	WALMART

#### **COLOMBIA**

Acerías Paz del Rio S.A	ACERIAS
Almacenes Éxito S.A.	EXITO
Bancolombia S.A.	BANCOLOMBIA
Bancolombia S.A. (preferencial)	PFBANCOLOM
Banco de Bogotá S.A.	BANBOGOTA
Cementos Argos S.A.	CEMARGOS
Compañía Colombiana de Tejidos S.A.	COLTEJER
Corporación Financiera Colombiana S.A.	CORP.FIN.CBIANA
Grupo Aval Acciones y Valores S.A.	GRUPOAVAL
Grupo Inversiones Suramericana	SURAMERICANA
Grupo Nacional de Chocolates S.A.	CHOCOLATES
Interbolsa S.A.	INTERBOLSA
Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.	ISA
Inversiones Argos S.A.	INVARGOS
Mineros S.A.	MINEROS
Tablemac S.A.	TABLEMAC
Textiles Fabricato Tejicondor S.A.	FABRICATO
Valorem S.A.	VALOREM

La serie de tiempo de los rendimientos diarios, semanales y mensuales de cada mercado se define de la forma habitual, es decir, como la variación del logaritmo natural del precio de las acciones en los periodos indicados. Esto es,

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (1)$$

donde  $R_t$  es una tasa de rendimiento bajo capitalización continua para el intervalo de tiempo  $t$ ;  $P_t$  es el precio de cierre de la acción al final del periodo  $t$  y, en forma similar,  $P_{t-1}$  es el precio al final del periodo  $t-1$ .

## ESTADÍSTICOS BÁSICOS

Como paso inicial de la investigación, se calculan los estadísticos básicos de media, mediana, valor máximo, valor mínimo, desviación estándar, sesgo y curtosis con el fin de conocer la forma particular de la distribución de los datos.

Cuadro 2. Momentos muestrales para series de rendimientos diarios de Colombia

EMPRESA	MEDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVSTANDAR	SESGO	KURTOSIS
ACERIAS	0.001924080	0.000000000	1.040116082	-0.291197015	0.044346301	6.521953225	147.795294252
BANBOGOTA	0.001151134	0.000000000	0.119602872	-0.104958020	0.016529955	0.041822543	13.394533039
BANCOLOMBIA	0.001395092	0.000000000	0.191055237	-0.203269365	0.019783609	-0.022142963	15.053509480
CEMARGOS	0.001101996	0.000000000	0.169200469	-0.174287160	0.020036687	0.029604384	13.533734527
CHOCOLATES	0.001152996	0.000000000	0.186655258	-0.099215848	0.017032864	0.788789584	15.061813638
COLTEJER	0.000064483	0.000000000	0.324895669	-0.738170862	0.038585007	-2.420318213	74.215100691
CORP. FIN. CBIANA	0.001614670	0.000000000	0.456761822	-0.190183920	0.025914230	4.570182577	82.251661248
EXITO	0.000693164	0.000000000	0.178692638	-0.151726436	0.019448355	0.198716199	13.103928727
FABRICATO	0.000183353	0.000000000	0.185787765	-0.171235692	0.030976002	0.398705147	8.476597065
GRUPOAVAL	0.000860990	0.000000000	0.117783036	-0.112477983	0.017898099	0.262402642	12.184265478
INTERBOLSA	0.001056824	0.000000000	0.686758178	-0.346280612	0.026868600	8.035280931	226.232432943
INVARGOS	0.001168202	0.000000000	0.228549739	-0.160965330	0.019963696	0.074501239	17.391966840
ISA	0.001205567	0.000000000	0.174596371	-0.142748048	0.018875933	0.297473231	14.065169924
MINEROS	0.002030408	0.000000000	0.188711355	-0.116474991	0.021957953	1.394180430	13.899822538
PFBANCOLOM	0.001382405	0.000000000	0.182321557	-0.314955185	0.022597667	-1.087642863	28.761098184
SURAMERICANA	0.001504116	0.000683761	0.197888149	-0.205037515	0.021726541	-0.388796721	14.486244395
TABLEMAC	0.000270275	0.000000000	0.174886578	-0.980829253	0.035512844	-9.334538610	269.747453006
VALOREM	-0.000512508	0.000000000	0.203800588	-0.203228242	0.032992056	0.000683582	11.098952579
INDICE	0.001150668	0.001485731	0.146879670	-0.110519238	0.014653507	-0.229380367	15.427441386

Cuadro 3. Momentos muestrales para series de rendimientos semanales de Colombia

EMPRESA	MEDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVSTANDAR	SESGO	KURTOSIS
ACERIAS	0.008914159	0.000000000	1.231001477	-0.353763734	0.107369680	4.174168467	42.842279386
BANBOGOTA	0.005180095	0.003579329	0.193129756	-0.268353177	0.036151968	-1.109799066	14.411678805
BANCOLOMBIA	0.006659745	0.005280021	0.205733997	-0.282003962	0.042037673	-0.425860146	9.219762998
CEMARGOS	0.005157481	0.003964774	0.153631064	-0.242916059	0.044280745	-0.584235074	8.125702812
CHOCOLATES	0.005446737	0.001442714	0.145953913	-0.181821682	0.036354403	0.096448972	7.061162260
COLTEJER	0.000324129	0.000000000	0.510334102	-0.792238083	0.093040634	-0.156000803	21.362630988
CORP. FIN. CBIANA	0.006695317	0.000000000	0.298857959	-0.405469620	0.055404247	0.419476380	15.876152745
EXITO	0.003108425	0.000000000	0.247649132	-0.197168065	0.043322367	0.295207473	7.368147508
FABRICATO	0.000862692	0.000000000	0.287682072	-0.343589704	0.069128513	0.117962228	7.144270098
GRUPOAVAL	0.004028813	0.000000000	0.246378266	-0.234400706	0.040997370	-0.102868811	12.051896699
INTERBOLSA	0.004939137	0.000000000	0.686758178	-0.264152180	0.054350980	5.097712841	62.366547740
INVARGOS	0.005426567	0.005324300	0.227301561	-0.252939124	0.041275528	-0.394298158	9.115783808
ISA	0.005635183	0.001135445	0.263667196	-0.151040257	0.040072820	0.567192267	8.768027622
MINEROS	0.009470254	0.000000000	0.230773940	-0.152653674	0.049496406	1.229003773	7.312282035
PFBANCOLOM	0.006500227	0.003261340	0.277631737	-0.437405674	0.051721559	-1.168005844	17.929657125
SURAMERICANA	0.007010986	0.005526038	0.188871149	-0.329023413	0.048534734	-1.020775582	10.895322901
TABLEMAC	0.001320376	0.000000000	0.375864638	-0.980829253	0.081689358	-2.936654387	49.243694907
VALOREM	-0.002248009	-0.000908265	0.413055277	-0.622174007	0.073393027	-0.219678595	18.155313683
INDICE	0.005349546	0.006138870	0.087241693	-0.204962091	0.033458162	-1.325295119	10.561553895

Cuadro 4. Momentos muestrales para series de rendimientos mensuales de Colombia

EMPRESA	MEDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVESTANDAR	SESGO	KURTOSIS
ACERIAS	0.039204690	0.000000000	2.225624052	-0.396415273	0.282816002	4.764560148	35.229495610
BANBOGOTA	0.022609948	0.025167522	0.225806669	-0.287682072	0.078190966	-0.631724820	5.179645124
BANCBIA	0.029391285	0.028982844	0.333773180	-0.256626283	0.092927005	-0.153613618	4.156579020
CEMARGOS	0.023025112	0.018350977	0.303348189	-0.261081391	0.089925702	0.161254783	4.982866806
CHOCOLATES	0.026129139	0.015830533	0.273597333	-0.145862459	0.073128353	0.715863203	3.874359089
COLTEJER	0.001207054	-0.020698496	0.710846758	-0.792238083	0.219923858	0.798048708	6.599308112
CORP.FIN.CBIANA	0.030041838	0.000000000	0.623276763	-0.405469620	0.133623340	0.923370603	7.085344624
EXITO	0.014980090	0.006390441	0.343771300	-0.290118127	0.093770123	0.441766420	4.934995538
FABRICATO	0.001626227	-0.014155816	0.491407538	-0.385662481	0.148244697	0.661430277	4.651501952
GRUPOAVAL	0.018567903	0.011518678	0.295714244	-0.176623536	0.078280882	0.614268934	4.944659024
INTERBOLSA	0.021075390	0.000000000	0.686758178	-0.375251170	0.130592166	1.867559529	11.432216126
INVARGOS	0.024578488	0.020638440	0.234507310	-0.233093882	0.089358896	-0.338456458	3.689759951
ISA	0.025095800	0.014950897	0.333418082	-0.202524264	0.079605697	0.849931422	5.381307701
MINEROS	0.041618723	0.019814897	0.356674944	-0.184991785	0.097249745	1.033134027	4.316576673
PFBANCOLOM	0.029001176	0.021583851	0.420732580	-0.437405674	0.111426325	-0.286259384	6.645686309
SURAMERICANA	0.031430633	0.035330205	0.305030711	-0.350656872	0.115830810	-0.366984096	4.373303163
TABLEMAC	0.004729867	0.000000000	0.538996501	-1.090313486	0.170396074	-1.864558404	18.483184382
VALOREM	-0.008393526	-0.026572275	0.510825624	-0.522368249	0.146986499	0.685237320	5.703709182
INDICE	0.024142903	0.027125533	0.178431502	-0.246767267	0.076990973	-0.630966262	4.446969150

Cuadro 5. Momentos muestrales para series de rendimientos diarios de México

EMPRESA	MEDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVESTANDAR	SESGO	KURTOSIS
ALFA	0.000919656	0.000661814	0.228145597	-0.155482570	0.023563986	0.209074970	11.67695541
AMERICAMOVIL	0.000992999	0.001031205	0.126137644	-0.137409000	0.021455093	0.103694387	6.91914579
ASUR	0.000556539	0.000000000	0.137621378	-0.614143238	0.024870058	-6.601467178	168.9388896
BANORTE	0.001033686	0.000791703	0.270222851	-0.242443287	0.026395059	0.069041046	15.43438495
BIMBO	0.000776430	0.000386980	0.130416272	-0.101975702	0.019630712	0.176922627	6.463173654
CARSO	0.000821041	0.000432405	0.219455778	-0.132948472	0.021957762	0.257769930	10.80419863
CEMEX	0.000067548	0.000000000	0.238213804	-0.210181113	0.026947111	0.065545131	14.84243831
CIAL MEXICANA	0.000135523	0.000000000	0.438144072	-1.402368186	0.04179196	-16.98255385	582.8371162
CONSORCIOARA	0.000314228	0.000000000	0.248413965	-0.237261433	0.023283329	-0.454999109	19.95998308
ELEKTRA	0.001057233	0.000210109	0.190447156	-0.159562947	0.023758849	0.121182699	8.480324793
FEMSA	0.000645829	0.000485988	0.125756288	-0.140300915	0.019240699	-0.178404006	8.729862310
GEO	0.001351398	0.000672732	0.161738391	-0.183050863	0.026538404	-0.096839050	8.577315718
GRUMA	0.000505572	0.000000000	0.257751406	-0.893817876	0.029700584	-11.36154395	369.6014537
GRUPOMEXICO	0.001141794	0.000000000	0.173940931	-0.184237266	0.029263983	-0.114412551	7.461786124
ICA	0.000096350	0.000000000	0.295662961	-0.276924022	0.030323341	0.381485074	19.76904140
INBURSA	0.000637640	0.000000000	0.214833254	-0.078471615	0.020893212	0.576108597	9.004222658
KIMBERLY	0.000428350	0.000333449	0.140699882	-0.123472266	0.016941935	-0.060744825	9.289376263
GRUPOMODELO	0.000412496	0.000170641	0.084399658	-0.108789241	0.017881322	0.010667767	6.291073305
PEÑOLES	0.001394577	0.000221133	0.199960216	-0.15732396	0.030623202	-0.122446769	7.735171156
SORIANA	0.000613389	0.000407914	0.117893368	-0.135220846	0.020384873	-0.187752880	6.857953801
TELEVISA	0.000407513	0.000215164	0.150161469	-0.106930711	0.019807635	0.213042144	6.189784494
TELMEX	0.000277565	0.000000000	0.077063348	-0.078664619	0.016128617	-0.116567014	5.180368426
TVAZTECA	0.000314321	0.000000000	0.120240736	-0.194293123	0.020584706	-0.330642352	10.11071274
WALMART	0.000676819	0.000434688	0.131852131	-0.114559455	0.018728768	0.046001496	6.677353952
INDICE	0.000672604	0.001238038	0.104407098	-0.072661234	0.014250580	0.064379685	7.897228466

Cuadro 6. Momentos muestrales para series de rendimientos semanales de México

EMPRESA	MEDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVESTANDAR	SESGO	KURTOSIS
ALFA	0.004508242	0.005260176	0.252020581	-0.371865109	0.058118886	-1.206985465	13.043659648
AMERICAMOVIL	0.004914020	0.007441016	0.183830991	-0.291902760	0.045488132	-0.715158189	7.760626329
ASUR	0.002794228	0.000000000	0.214011068	-0.616413386	0.053612349	-3.024639805	40.646658982
BANORTE	0.005094970	0.007790459	0.270498832	-0.513897823	0.057370702	-1.361491738	18.653141693
BIMBO	0.003826997	0.003327827	0.202757337	-0.203827762	0.043911196	-0.067352004	6.325537553
CARSO	0.003532418	0.002811441	0.226136925	-0.195628267	0.048740933	0.010891951	5.991592441
CEMEX	0.000380008	0.003831560	0.505578235	-0.569694066	0.067648887	-0.567118455	21.453457692
CIAL MEXICANA	0.000743858	0.001063853	0.519124427	-2.337612554	0.122594322	-14.576987674	283.811527299
CONSORCIOARA	0.001615847	0.002275516	0.353116708	-0.347341909	0.056082172	-0.346252766	12.328481151
ELEKTRA	0.005255572	0.004447109	0.258629973	-0.245816038	0.059230814	-0.136831257	5.530978921
FEMSA	0.003248029	0.005657935	0.237114026	-0.272672922	0.045327977	-0.473259518	8.355595338
GEO	0.006411602	0.007966122	0.224795079	-0.438860127	0.063989761	-1.111926106	10.603971901
GRUMA	0.002606222	0.000000000	0.373125993	-0.534411623	0.060213568	-1.433949509	25.038132201
GRUPOMEXICO	0.005723248	0.008297922	0.270290330	-0.309720051	0.066004234	-0.319348852	5.235344525
ICA	0.000591007	0.004137122	0.327906874	-0.725730200	0.077604729	-1.771436794	22.569583266
INBURSA	0.003198993	0.003372579	0.236765801	-0.213346828	0.046293345	-0.008343334	5.911840148
KIMBERLY	0.002025044	0.002417220	0.142313420	-0.287751476	0.040037115	-0.761229486	8.765450407
GRUPOMODELO	0.002018236	0.002470961	0.190465065	-0.105594955	0.036470428	0.444664497	5.507128480
PEÑOLES	0.007026556	0.003943936	0.453779401	-0.419982292	0.072190310	0.154406278	8.679393118
SORIANA	0.003151230	0.004979277	0.257667583	-0.310019555	0.047568999	-0.409719025	9.195483110
TELEVISIA	0.002143647	0.001911022	0.211861580	-0.189511169	0.042864873	-0.126772312	5.594053832
TELMEX	0.001401291	0.001327826	0.118087960	-0.231645004	0.036052618	-0.476446126	6.909202373
TVAZTECA	0.001676308	0.000000000	0.170008297	-0.170892861	0.044695578	-0.060590267	4.971031016
WALMART	0.003298733	0.002429605	0.143590920	-0.155730875	0.038079500	-0.090845014	4.280346604
INDICE	0.003322141	0.005300022	0.185786143	-0.179284843	0.032610825	-0.332445291	8.247605579

Cuadro 7. Momentos muestrales para series de rendimientos mensuales de México

EMPRESA	MEDIA	MEDIANA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVESTANDAR	SESGO	KURTOSIS
ALFA	0.0199477859	0.0165798218	0.3957279328	-0.6619196632	0.1373889292	-1.4837646133	11.3359350542
AMERICAMOVIL	0.0216910743	0.0276469231	0.1838494410	-0.2330490803	0.0797254414	-0.5322652818	3.6733503580
ASUR	0.0127364153	0.0151934419	0.3312117131	-0.6164133863	0.1124152893	-1.4851901125	11.2628088821
BANORTE	0.0222120821	0.0236283570	0.3647071156	-0.3418129333	0.1016590932	-0.4405154093	5.4041391336
BIMBO	0.0162885102	0.0173103018	0.3145706619	-0.2198962499	0.0801854245	0.3612027799	4.6522172972
CARSO	0.0172422831	0.0285142400	0.1953224674	-0.2152094236	0.0801866749	-0.3612509280	2.9240563031
CEMEX	0.0012805988	0.0027954898	0.3518936573	-0.6692144143	0.1196107993	-1.4773406748	11.7900561041
CIALMEXICANA	0.0033081762	0.0047374522	0.4436376816	-1.9344316933	0.2174097356	-6.5050486463	59.9236510424
CONSORCIOARA	0.0071963814	0.0140830497	0.3620848125	-0.3952562027	0.1076547643	-0.4395333288	4.8778294300
ELEKTRA	0.0234143992	0.0211266371	0.4376447386	-0.5827957850	0.1461071886	-0.8620289586	7.0543202933
FEMSA	0.0151773936	0.0189006201	0.1846375084	-0.2885178435	0.0767182628	-0.7433606025	4.8314348423
GEO	0.0286645547	0.0305375842	0.3095345809	-0.3679151657	0.1273860248	-0.5582091810	4.2767039823
GRUMA	0.0103153580	0.0166893228	0.5455383022	-0.9697296940	0.1525388630	-1.9843411773	18.9228466602
GRUPOMEXICO	0.0269601582	0.033567769	0.5108256238	-0.3879974151	0.1387944217	-0.1311231384	4.1268808662
ICA	0.0034767798	0.0056895672	0.4921915442	-0.5451319075	0.1458087223	-0.0163961470	5.5864436199
INBURSA	0.0141637765	0.0154687103	0.2303316706	-0.2972515235	0.0824521645	-0.3436186600	4.0788245618
KIMBERLY	0.0101284532	0.0160579562	0.1484487963	-0.1450853650	0.0602074362	-0.2658714628	2.8146081203
GRUPOMODELO	0.0100491808	0.0050446947	0.2252586234	-0.1711253371	0.0693822722	0.2754532862	3.4653439986
PEÑOLES	0.0302901829	0.0229262784	0.4695707373	-0.4544490895	0.1469983014	0.0155758939	3.8244590898
SORIANA	0.0134070452	0.0181563230	0.2494827969	-0.2989004984	0.0906057030	-0.5345021738	4.0256132638
TELEVISIA	0.0091362168	0.0171087392	0.1985635732	-0.2073488179	0.0747513041	-0.3722355714	3.2657603827
TELMEX	0.0059010540	0.0049974902	0.1721987497	-0.1905271740	0.0669366427	-0.1164189043	3.4755515052
TVAZTECA	0.0074158209	0.0112785543	0.1963322939	-0.4384255940	0.0931300971	-1.1696067727	7.6676089566
WALMART	0.0148550819	0.0108233854	0.1579318638	-0.2110547540	0.0669473581	-0.2671512698	3.4486178798
INDICE	0.0148840911	0.0299037488	0.1237868021	-0.1966679155	0.0587859314	-0.8892944506	3.980842839

Los cuadros 2 al 7 muestran los estadísticos mencionados de las distribuciones empíricas de los rendimientos de las empresas de los dos mercados para los diferentes periodos estudiados. De acuerdo a los datos, las empresas que presentan mayores rendimientos promedio diarios, semanales y mensuales son Mineros S.A., seguido muy de cerca por Acerías Paz del Rio S. A. para el caso Colombiano; e Industrias Peñoles, S.A.B. de C. V. y Corporación GEO S.A.B. de C.V. para el caso Mexicano en las tres periodicidades consideradas. También, puede observarse que para los

rendimientos diarios y semanales de los dos países, los coeficientes de curtosis presentan datos muy por encima de tres, indicativo de series de rendimientos con distribuciones leptocúrticas; por su parte, los rendimientos mensuales muestran coeficientes de curtosis más cercanos a una normal. En cuanto al sesgo, los cálculos muestran cifras alejadas y mayores que cero en su mayoría para el caso colombiano<sup>1</sup>; el caso mexicano presenta comportamientos con valores negativos en la mitad de los casos para los rendimientos diarios, más casos que en Colombia, y mantienen la misma tendencia de ser cada vez más negativos en los rendimientos semanales y mensuales.

Los hechos descritos anteriormente, permiten sospechar que los datos no presentan distribuciones normales precisamente por tener valores significativamente diferentes a 3 en el caso de la curtosis y de 0 para el sesgo. Sin embargo, para llegar a una conclusión definitiva sobre la ausencia de normalidad en las series de acciones es necesario ensayar pruebas estadísticas univariadas y multivariadas que garanticen el análisis correcto de todas las series de tiempo y de sus portafolios, debido a que series que son consideradas univariadamente normales, pueden no resultar multivariadas por efecto de la correlación cruzada de los precios de las acciones. De igual forma, series que no son univariadamente normales nunca podrán serlo de forma multivariada (Richardson y Smith, 1993). En este sentido, considerando en primer lugar distribuciones univariadas, se aplicó la prueba estadística de Jarque-Bera de normalidad para los rendimientos de las empresas de los distintos mercados bursátiles.

Jarque-Bera es un test estadístico que prueba si una serie está normalmente distribuida, este test estadístico mide la diferencia del sesgo y la curtosis de las series con estas medidas en una distribución normal. El estadístico se calcula como:

$$Jarque - Bera = \frac{N - k}{6} \left( S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right) \quad (2)$$

Donde  $S$  es el sesgo,  $K$  la curtosis y  $k$  el número de coeficientes estimados usados para crear las series. Bajo la hipótesis nula de una distribución normal el estadístico de Jarque-Bera está distribuido como una Chi cuadrado con 2 grados de libertad. La probabilidad reportada es la probabilidad de que un Jarque-Bera exceda (en valor absoluto) el valor observado bajo la hipótesis nula, la mera presencia de un pequeño valor de probabilidad permite el rechazo de la hipótesis de una distribución normal.

---

<sup>1</sup> Es de anotar que a medida que los datos aumentan su periodicidad este valor también aumenta, así el cuadro correspondiente a los rendimientos mensuales, arroja en su mayoría datos positivos para este estadístico.

Cuadro 8. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de Colombia

EMPRESA	DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE
ACERIAS	1931285.61947	0.000000000	32451.5799770	0.000000000	5082.95034378	0.000000000
BANBOGOTA	9873.37153	0.000000000	2646.7468180	0.000000000	28.56221037	0.00000628
BANCOLOMBIA	13275.78713	0.000000000	771.7963845	0.000000000	6.44428622	0.039869522
CEMARGOS	10139.25041	0.000000000	541.2471395	0.000000000	18.16097937	0.000113866
CHOCOLATES	13521.31653	0.000000000	323.7173668	0.000000000	12.66454944	0.001777985
COLTEJER	465557.66517	0.000000000	6605.1364189	0.000000000	69.76145632	0.000000000
CORP.FIN.CBIANA	581544.49933	0.000000000	3260.6083785	0.000000000	90.45222199	0.000000000
EXITO	9342.84962	0.000000000	380.4905065	0.000000000	20.36177105	0.000037888
FABRICATO	2798.72292	0.000000000	337.4332687	0.000000000	20.14838435	0.000042154
GRUPOAVAL	7732.71473	0.000000000	1605.4252522	0.000000000	23.80951804	0.000006758
INTERBOLSA	4577063.48720	0.000000000	71054.8682026	0.000000000	382.74022431	0.000000000
INVARGOS	18928.41452	0.000000000	744.6502916	0.000000000	4.20290949	0.122278415
ISA	11220.11413	0.000000000	676.7406806	0.000000000	38.52072026	0.000000004
MINEROS	11566.34688	0.000000000	482.4858917	0.000000000	27.01277014	0.000001362
PFBANCOLOM	61071.94760	0.000000000	4471.8857445	0.000000000	61.28462882	0.000000000
SURAMERICANA	12110.70195	0.000000000	1302.3710746	0.000000000	10.91101898	0.004272699
TABLEMAC	6533562.69657	0.000000000	42554.0952108	0.000000000	1141.35889844	0.000000000
VALOREM	5993.56355	0.000000000	4501.7494484	0.000000000	41.34709835	0.000000001
INDICE	14131.30464	0.000000000	1257.3033826	0.000000000	16.58787038	0.000250029

Cuadro 9. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de México

EMPRESA	DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE
ALFA	7143.963634	0.000000000	2089.58778	0.000000000	352.3231932	0.000000000
AMERICAMOVIL	1458.123576	0.000000000	483.89179	0.000000000	7.1398171	0.028158428
ASUR	2623216.416	0.000000000	28471.51736	0.000000000	346.9372619	0.000000000
BANORTE	14638.59027	0.000000000	4943.52823	0.000000000	29.5024512	0.000000392
BIMBO	1147.244338	0.000000000	216.93134	0.000000000	14.6326131	0.000664612
CARSO	5790.882837	0.000000000	175.27279	0.000000000	2.3749937	0.304983730
CEMEX	13277.99682	0.000000000	6693.90830	0.000000000	386.9785269	0.000000000
CIAL MEXICANA	31937192.53	0.000000000	1560890.91779	0.000000000	15343.0410580	0.000000000
CONSORCIOARA	27308.41028	0.000000000	1713.54410	0.000000000	19.3455070	0.000062976
ELEKTRA	2848.775678	0.000000000	126.91460	0.000000000	87.3444993	0.000000000
FEMSA	3120.084024	0.000000000	579.24170	0.000000000	25.0402209	0.000003652
GEO	2948.295053	0.000000000	1229.16569	0.000000000	12.9436336	0.001546414
GRUMA	12771760.64	0.000000000	9672.28893	0.000000000	1211.7936843	0.000000000
GRUPOMEXICO	1889.536854	0.000000000	105.84204	0.000000000	6.0238512	0.049196854
ICA	26675.44529	0.000000000	7745.61062	0.000000000	30.1084467	0.000000290
INBURSA	3538.478517	0.000000000	166.04888	0.000000000	7.3627091	0.025188833
KIMBERLY	3746.055945	0.000000000	696.35004	0.000000000	1.4270431	0.489915894
GRUPOMODELO	1025.393237	0.000000000	138.58340	0.000000000	2.3401939	0.310336853
PEÑOLES	2128.278839	0.000000000	633.53790	0.000000000	3.0631645	0.216193323
SORIANA	1422.348879	0.000000000	764.83667	0.000000000	9.8759379	0.007169145
TELEvisa	980.3938386	0.000000000	133.03742	0.000000000	2.8118964	0.245134511
TELMEX	455.1912191	0.000000000	317.05156	0.000000000	1.2616321	0.532157368
TVAZTECA	4827.955800	0.000000000	76.36811	0.000000000	122.6632202	0.000000000
WALMART	1280.972215	0.000000000	32.74918	0.000000008	2.1903174	0.334486515
INDICE	2271.945626	0.000000000	547.93077	0.000000000	18.5644402	0.000093064

Los cuadros 8 y 9 muestran información de la aplicación del test de Jarque Bera y de acuerdo con la columna *P value*, ninguna serie diaria o semanal en los dos países resultó normal para cualquier nivel de significancia incluyendo el índice de bolsa. Para los rendimientos mensuales, sólo la serie de la empresa Inversiones Argos S.A. de Colombia presenta una distribución normal, mientras que para el caso mexicano, ocho series de rendimientos se pueden considerar como normales y esto

significa apenas el 40% de los casos. Este resultado es muy importante, además de particular ya que la falta de normalidad de las series de rendimientos es un asunto conocido y documentado en la literatura empírica para los rendimientos diarios y semanales, pero no así para el caso de los mensuales, en los que se esperaba que presentaran distribuciones normales. Por citar algunos de los últimos trabajos que validan la ausencia de normalidad de los datos diarios pero no así en los mensuales cabe mencionar a Aggrawal *et al* (1999); Ané y Labidi (2004); Aparicio y Estrada (2001); Arbeláez *et al* (2001); Balaban *et al* (2005); Blenman *et al* (2005); Chen *et al* (2003); De la Uz (2002); Harris y Küküközmen (2001); Malevergne *et al* (2005); Ortiz y Arjona (2001); Ramírez (2004); Tolikas y Brown (2006); Wilkens (2005).

Ignorar la caracterización de las distribuciones con colas pesadas, produciría datos de VaR que miden inapropiadamente el verdadero riesgo que enfrenta una firma (Venkataraman, 1997), pero sigue siendo importante mencionar la simplicidad del cálculo que ofrece esta medida. Kupiec (1995) considera técnicas estadísticas alternativas para verificar el ajuste de los estimadores de valores de las colas de la distribución, para un portafolio de inversiones. Este autor expresa enfáticamente que cuando las distribuciones de pérdidas potenciales son de *colas pesadas*, los valores críticos estimados, basados en simulaciones muestran desviaciones significativas y errores estándar de magnitud no despreciable, aún en muestras de gran tamaño, conclusión que será tenida en cuenta ampliamente durante el desarrollo de la investigación aquí propuesta.

#### TRATAMIENTOS PARA NO NORMALIDAD

Es de conocida importancia la distribución normal estacionaria como condición básica para definir modelos que permitan calcular precios de activos financieros y su correspondiente valuación de riesgo, lo que hace que el análisis estadístico descansa en la media y la varianza estacionarias como es de suponerse (Kon, 1984). Sin embargo, este supuesto de normalidad bajo condiciones de estacionariedad sólo se puede encontrar, de acuerdo con hallazgos empíricos, para intervalos de tiempo relativamente largos, particularmente para rendimientos mensuales (Ramírez, 2004).

Para trabajar con el resultado de no normalidad, especialmente de los rendimientos mensuales, se decidió en primera instancia conformar dos conjuntos de datos dividiendo el periodo bajo estudio en dos partes iguales, considerando un primer momento comprendido del 1 de julio de 2001 al 31 de diciembre de 2005 y un segundo momento que va del 1 de enero de 2006 al 1 de julio de 2010.



Cuadro 10. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de Colombia de 2001 a 2005

EMPRESA	DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE
ACERIAS	1249894.41438	0.000000000	12293.3203654	0.000000000	1315.08772176	0.000000000
BANBOGOTA	4140.44829	0.000000000	42.6253756	0.000000001	1.05484042	0.590125409
BANCOLOMBIA	520.14242	0.000000000	14.7290261	0.000633334	1.38671837	0.499894010
CEMARGOS	1677.26646	0.000000000	36.7804491	0.000000010	4.80466921	0.090506410
CHOCOLATES	1633.11769	0.000000000	41.1898589	0.000000001	4.94284955	0.084464431
COLTEJER	466669.40338	0.000000000	2956.1091715	0.000000000	9.84092110	0.007295770
CORP.FIN.CBIANA	317030.32193	0.000000000	1278.5839352	0.000000000	19.65453550	0.000053960
EXITO	5400.06970	0.000000000	356.7428874	0.000000000	53.66154743	0.000000000
FABRICATO	1731.23078	0.000000000	118.3800630	0.000000000	16.98363041	0.000205141
GRUPOAVAL	5961.20356	0.000000000	1013.8120024	0.000000000	24.78074781	0.000004158
INTERBOLSA	6432182.70325	0.000000000	81593.8156728	0.000000000	232.40825066	0.000000000
INVARGOS	1125.86544	0.000000000	197.5920138	0.000000000	0.21160431	0.899602611
ISA	5291.03169	0.000000000	417.1844139	0.000000000	7.55445943	0.022886004
MINEROS	13923.14444	0.000000000	181.5127103	0.000000000	7.08932384	0.028878384
PFBANCOLOM	60164.52870	0.000000000	2937.2084681	0.000000000	20.93407744	0.000028459
SURAMERICANA	293.66839	0.000000000	6.3928623	0.040907937	0.18072612	0.913599433
TABLEMAC	4050608.30264	0.000000000	19694.2273107	0.000000000	566.04458005	0.000000000
VALOREM	1965.79630	0.000000000	1262.2517968	0.000000000	3.99661199	0.135564736
INDICE	2133.36420	0.000000000	28.2277333	0.000000742	1.11369853	0.573011632

Cuadro 11. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de México de 2001 a 2005

EMPRESA	DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE
ALFA	783.307879	0.000000000	721.32260502	0.000000000	180.65069517	0.000000000
AMERICAMOVIL	342.190345	0.000000000	19.73029362	0.000051954	2.44341558	0.294726407
ASUR	2321394.020261	0.000000000	25800.24276941	0.000000000	319.49934268	0.000000000
BANORTE	496.796507	0.000000000	4.39584934	0.111033350	23.55963828	0.000007658
BIMBO	609.741879	0.000000000	36.03816365	0.000000015	32.89626551	0.000000072
CARSO	865.812727	0.000000000	38.27532815	0.000000005	3.81295269	0.148603091
CEMEX	124.999953	0.000000000	3.27921128	0.194056556	0.17411157	0.916625960
CIALMEXICANA	875.361105	0.000000000	29.85085352	0.000000330	11.30899228	0.003501737
CONSORCIOARA	299.321536	0.000000000	6.23811912	0.044198715	0.18476752	0.911755185
ELEKTRA	967.216346	0.000000000	44.51089061	0.000000000	47.31541918	0.000000000
FEMSA	317.240376	0.000000000	52.15928681	0.000000000	30.56455276	0.000000231
GEO	530.241596	0.000000000	61.26190998	0.000000000	7.34210215	0.025449706
GRUMA	1847.477753	0.000000000	136.95832526	0.000000000	1.63749877	0.440982809
GRUPOMEXICO	263.048646	0.000000000	18.68526613	0.000087608	6.23942927	0.044169771
ICA	12750.286331	0.000000000	504.65381782	0.000000000	10.52533286	0.005181470
INBURSA	170.268403	0.000000000	135.59143358	0.000000000	10.08951653	0.006443018
KIMBERLY	3054.460346	0.000000000	5.64011921	0.059602390	0.73860620	0.691215870
GRUPOMODELO	550.069473	0.000000000	95.50293394	0.000000000	0.82132129	0.663211957
PEÑOLES	1442.491446	0.000000000	28.59534143	0.000000617	2.47877582	0.289561402
SORIANA	149.888173	0.000000000	6.40885469	0.040582134	11.78748343	0.002756643
TELEvisa	175.524389	0.000000000	84.70027754	0.000000000	5.48467273	0.064419663
TELMEX	45.399021	0.000000000	1.86394782	0.393775666	0.83388262	0.659059599
TVAZTECA	2831.180634	0.000000000	40.75126649	0.000000001	42.41985713	0.000000001
WALMART	419.825979	0.000000000	25.95789096	0.000002308	0.63411566	0.728288638
INDICE	239.315024	0.000000000	34.01745270	0.000000041	6.87353220	0.032168547

Cuadro 12. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de Colombia de 2006 a 2010

EMPRESA	DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE
ACERIAS	37552.4564513	0.000000000	135.689690409	0.000000000	128.458328587	0.000000000
BANBOGOTA	4886.6370942	0.000000000	24.086529456	0.000005884	24.157093139	0.000005680
BANCOLOMBIA	11323.5332698	0.000000000	7.685811423	0.021431238	7.271332809	0.026366358
CEMARGOS	4890.2770504	0.000000000	14.682209006	0.000648334	13.567242653	0.001132168
CHOCOLATES	15171.0800372	0.000000000	6.991638070	0.030323902	6.163334778	0.045882689
COLTEJER	2528.3690781	0.000000000	90.325504610	0.000000000	84.370310846	0.000000000
CORP.FIN.CBIANA	6726.4643909	0.000000000	10.265249343	0.005901052	10.808101249	0.004498323
EXITO	4177.6938196	0.000000000	1.783007831	0.410038625	1.945593741	0.378024273
FABRICATO	1118.4734500	0.000000000	1.686371013	0.430337495	1.428182652	0.489636830
GRUPOVAL	2551.4104010	0.000000000	0.338330958	0.844369166	0.370459219	0.830913476
INTERBOLSA	7823.1874304	0.000000000	14.225265925	0.000814747	13.092724177	0.001435328
INVARGOS	11158.8760665	0.000000000	6.415131256	0.040454976	5.720009058	0.057268501
ISA	5845.8155895	0.000000000	0.570118571	0.751969672	0.447764042	0.799409442
MINEROS	952.8827325	0.000000000	5.189428203	0.074667220	4.579747074	0.101279269
PFBANCOLOM	497.2492613	0.000000000	16.453527850	0.000267400	16.516681563	0.000259089
SURAMERICANA	11399.1558102	0.000000000	24.684095297	0.000004364	23.206457100	0.000009137
TABLEMAC	744.5863809	0.000000000	0.354864306	0.837417814	0.649652608	0.722652865
VALOREM	2098.1792702	0.000000000	55.289198170	0.000000000	53.507228335	0.000000000
INDICE	6707.1802734	0.000000000	24.174548427	0.000005631	22.744983818	0.000011508

Cuadro 13. Prueba de normalidad de Jarque-Bera para rendimientos diarios, semanales y mensuales de México de 2006 a 2010

EMPRESA	DIARIO		SEMANAL		MENSUAL	
	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE	JARQUEBERA	P VALUE
ALFA	5558.682782	0.000000000	1207.6004125	0.000000000	181.379183584	0.000000000
AMERICAMOVIL	929.902000	0.000000000	455.4520865	0.000000000	2.968810753	0.226637064
ASUR	595.373060	0.000000000	18.5123330	0.000095521	306.429223025	0.000000000
BANORTE	4864.571177	0.000000000	1822.6486814	0.000000000	30.683579409	0.000000217
BIMBO	497.634134	0.000000000	162.0964413	0.000000000	33.034872494	0.000000067
CARSO	1943.285451	0.000000000	55.6032446	0.000000000	5.472706964	0.064806234
CEMEX	2765.772043	0.000000000	1173.3639922	0.000000000	0.309527662	0.856617460
CIALMEXICANA	6195766.185237	0.000000000	247096.3715947	0.000000000	13.452237210	0.001199178
CONSORCIOARA	13526.055195	0.000000000	520.7711872	0.000000000	0.292387520	0.863990280
ELEKTRA	1933.635567	0.000000000	70.4006841	0.000000000	52.350984514	0.000000000
FEMSA	1432.980248	0.000000000	303.0032901	0.000000000	35.878853211	0.000000016
GEO	973.743176	0.000000000	485.4518220	0.000000000	6.106994008	0.047193599
GRUMA	2840299.350220	0.000000000	2026.8183490	0.000000000	2.004956402	0.366968891
GRUPOMEXICO	950.432978	0.000000000	57.4941547	0.000000000	6.117189640	0.046953627
ICA	14070.686414	0.000000000	9732.3219407	0.000000000	9.064061130	0.010758807
INBURSA	2770.992240	0.000000000	55.3579384	0.000000000	8.992224378	0.011152270
KIMBERLY	1103.177792	0.000000000	399.0411429	0.000000000	0.775325045	0.678641331
GRUPOMODELO	276.078190	0.000000000	30.1920822	0.000000278	0.754776282	0.685649894
PEÑOLES	731.354165	0.000000000	392.7741013	0.000000000	2.035341912	0.361435760
SORIANA	625.745524	0.000000000	399.6589310	0.000000000	12.189050421	0.002255181
TELEVISIA	922.531976	0.000000000	54.4942878	0.000000000	6.060913907	0.048293565
TELMEX	170.388629	0.000000000	119.2882594	0.000000000	0.487348742	0.783742802
TVAZTECA	1084.342793	0.000000000	40.7759390	0.000000001	43.090367674	0.000000000
WALMART	535.185701	0.000000000	6.4349216	0.040056641	0.981047189	0.612305710
INDICE	860.442813	0.000000000	194.6176610	0.000000000	9.285300851	0.009632135

Los cuadros anteriores, del 10 al 13, muestran los resultados del procedimiento mencionado de dos periodos. De estos dos subconjuntos se puede observar que las series de rendimientos diarios y semanales se mantienen clasificadas como no normales, excepto en algunos pocos casos, sobre todo

en el mercado colombiano. En cuanto a los rendimientos mensuales que son nuestro interés en esta prueba, sí se identifican cambios tales como:

Para el periodo de 2001 a 2005, 7 empresas y el índice de bolsa, para el caso de Colombia y 10 empresas en el mexicano, muestran ahora distribuciones normales y para el periodo de 2006 a 2010, la misma cantidad para Colombia, esta vez el índice no está incluido y para México 9 series se observan con P values mayores que 0.05. De lo anterior se puede concluir que, para un nivel de significancia del 5%, el período de análisis influyó para declarar una serie de rendimientos bursátiles mensuales como distribuidos normalmente; sin embargo, contrario a lo esperado, la mayoría de las series objeto de estudio siguen clasificándose como no normales.

Esto no deja de sorprender si tomamos en cuenta que en la mayoría de los estudios elaborados para Latinoamérica y los principales mercados desarrollados se reporta, la existencia de normalidad en las series accionarias mensuales como ya se mencionó. Además, en los estudios se insiste en que, aparejado a la presencia de normalidad en las series mensuales, hay tal similitud entre los patrones descritos por las series individuales y los índices accionarios de las bolsas, que estos últimos terminan por resumir el comportamiento de las primeras. La situación para Colombia es diferente porque la agrupación mensual de los datos no altera la estructura de sesgo y curtosis de las series diarias ni el IGBC expresa el comportamiento general de las acciones individuales.

Adicional a lo anterior, se decidió aplicar pruebas de normalidad para series multivariadas y para esto se utilizó el procedimiento propuesto por Urzúa (1996), utilizando las pruebas de medición de sesgo y curtosis de forma individual así como también la prueba de ómnibus ajustada para normales multivariadas. En las pruebas multivariadas, se debe escoger una factorización de los  $k$  residuales que son ortogonales entre sí, sea  $P$  una matriz de factorización  $k \times k$  tal que:

$$v_t = P u_t \sim N(0, I_k) \quad (3)$$

Donde  $u_t$  son los residuales degradados. Si se definen los tercer y cuarto momentos como  $m_3 = \sum_t v_t^3 / T$  y  $m_4 = \sum_t v_t^4 / T$ . Entonces:

$$\sqrt{T} \begin{bmatrix} m_3 \\ m_4 - 3 \end{bmatrix} \rightarrow N \left( 0, \begin{bmatrix} 6I_k & 0 \\ 0 & 24I_k \end{bmatrix} \right) \quad (4)$$

bajo la hipótesis nula de una distribución normal. Como cada componente es independiente del otro se puede formar un estadístico Chi cuadrado asumiendo cuadrados de cualquiera de esos terceros o cuartos momentos.

De acuerdo con Urzúa, la matriz  $P$  se factoriza  $P = GD^{-\frac{1}{2}}G'$  donde  $D$  es la matriz diagonal que contiene los eigenvalores de la matriz de covarianza de los residuales en la diagonal y  $G$  es una matriz cuyas columnas son los eigenvalores correspondientes. Según el autor, esta es la alternativa más parecida a la normal multivariada con terceros y cuartos momentos finitos.

Cuadro 14. Prueba Urzúa de normalidad multivariada para rendimientos mensuales de Colombia

Component	Skewness	Chi-sq	Prob.	Kurtosis	Chi-sq	Prob.	Jarque-Bera	Prob.
1	-0.084456666	0.135693868	0.7125999833	4.043704902	6.236237473	0.012516210	6.371931341	0.0413383073
2	0.721792354	9.910987216	0.0016429497	4.705469423	16.01046189	0.000062993	25.92144911	0.000023509
3	0.523188617	5.20725605	0.0224928067	4.962790633	21.03275706	0.000004515	26.24001311	0.0000020047
4	1.100886424	23.05565119	0.0000015738	4.631696571	14.69676678	0.000126263	37.75241797	0.0000000063
5	0.663998324	8.387380154	0.0037783511	6.958789374	83.222995	0.000000000	91.61037516	0.0000000000
6	0.974618662	18.07015207	0.0000212913	8.066913862	135.517873	0.000000000	153.588025	0.0000000000
7	0.710984111	9.616391837	0.0019284825	4.259467349	8.925944319	0.002811480	18.54233616	0.0000940985
8	1.096660135	22.87897027	0.0000017253	6.583941345	68.40460141	0.000000000	91.28357168	0.0000000000
9	0.974685578	18.0726335	0.0000212636	5.624270725	37.08278347	0.000000001	55.15541698	0.0000000000
10	2.192620275	91.45747612	0.0000000000	11.55462388	11.55462388	0.000000000	474.3679475	0.0000000000
11	0.004542238	0.000392493	0.9841937908	3.240092925	0.449963058	0.502352498	0.450355551	0.7983742746
12	0.927966934	16.38163947	0.0000517844	5.759489839	40.92020335	0.000000000	57.30184282	0.0000000000
13	0.975684097	18.10968154	0.0000208538	4.177488027	7.847331546	0.005089578	25.95701309	0.0000023094
14	5.397086127	554.1292284	0.0000000000	42.33409751	8014.516525	0.000000000	8568.645753	0.0000000000
15	0.049790101	0.047160497	0.8280800109	10.60391091	303.014558	0.000000000	303.0617185	0.0000000000
16	0.428081024	3.486135911	0.0618848763	4.076372666	6.612578438	0.010126094	10.09871435	0.0064134549
17	-3.626450645	250.1819098	0.0000000000	31.2413876	4136.067867	0.000000000	4386.249776	0.0000000000
18	0.449672457	3.846670039	0.0498448591	5.476009503	33.09234552	0.000000009	36.93901556	0.0000000095
Joint		1052.97541	0.0000000000		13316.56226	0.000000000	40337.45348	0.0000000000

Cuadro 15. Prueba Urzúa de normalidad multivariada para rendimientos mensuales de México

Component	Skewness	Chi-sq	Prob.	Kurtosis	Chi-sq	Prob.	Jarque-Bera	Prob.
1	0.093517315	0.166370539	0.6833577766	4.152665927	7.534438197	0.0060530609	7.700808736	0.0212711333
2	-0.117810798	0.264035643	0.6073610715	3.314597315	0.705813025	0.4008373003	0.969848668	0.6157437859
3	-0.499775667	4.751629565	0.0292705630	4.23464709	8.592052378	0.0033763327	13.34368194	0.0012660658
4	0.099911268	0.189898399	0.6630011930	3.064833665	0.074235967	0.7852662055	0.264134366	0.8762821220
5	0.68077271	8.816508636	0.0029851730	5.957037058	46.86602353	0.0000000000	55.68253216	0.0000000000
6	0.070890046	0.095601097	0.7571737517	2.300251485	2.147054943	0.1428436601	2.24265604	0.3258467761
7	0.094652213	0.170433084	0.6797271985	4.352367966	10.23217337	0.0013801195	10.40260645	0.0055093798
8	-4.951731986	466.4516372	0.0000000000	42.06041168	7903.529636	0.0000000000	8369.981273	0.0000000000
9	-0.210347215	0.841716606	0.3589062816	4.797300384	17.72427992	0.0000255347	18.56599653	0.0000929919
10	-0.047026815	0.042071064	0.8374843715	4.763542747	17.08414284	0.0000357596	17.12621391	0.0001910249
11	0.068141354	0.088331149	0.7663095722	2.974190438	0.004415393	0.9470208194	0.092746542	0.9546855394
12	-0.198098547	0.746543196	0.3875728871	3.42898919	1.210257823	0.2712810668	1.956801019	0.3759118858
13	-0.012885379	0.003158543	0.9551817545	4.412035578	11.11815459	0.0008548680	11.12131313	0.0038462503
14	-0.159291286	0.482699	0.4872023174	4.078296518	6.63508548	0.0099989398	7.11778448	0.0284703456
15	0.675215155	8.67314733	0.0032293298	4.665825734	15.2975258	0.0000918367	23.97067313	0.0000062350
16	-0.086684021	0.142945491	0.7053701784	2.632443397	0.50449182	0.4775330767	0.647437311	0.7234537536
17	-0.136148337	0.3526282	0.5526291270	2.852217728	0.044424723	0.8330653982	0.397052923	0.8199380737
18	0.52635604	5.270497144	0.0216898174	3.685134126	2.830081524	0.0925136631	8.100578668	0.0174173345
19	0.173855061	0.57499893	0.4482792846	4.455896867	11.79289056	0.0005945734	12.36788949	0.0020622766
20	0.552980988	5.817183474	0.0158703385	3.977660362	5.50906446	0.0189181635	11.32624793	0.0034716546
21	-0.222836653	0.944638439	0.3310878019	2.777637445	0.144611473	0.7037389511	1.089249912	0.5800592902
22	0.125227365	0.298325823	0.5849338880	2.728589856	0.241821747	0.6228934385	0.540147569	0.7633231707
23	-0.432788389	3.563227598	0.0590727723	4.057020991	6.388311083	0.0114874275	9.951538681	0.0069032060
24	-0.188985781	0.679439232	0.4097798896	2.438254926	1.326247868	0.2494738245	2.005687099	0.3668348436
Joint		509.4276653	0.0000000000		8077.537234	0.0000000000	58997.29969	0.0000000000

Los cuadros 14 y 15 contienen los resultados de la prueba Urzúa aplicados para las series mensuales de los dos países, en ellos la primera columna muestra la numeración de cada componente ortogonal que se usó para la prueba, que son precisamente los rendimientos mensuales de las 18 y 24 empresas de Colombia y México respectivamente, excluyendo los índices de bolsa. La segunda columna contiene el valor de los terceros momentos, la tercera, el estadístico Chi cuadrado para el tercer momento, la quinta columna el valor de los cuartos momentos y la sexta columna exhibe el estadístico Chi cuadrado para el cuarto momento. La suma de la tercera y sexta columnas corresponde a los estadísticos Jarque-Bera reportados en la octava columna del mismo cuadro. La última fila del cuadro contiene el estadístico para la prueba conjunta.

Con estos datos, se concluye que los rendimientos mensuales de ambos países, no se comportan como una normal aún considerándolos como un conjunto, es decir, de forma multivariada. De aquí que se confirme, en efecto, que los momentos cruzados para cualquier combinación de series de rendimientos afecta seriamente el supuesto de normalidad multivariada para valores  $p$  menores que cinco por ciento. Es decir que en el periodo estudiado, los rendimientos muestran altos niveles de cosesgos y cocurtosis (cuyo análisis estadístico por pares se observa más adelante) que impiden a las series mantener su normalidad univariada y multivariada<sup>2</sup>.

El resultado es de alguna manera estándar porque, en principio, el rechazo a la hipótesis de normalidad de los índices diarios no parece ser más que una consecuencia de la falta de normalidad univariada registrada por cada activo. Esto obedece a que las distribuciones que no son univariadamente normales nunca pueden ser multivariadamente normales, por efecto del principio de agregación Gaussiana, como tampoco lo pueden ser las que son univariadamente normales cuando haya correlación importante entre los rendimientos (Richardson y Smith 1993). De aquí que uno pueda sentirse tentado a concluir que la asimetría o leptocurtosis de los índices se explique por el comportamiento agregado de las acciones individuales y que la inusitada ausencia de normalidad de las series mensuales se explique por una gran correlación cruzada de los rendimientos.

Para continuar corroborando las discrepancias entre los datos empíricos y la distribución normal se compararon estos dos conjuntos de datos haciendo coincidir los dos primeros momentos centrales teóricos con los estimados de la muestra. Se exponen entonces las diferencias probabilísticas entre la distribución normal ajustada y la distribución empírica para diferentes intervalos de los rendimientos diarios en los cuadros 16 a 21. Los intervalos se definen con una longitud de una desviación estándar. El primer renglón presenta los intervalos de rendimientos que se van a comparar, así [Me-4D, Me-3D] por ejemplo, indica que se calculan las probabilidades de ocurrencia de los datos en un intervalo que va desde la media menos cuatro desviaciones estándar hasta la media menos tres desviaciones estándar; el segundo renglón muestra la probabilidad de ocurrencia teórica, bajo el supuesto de normalidad, y los siguientes renglones muestran las probabilidades empíricas de ocurrencia, estimadas sobre la frecuencia relativa, según los datos para cada empresa, para cada periodicidad, para cada país.

Se observa con este ejercicio un comportamiento similar para los intervalos de rendimiento negativo y positivo en todos los casos considerados. En términos generales, para una distancia de una desviación estándar del valor promedio, los resultados exhiben una frecuencia relativa de ocurrencia superior a lo que indica una distribución normal en el caso mexicano; para Colombia esto se detecta en la gran mayoría de los casos no así para una desviación por encima de la media, que muestra valores menores. Para los demás intervalos de rendimientos se tiene una frecuencia relativa inferior en los datos empíricos con respecto a la probabilidad de ocurrencia esperada por una distribución normal. A partir de 3 o más desviaciones estándares de la media, la frecuencia

---

<sup>2</sup> Intentando modelar y analizar las series de tiempo financieras, Case (1998) no ignora los hallazgos de Turner y Weigel (1990) quienes investigando retornos de corto y largo plazo de dos índices de bolsa norteamericanos concluyen que la distribución de los mismos se desvía perceptiblemente de la normal debido a que encuentran más observaciones en las colas, y cerca a la media, que lo que una hipótesis de normalidad pudiera predecir y muchas menos en el rango intermedio. Esto no es otra cosa que una caracterización de series leptocúrticas y sesgadas.

relativa de los datos supera largamente la probabilidad correspondiente a la de una distribución normal teórica haciéndose menos notorio a medida que la periodicidad de los datos aumenta. Por lo tanto, la descripción del comportamiento de los rendimientos, según una distribución normal, subestimaría las probabilidades de ocurrencia de rendimientos alrededor de la media y de los rendimientos extremos.

Para dar una apreciación más clara de las diferencias entre las series de tiempo empíricas y la distribución normal teórica, también se muestra la diferencia de valores en los intervalos ahora expresados en números de eventos de rendimientos diarios, semanales y mensuales para los dos países. Los cuadros 22 a 27 presentan estos datos considerando sólo los rangos de valores extremos; específicamente, se da la información de la ocurrencia del número de eventos entre 3, 4, 5 y 6 desviaciones estándar por encima y debajo de la media. En este ejercicio, la primera fila muestra bajo el título de Esperados, la cantidad de datos teóricos de una distribución normal para el intervalo correspondiente; donde, por ejemplo, >6 indica la cantidad de datos que se encuentran 6 desviaciones estándar por encima de la media.

Además de los ejercicios mencionados en los párrafos anteriores, se calcula una prueba Chi cuadrado para el caso de las diferencias probabilísticas entre la distribución normal ajustada y la distribución empírica y para las diferencias entre el número de eventos. Los resultados confirman la situación descrita hasta el momento; esto es: hay diferencias significativas entre el valor de una normal teórica y las distribuciones empíricas para la totalidad de los rendimientos diarios y semanales de las empresas de los dos países. Sólo en el caso de los rendimientos mensuales para el caso colombiano, 10 de las 19 series analizadas resultan normales y para el mexicano 18 de las 25 muestran el mismo resultado.

Cuadro 16. Discrepancias probalísticas entre las distribuciones empíricas y la distribución normal ajustada para los rendimientos diarios de Colombia

EMPRESA	[Me-6D, Me-5D]	[Me-5D, Me-4D]	[Me-4D, Me-3D]	[Me-3D, Me-2D]	[Me-2D, Me-D]	[Me-D, Me]	[Me, Me+D]	[Me+D, Me+2D]	[Me+2D, Me+3D]	[Me+3D, Me+4D]	[Me+4D, Me+5D]	[Me+5D, Me+6D]
TEORICO	0.0000000000	0.0000300000	0.0013100000	0.0213600000	0.1358500000	0.3414400000	0.3414400000	0.1358500000	0.0213600000	0.0013100000	0.0000300000	0.0000000000
ACERIAS	0.0004559964	0.0009119927	0.0041039672	0.0177838577	0.0410396717	0.6703146375	0.1915184679	0.0460556316	0.0186958504	0.0059279526	0.0018239854	0.0000000000
BANBOGOTA	0.0036479708	0.0027359781	0.0050159599	0.0113999088	0.0592795258	0.4883720930	0.3369813041	0.0665754674	0.0155038760	0.0041039672	0.0036479708	0.0013679891
BANCBIA	0.0004559964	0.0018239854	0.0063839489	0.0168718650	0.0802553580	0.4373005016	0.3442772458	0.0866393069	0.0214318285	0.0022799818	0.0004559964	0.0009119927
CEMARGOS	0.0018239854	0.0027359781	0.0045599635	0.0200638395	0.0642954856	0.4879160967	0.3214774282	0.0711354309	0.0159598723	0.0063839489	0.0022799818	0.0004559964
CHOCOLATES	0.0022799818	0.0009119927	0.0059279526	0.0145918833	0.0638394893	0.5139078887	0.2982216142	0.0729594163	0.0164158687	0.0050159599	0.0036479708	0.0018239854
COLTEJER	0.0009119927	0.0013679891	0.0027359781	0.0255357957	0.0364797082	0.7414500684	0.1244870041	0.0323757410	0.0218878249	0.0045599635	0.0068399453	0.0004559964
CORP.FIN.CBIAN	0.0009119927	0.0059279526	0.0059279526	0.0100319197	0.0264477884	0.7710898313	0.1162790698	0.0396716826	0.0113999088	0.0082079343	0.0018239854	0.0000000000
ÉXITO	0.0022799818	0.0013679891	0.0068399453	0.0127678979	0.0761513908	0.5490196078	0.2457820337	0.0811673507	0.0145918833	0.0063839489	0.0022799818	0.0004559964
FABRICATO	0.0004559964	0.0018239854	0.0095759234	0.0177838577	0.0611035112	0.5549475604	0.2558139535	0.0620155039	0.0237118103	0.0082079343	0.0027359781	0.0018239854
GRUPOAVAL	0.0027359781	0.0022799818	0.0045599635	0.0136798906	0.0579115367	0.5955312358	0.2279981760	0.0592795258	0.0200638395	0.0100319197	0.0036479708	0.0013679891
INTERBOLSA	0.0009119927	0.0009119927	0.0031919745	0.0072959416	0.0323757410	0.7150022800	0.1906064751	0.0296397629	0.0095759234	0.0063839489	0.0013679891	0.0004559964
INVARGOS	0.0013679891	0.0031919745	0.0050159599	0.0191518468	0.0665754674	0.4377564979	0.3588691290	0.0829913361	0.0182398541	0.0041039672	0.0013679891	0.0000000000
ISA	0.0013679891	0.0031919745	0.0059279526	0.0145918833	0.0638394893	0.4623803010	0.3479252166	0.0775193798	0.0150478796	0.0036479708	0.0022799818	0.0009119927
MINEROS	0.0004559964	0.0018239854	0.0050159599	0.0159598723	0.0615595075	0.6835385317	0.1395348837	0.0556315549	0.0168718650	0.0095759234	0.0077519380	0.0013679891
PFBANCOLOM	0.0009119927	0.0031919745	0.0050159599	0.0109439124	0.0688554492	0.5079799362	0.3100775194	0.0683994528	0.0150478796	0.0050159599	0.0036479708	0.0000000000
SURAMERICANA	0.0013679891	0.0041039672	0.0045599635	0.0173278614	0.0706794346	0.4277245782	0.3748290014	0.0752393981	0.0173278614	0.0045599635	0.0009119927	0.0009119927
TABLEMAC	0.0004559964	0.0004559964	0.0018239854	0.0173278614	0.0442316461	0.6133150935	0.2466940264	0.0497036024	0.0186958504	0.0054719562	0.0018239854	0.0000000000
VALOREM	0.0036479708	0.0009119927	0.0041039672	0.0218878249	0.0656634747	0.2006383949	0.6082991336	0.0620155039	0.0223438212	0.0059279526	0.0018239854	0.0022799818
INDICE	0.0022799818	0.0031919745	0.0059279526	0.0150478796	0.0679434565	0.3871409029	0.4190606475	0.0816233470	0.0113999088	0.0031919745	0.0009119927	0.0018239854

Cuadro 17. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y la distribución normal ajustada para los rendimientos semanales de Colombia

EMPRESA	[Me-6D, Me-5D]	[Me-5D, Me-4D]	[Me-4D, Me-3D]	[Me-3D, Me-2D]	[Me-2D, Me-D]	[Me-D, Me]	[Me, Me+D]	[Me+D, Me+2D]	[Me+2D, Me+3D]	[Me+3D, Me+4D]	[Me+4D, Me+5D]	[Me+5D, Me+6D]
TEORICO	0.0000000000	0.0000300000	0.0013100000	0.0213600000	0.1358500000	0.3414400000	0.3414400000	0.1358500000	0.0213600000	0.0013100000	0.0000300000	0.0000000000
ACERIAS	0.0000000000	0.0000000000	0.0021276596	0.0127659574	0.0404255319	0.6404255319	0.2340425532	0.0446808511	0.0085106383	0.0063829787	0.0063829787	0.0021276596
BANBOGOTA	0.0042553191	0.0021276596	0.0042553191	0.0085106383	0.0702127660	0.4297872340	0.3723404255	0.0851063830	0.0170212766	0.0042553191	0.0000000000	0.0021276596
BANCBIA	0.0021276596	0.0000000000	0.0063829787	0.0127659574	0.0851063830	0.4148936170	0.3702127660	0.0787234043	0.0234042553	0.0042553191	0.0021276596	0.0000000000
CEMARGOS	0.0021276596	0.0063829787	0.0021276596	0.0085106383	0.1000000000	0.3872340426	0.3872340426	0.0765957447	0.0212765957	0.0085106383	0.0000000000	0.0000000000
CHOCOLATES	0.0021276596	0.0021276596	0.0021276596	0.0191489362	0.0723404255	0.4446808511	0.3468085106	0.0787234043	0.0191489362	0.0127659574	0.0000000000	0.0000000000
COLTEJER	0.0042553191	0.0000000000	0.0042553191	0.0042553191	0.0595744681	0.6553191489	0.2000000000	0.0340425532	0.0170212766	0.0106382979	0.0063829787	0.0042553191
CORP.FIN.CBIAN	0.0021276596	0.0000000000	0.0063829787	0.0127659574	0.0446808511	0.5872340426	0.2680851064	0.0510638298	0.0063829787	0.0106382979	0.0085106383	0.0021276596
ÉXITO	0.0000000000	0.0021276596	0.0042553191	0.0170212766	0.0787234043	0.4595744681	0.3106382979	0.0978723404	0.0191489362	0.0085106383	0.0000000000	0.0021276596
FABRICATO	0.0000000000	0.0042553191	0.0042553191	0.0106382979	0.0702127660	0.5148936170	0.2723404255	0.0829787234	0.0276595745	0.0085106383	0.0042553191	0.0000000000
GRUPOAVAL	0.0042553191	0.0021276596	0.0063829787	0.0063829787	0.0553191489	0.5297872340	0.2978723404	0.0659574468	0.0212765957	0.0063829787	0.0021276596	0.0021276596
INTERBOLSA	0.0000000000	0.0042553191	0.0000000000	0.0085106383	0.0297872340	0.6829787234	0.2212765957	0.0319148936	0.0085106383	0.0021276596	0.0021276596	0.0063829787
INVARGOS	0.0021276596	0.0042553191	0.0021276596	0.0148936170	0.0829787234	0.3957446809	0.3893617021	0.0829787234	0.0191489362	0.0042553191	0.0000000000	0.0021276596
ISA	0.0000000000	0.0000000000	0.0106382979	0.0127659574	0.0659574468	0.4680851064	0.3148936170	0.0936170213	0.0234042553	0.0085106383	0.0000000000	0.0000000000
MINEROS	0.0000000000	0.0000000000	0.0042553191	0.0148936170	0.0574468085	0.5680851064	0.2510638298	0.0553191489	0.0255319149	0.0170212766	0.0063829787	0.0000000000
PFBANCOLOM	0.0042553191	0.0000000000	0.0000000000	0.0127659574	0.0744680851	0.4425531915	0.3531914894	0.0914893617	0.0148936170	0.0042553191	0.0000000000	0.0021276596
SURAMERICANA	0.0042553191	0.0021276596	0.0021276596	0.0106382979	0.0808510638	0.4170212766	0.3617021277	0.0957446809	0.0191489362	0.0063829787	0.0000000000	0.0000000000
TABLEMAC	0.0021276596	0.0000000000	0.0000000000	0.0170212766	0.0446808511	0.5297872340	0.3212765957	0.0553191489	0.0212765957	0.0042553191	0.0042553191	0.0000000000
VALOREM	0.0021276596	0.0000000000	0.0021276596	0.0106382979	0.0638297872	0.4148936170	0.4276595745	0.0468085106	0.0148936170	0.0106382979	0.0042553191	0.0021276596
INDICE	0.0042553191	0.0063829787	0.0021276596	0.0085106383	0.0893617021	0.3723404255	0.4127659574	0.0723404255	0.0319148936	0.0000000000	0.0000000000	0.0000000000



Cuadro 18. Discrepancias  
probabilísticas entre las  
distribuciones empíricas y la  
distribución normal ajustada para los  
rendimientos mensuales de  
Colombia

EMPRESA	[Me-6D, Me-5D]	[Me-5D, Me-4D]	[Me-4D, Me-3D]	[Me-3D, Me-2D]	[Me-2D, Me-D]	[Me-D, Me]	[Me, Me+D]	[Me+D, Me+2D]	[Me+2D, Me+3D]	[Me+3D, Me+4D]	[Me+4D, Me+5D]	[Me+5D, Me+6D]
TEORICO	0.000000000	0.000030000	0.001310000	0.021360000	0.135850000	0.341440000	0.341440000	0.135850000	0.021360000	0.001310000	0.000030000	0.000000000
ACERIAS	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.055555556	0.648148148	0.222222222	0.037037037	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
BANBOGOTA	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.027777778	0.074074074	0.370370370	0.379629629	0.111111111	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
BANCBIA	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.027777778	0.074074074	0.398148148	0.342592592	0.129629629	0.009259259	0.009259259	0.000000000	0.000000000
CEMARGOS	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.000000000	0.092592592	0.435185185	0.333333333	0.083333333	0.027777778	0.009259259	0.000000000	0.000000000
CHOCOLATES	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.092592592	0.444444444	0.296296296	0.083333333	0.055555556	0.009259259	0.000000000	0.000000000
COLTEJER	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.009259259	0.046296296	0.583333333	0.250000000	0.037037037	0.037037037	0.027777778	0.000000000	0.000000000
CORP.FIN.CBIAN	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.018518518	0.074074074	0.518518518	0.268518518	0.064814814	0.037037037	0.000000000	0.009259259	0.000000000
ÉXITO	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.000000000	0.111111111	0.416666667	0.305555556	0.120370370	0.027777778	0.009259259	0.000000000	0.000000000
FABRICATO	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.083333333	0.509259259	0.259259259	0.083333333	0.037037037	0.009259259	0.000000000	0.000000000
GRUPOAVAL	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.037037037	0.083333333	0.472222222	0.268518518	0.092592592	0.037037037	0.009259259	0.000000000	0.000000000
INTERBOLSA	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.009259259	0.046296296	0.657407407	0.194444444	0.037037037	0.027777778	0.009259259	0.000000000	0.009259259
INVARGOS	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.046296296	0.055555556	0.416666667	0.324074074	0.129629629	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
ISA	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.092592592	0.481481481	0.287037037	0.092592592	0.018518518	0.018518518	0.000000000	0.000000000
MINEROS	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.111111111	0.490740740	0.250000000	0.092592592	0.018518518	0.027777778	0.000000000	0.000000000
PFBANCOLOM	0.000000000	0.009259259	0.000000000	0.009259259	0.101851851	0.416666667	0.370370370	0.055555556	0.027777778	0.009259259	0.000000000	0.000000000
SURAMERICANA	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.018518518	0.064814814	0.379629629	0.370370370	0.120370370	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
TABLEMAC	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.064814814	0.472222222	0.342592592	0.083333333	0.018518518	0.009259259	0.000000000	0.000000000
VALOREM	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.000000000	0.101851851	0.462962963	0.296296296	0.074074074	0.037037037	0.018518518	0.000000000	0.000000000
INDICE	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.037037037	0.064814814	0.351851851	0.379629629	0.148148148	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000

Cuadro 19. Discrepancias  
probabilísticas entre las  
distribuciones empíricas y la  
distribución normal ajustada  
para los rendimientos  
dianos de México

EMPRESA	[Me-6D, Me-5D]	[Me-5D, Me-4D]	[Me-4D, Me-3D]	[Me-3D, Me-2D]	[Me-2D, Me-D]	[Me-D, Me]	[Me, Me+D]	[Me+D, Me+2D]	[Me+2D, Me+3D]	[Me+3D, Me+4D]	[Me+4D, Me+5D]	[Me+5D, Me+6D]
TEORICO	0.000000000	0.000030000	0.001310000	0.021360000	0.135850000	0.341440000	0.341440000	0.135850000	0.021360000	0.001310000	0.000030000	0.000000000
ALFA	0.0017605634	0.0013204225	0.0061619718	0.0140845070	0.0805457746	0.4022887324	0.3833626761	0.0849471831	0.0202464789	0.0035211268	0.0000000000	0.0008802817
AMERICAMOVIL	0.0004401408	0.0013204225	0.0044014085	0.0211267606	0.0946302817	0.3758802817	0.3772007042	0.1034330986	0.0140845070	0.0039612676	0.0017605634	0.0017605634
ASUR	0.0013204225	0.0013204225	0.0030809859	0.0132042254	0.0629401408	0.5255281690	0.3006161972	0.0721830986	0.0140845070	0.0039612676	0.0013204225	0.0004401408
BANORTE	0.0017605634	0.0022007042	0.0061619718	0.0140845070	0.0779049296	0.4049295775	0.3895246479	0.0814260563	0.0145246479	0.0044014085	0.0013204225	0.0008802817
BIMBO	0.0008802817	0.0013204225	0.0048415493	0.0180457746	0.0981514085	0.3948063380	0.3609154930	0.0893485915	0.0224471831	0.0074823944	0.0013204225	0.0000000000
CARSO	0.0013204225	0.0013204225	0.0057218310	0.0202464789	0.0836267606	0.3992077465	0.3745598592	0.0906690141	0.0167253521	0.0044014085	0.0008802817	0.0008802817
CEMEX	0.0026408451	0.0022007042	0.0035211268	0.0136443662	0.0686619718	0.4220950704	0.3956866197	0.0691021127	0.0145246479	0.0035211268	0.0022007042	0.0008802817
CIALMEXICANA	0.0008802817	0.0008802817	0.0008802817	0.0022007042	0.0259683099	0.4942781690	0.4330985915	0.0343309859	0.0048415493	0.0013204225	0.0000000000	0.0000000000
CONSORCIOARA	0.0013204225	0.0013204225	0.0026408451	0.0189260563	0.0809859155	0.4190140845	0.3697183099	0.0827464789	0.0180457746	0.0030809859	0.0017605634	0.0000000000
ELEKTRA	0.0008802817	0.0013204225	0.0052816901	0.0198063380	0.0836267606	0.4110915493	0.3551936620	0.0955105634	0.0198063380	0.0048415493	0.0017605634	0.0004401408
FEMSA	0.0008802817	0.0035211268	0.0052816901	0.0158450704	0.0884683099	0.3921654930	0.3807218310	0.0862676056	0.0211267606	0.0035211268	0.0008802817	0.0000000000
GEO	0.0013204225	0.0026408451	0.0044014085	0.0136443662	0.0902288732	0.3996478873	0.3785211268	0.0840669014	0.0184859155	0.0039612676	0.0017605634	0.0008802817
GRUMA	0.0004401408	0.0013204225	0.0022007042	0.0052816901	0.0501760563	0.5224471831	0.3534330986	0.0506161972	0.0079225352	0.0030809859	0.0017605634	0.0000000000
GRUPOMEXICO	0.0017605634	0.0004401408	0.0066021127	0.0180457746	0.0937500000	0.4005281690	0.3609154930	0.0919894366	0.0189260563	0.0048415493	0.0008802817	0.0013204225
ICA	0.0008802817	0.0026408451	0.0044014085	0.0167253521	0.0757042254	0.4238556338	0.3855633803	0.0682218310	0.0123239437	0.0048415493	0.0035211268	0.0000000000
INBURSA	0.0000000000	0.0000000000	0.0044014085	0.0211267606	0.1060739437	0.3948063380	0.3433098592	0.1051936620	0.0180457746	0.0057218310	0.0004401408	0.0004401408
KIMBERLY	0.0008802817	0.0017605634	0.0061619718	0.0176056338	0.0875880282	0.3961267606	0.3745598592	0.0849471831	0.0233274648	0.0044014085	0.0022007042	0.0000000000
GRUPOMODELO	0.0013204225	0.0004401408	0.0057218310	0.0171654930	0.0933098592	0.3908450704	0.3736795775	0.0831866197	0.0259683099	0.0066021127	0.0017605634	0.0000000000
PEÑOLES	0.0008802817	0.0035211268	0.0061619718	0.0220070423	0.0752640845	0.4269366197	0.3485915493	0.0915492958	0.0171654930	0.0052816901	0.0013204225	0.0008802817
SORIANA	0.0017605634	0.0004401408	0.0061619718	0.0202464789	0.0919894366	0.3846830986	0.3750000000	0.0919894366	0.0215669014	0.0044014085	0.0013204225	0.0004401408
TELEvisa	0.0004401408	0.0004401408	0.0048415493	0.0220070423	0.1016725352	0.3736795775	0.3666373239	0.1025528169	0.0220070423	0.0044014085	0.0008802817	0.0000000000
TELMEX	0.0000000000	0.0022007042	0.0066021127	0.0184859155	0.0946302817	0.3948063380	0.3560739437	0.1016725352	0.0206866197	0.0030809859	0.0017605634	0.0000000000
TVAZTECA	0.0013204225	0.0017605634	0.0057218310	0.0145246479	0.0875880282	0.4269366197	0.3384683099	0.0985915493	0.0189260563	0.0035211268	0.0013204225	0.0013204225
WALMART	0.0004401408	0.0026408451	0.0048415493	0.0162852113	0.0994718310	0.3842429577	0.3679577465	0.0990316901	0.0176056338	0.0057218310	0.0013204225	0.0000000000
INDICE	0.0004401408	0.0017605634	0.0070422535	0.0198063380	0.0884683099	0.3604753521	0.4172535211	0.0818661972	0.0132042254	0.0066021127	0.0022007042	0.0000000000

Cuadro 20. Discrepancias probabilísticas entre las distribuciones empíricas y la distribución normal ajustada para los rendimientos semanales de México

EMPRESA	[Me-6D, Me-5D]	[Me-5D, Me-4D]	[Me-4D, Me-3D]	[Me-3D, Me-2D]	[Me-2D, Me-D]	[Me-D, Me]	[Me, Me+D]	[Me+D, Me+2D]	[Me+2D, Me+3D]	[Me+3D, Me+4D]	[Me+4D, Me+5D]	[Me+5D, Me+6D]
TEORICO	0.000000000	0.000030000	0.001310000	0.021360000	0.135850000	0.341440000	0.341440000	0.135850000	0.021360000	0.001310000	0.000030000	0.000000000
ALFA	0.006382978	0.002127659	0.000000000	0.012765957	0.397872340	0.468085106	0.397872340	0.091489361	0.014893617	0.004255319	0.002127659	0.000000000
AMERICAMOVIL	0.002127659	0.000000000	0.006382978	0.017021276	0.408510638	0.453191489	0.408510638	0.093617021	0.014893617	0.004255319	0.000000000	0.000000000
ASUR	0.002127659	0.000000000	0.002127659	0.014893617	0.344680851	0.521276597	0.344680851	0.097872340	0.012765957	0.004255319	0.000000000	0.000000000
BANORTE	0.002127659	0.002127659	0.000000000	0.017021276	0.423404255	0.455319148	0.423404255	0.082978723	0.010638297	0.002127659	0.004255319	0.000000000
BIMBO	0.000000000	0.004255319	0.006382978	0.012765957	0.368085106	0.482978723	0.368085106	0.106382978	0.012765957	0.004255319	0.002127659	0.000000000
CARSO	0.000000000	0.002127659	0.004255319	0.021276597	0.365957446	0.480851063	0.365957446	0.097872340	0.021276597	0.002127659	0.004255319	0.000000000
CEMEX	0.002127659	0.002127659	0.006382978	0.012765957	0.453191489	0.451063829	0.453191489	0.055319148	0.008510638	0.006382978	0.000000000	0.000000000
CIALMEXICANA	0.002127659	0.000000000	0.000000000	0.002127659	0.478723403	0.491489361	0.478723403	0.019148936	0.004255319	0.000000000	0.002127659	0.000000000
CONSORCIOARA	0.004255319	0.000000000	0.004255319	0.010638297	0.417021276	0.470212766	0.417021276	0.078723403	0.008510638	0.002127659	0.002127659	0.000000000
ELEKTRA	0.000000000	0.002127659	0.008510638	0.017021276	0.359574468	0.476595747	0.359574468	0.106382978	0.023404255	0.004255319	0.002127659	0.000000000
FEMSA	0.002127659	0.000000000	0.008510638	0.017021276	0.406382978	0.440425531	0.406382978	0.110638297	0.008510638	0.004255319	0.000000000	0.002127659
GEO	0.004255319	0.000000000	0.006382978	0.014893617	0.404255319	0.453191489	0.404255319	0.091489361	0.019148936	0.006382978	0.000000000	0.000000000
GRUMA	0.004255319	0.002127659	0.000000000	0.008510638	0.378723403	0.523404255	0.378723403	0.057446808	0.017021276	0.004255319	0.002127659	0.000000000
GRUPOMEXICO	0.000000000	0.002127659	0.006382978	0.021276597	0.395744680	0.448936170	0.395744680	0.100000000	0.021276597	0.002127659	0.002127659	0.000000000
ICA	0.004255319	0.000000000	0.002127659	0.012765957	0.429787234	0.457446808	0.429787234	0.072340425	0.012765957	0.006382978	0.002127659	0.000000000
INBURSA	0.000000000	0.004255319	0.000000000	0.025531914	0.370212766	0.465957446	0.370212766	0.108510638	0.017021276	0.006382978	0.000000000	0.002127659
KIMBERLY	0.002127659	0.000000000	0.002127659	0.012765957	0.361702127	0.482978723	0.361702127	0.114893617	0.021276597	0.002127659	0.000000000	0.000000000
GRUPOMODELO	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.027659574	0.389361702	0.465957446	0.389361702	0.085106383	0.021276597	0.008510638	0.000000000	0.002127659
PEÑOLES	0.002127659	0.000000000	0.002127659	0.021276597	0.359574468	0.491489361	0.359574468	0.104255319	0.012765957	0.004255319	0.000000000	0.000000000
SORIANA	0.002127659	0.002127659	0.000000000	0.017021276	0.400000000	0.461702127	0.400000000	0.102127659	0.010638297	0.002127659	0.000000000	0.002127659
TELEvisa	0.000000000	0.002127659	0.002127659	0.019148936	0.363829787	0.480851063	0.363829787	0.106382978	0.019148936	0.004255319	0.002127659	0.000000000
TELMEX	0.002127659	0.000000000	0.004255319	0.014893617	0.351063829	0.478723403	0.351063829	0.127659574	0.017021276	0.004255319	0.000000000	0.000000000
TVAZTECA	0.000000000	0.000000000	0.010638297	0.019148936	0.353191489	0.487234042	0.353191489	0.104255319	0.019148936	0.006382978	0.000000000	0.000000000
WALMART	0.000000000	0.002127659	0.002127659	0.025531914	0.348936170	0.478723403	0.348936170	0.123404255	0.014893617	0.004255319	0.000000000	0.000000000
INDICE	0.002127659	0.002127659	0.002127659	0.029787234	0.434042553	0.427659574	0.087234042	0.087234042	0.008510638	0.004255319	0.000000000	0.002127659

Cuadro 21. Discrepancias  
probabilísticas entre las  
distribuciones empíricas y la  
distribución normal ajustada  
para los rendimientos  
mensuales de México

EMPRESA	[Me-6D, Me-5D]	[Me-5D, Me-4D]	[Me-4D, Me-3D]	[Me-3D, Me-2D]	[Me-2D, Me-D]	[Me-D, Me]	[Me, Me+D]	[Me+D, Me+2D]	[Me+2D, Me+3D]	[Me+3D, Me+4D]	[Me+4D, Me+5D]	[Me+5D, Me+6D]
TEORICO	0.000000000	0.000030000	0.001310000	0.021360000	0.135850000	0.341440000	0.341440000	0.135850000	0.021360000	0.001310000	0.000030000	0.000000000
ALFA	0.000000000	0.018518518	0.000000000	0.000000000	0.064814814	0.444444444	0.361111111	0.083333333	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
AMERICAMOVIL	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.009259259	0.101851851	0.342592592	0.361111111	0.148148148	0.018518518	0.000000000	0.000000000	0.000000000
ASUR	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.074074074	0.388888889	0.361111111	0.129629629	0.018518518	0.000000000	0.000000000	0.000000000
BANORTE	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.009259259	0.074074074	0.398148148	0.351851851	0.129629629	0.009259259	0.009259259	0.000000000	0.000000000
BIMBO	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.092592592	0.379629629	0.379629629	0.092592592	0.027777778	0.009259259	0.000000000	0.000000000
CARSO	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.037037037	0.111111111	0.324074074	0.370370370	0.148148148	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000
CEMEX	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.027777778	0.037037037	0.416666667	0.425925929	0.055555556	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
CIALMEXICANA	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.481481481	0.453703703	0.037037037	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000
CONSORCIOARA	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.018518518	0.111111111	0.314814814	0.398148148	0.138888889	0.000000000	0.009259259	0.000000000	0.000000000
ELEKTRA	0.000000000	0.009259259	0.009259259	0.009259259	0.064814814	0.416666667	0.379629629	0.083333333	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
FEMSA	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.000000000	0.101851851	0.370370370	0.379629629	0.101851851	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
GEO	0.000000000	0.000000000	0.027777778	0.009259259	0.083333333	0.379629629	0.379629629	0.111111111	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000
GRUMA	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.083333333	0.379629629	0.481481481	0.018518518	0.018518518	0.009259259	0.000000000	0.000000000
GRUPOMEXICO	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.037037037	0.101851851	0.324074074	0.407407407	0.111111111	0.009259259	0.009259259	0.000000000	0.000000000
ICA	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.009259259	0.092592592	0.379629629	0.407407407	0.064814814	0.027777778	0.009259259	0.000000000	0.000000000
INBURSA	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.009259259	0.129629629	0.342592592	0.361111111	0.129629629	0.018518518	0.000000000	0.000000000	0.000000000
KIMBERLY	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.027777778	0.148148148	0.277777778	0.407407407	0.111111111	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
GRUPOMODELO	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.120370370	0.379629629	0.324074074	0.129629629	0.018518518	0.009259259	0.000000000	0.000000000
PEÑÓLES	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.018518518	0.120370370	0.379629629	0.314814814	0.120370370	0.037037037	0.000000000	0.000000000	0.000000000
SORIANA	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.027777778	0.101851851	0.342592592	0.361111111	0.148148148	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000
TELEvisa	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.027777778	0.138888889	0.296296296	0.370370370	0.157407407	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000
TELMEX	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.018518518	0.111111111	0.379629629	0.342592592	0.120370370	0.027777778	0.000000000	0.000000000	0.000000000
TVAZTECA	0.000000000	0.009259259	0.009259259	0.009259259	0.064814814	0.351851851	0.425925929	0.120370370	0.009259259	0.000000000	0.000000000	0.000000000
WALMART	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.018518518	0.120370370	0.370370370	0.296296296	0.166666667	0.018518518	0.000000000	0.000000000	0.000000000
INDICE	0.000000000	0.000000000	0.009259259	0.018518518	0.129629629	0.277777778	0.435185185	0.129629629	0.000000000	0.000000000	0.000000000	0.000000000

Cuadro 22. Rendimientos extremos, número de casos, para series diarias de Colombia

EMPRESA	<-3	<-4	<-5	<-6	>3	>4	>5	>6
ESPERADO	2.960326383	0.069455033	0.000628627	0.000002164	2.960326383	0.069455033	0.000628627	0.000002164
ACERIAS	13	4	2	1	20	7	3	3
BANBOGOTA	28	17	11	3	23	14	6	3
BANCBIA	20	6	2	1	10	5	4	2
CEMARGOS	21	11	5	1	22	8	3	2
CHOCOLATES	20	7	5	0	24	13	5	1
COLTEJER	13	7	4	2	28	18	3	2
CORP.FIN.CBIANA	29	16	3	1	27	9	5	5
ÉXITO	24	9	6	1	22	8	3	2
FABRICATO	26	5	1	0	28	10	4	0
GRUPOAVAL	23	13	8	2	35	13	5	2
INTERBOLSA	13	6	4	2	23	9	6	5
INVARGOS	24	13	6	3	14	5	2	2
ISA	24	11	4	1	18	10	5	3
MINEROS	16	5	1	0	43	22	5	2
PFBANCOLOM	22	11	4	2	21	10	2	2
SURAMERICANA	24	14	5	2	15	5	3	1
TABLEMAC	7	3	2	1	16	4	0	0
VALOREM	22	13	11	3	23	10	6	1
INDICE	29	16	9	4	14	7	5	1

Cuadro 23. Rendimientos extremos, número de casos, para series semanales de Colombia

EMPRESA	<-3	<-4	<-5	<-6	>3	>4	>5	>6
ESPERADO	0.634452075	0.014885484	0.000134726	0.000000464	0.634452075	0.014885484	0.000134726	0.000000464
ACERIAS	1	0	0	0	8	5	2	1
BANBOGOTA	6	4	3	1	3	1	1	0
BANCBIA	5	2	2	1	3	1	0	0
CEMARGOS	5	4	1	0	4	0	0	0
CHOCOLATES	3	2	1	0	6	0	0	0
COLTEJER	5	3	3	1	10	5	2	0
CORP.FIN.CBIANA	5	2	2	1	10	5	1	0
ÉXITO	3	1	0	0	5	1	1	0
FABRICATO	4	2	0	0	6	2	0	0
GRUPOAVAL	6	3	2	0	5	2	1	0
INTERBOLSA	2	2	0	0	6	5	4	1
INVARGOS	5	4	2	1	3	1	1	0
ISA	5	0	0	0	5	1	1	1
MINEROS	2	0	0	0	11	3	0	0
PFBANCOLOM	3	3	3	1	3	1	1	0
SURAMERICANA	5	4	3	1	3	0	0	0
TABLEMAC	2	2	2	1	4	2	0	0
VALOREM	3	2	2	1	8	3	1	0
INDICE	7	6	3	1	0	0	0	0

Cuadro 24. Rendimientos extremos, número de casos, para series mensuales de Colombia

EMPRESA	<-3	<-4	<-5	<-6	>3	>4	>5	>6
ESPERADO	0.145788987	0.003420494	0.000030958	0.000000107	0.145788987	0.003420494	0.000030958	0.000000107
ACERIAS	0	0	0	0	1	1	1	1
BANBOGOTA	4	1	0	0	0	0	0	0
BANCBIA	4	1	0	0	1	0	0	0
CEMARGOS	2	2	0	0	1	0	0	0
CHOCOLATES	2	0	0	0	1	0	0	0
COLTEJER	2	1	0	0	3	0	0	0
CORP.FIN.CBIANA	3	1	0	0	1	1	0	0
ÉXITO	1	1	0	0	1	0	0	0
FABRICATO	2	0	0	0	1	0	0	0
GRUPOAVAL	4	0	0	0	1	0	0	0
INTERBOLSA	2	1	0	0	2	1	1	0
INVARGOS	5	0	0	0	0	0	0	0
ISA	1	0	0	0	2	0	0	0
MINEROS	1	0	0	0	3	0	0	0
PFBANCOLOM	2	1	1	0	1	0	0	0
SURAMERICANA	4	2	0	0	0	0	0	0
TABLEMAC	1	1	1	1	1	0	0	0
VALOREM	1	1	0	0	2	0	0	0
INDICE	5	1	0	0	0	0	0	0

Cuadro 25. Rendimientos extremos, número de casos, para series diarias de México

EMPRESA	<-3	<-4	<-5	<-6	>3	>4	>5	>6
ESPERADO	3.068318226	0.071988733	0.000651559	0.000002243	3.068318226	0.071988733	0.000651559	0.000002243
ALFA	21	7	4	2	12	4	4	2
AMERICAMOVIL	14	4	1	1	17	8	4	0
ASUR	13	6	3	2	13	4	1	0
BANORTE	23	9	4	2	17	7	4	2
BIMBO	16	5	2	1	21	4	1	1
CARSO	19	6	3	1	15	5	3	1
CEMEX	19	11	6	4	18	10	5	3
CIALMEXICANA	6	4	2	1	3	0	0	0
CONSORCIOARA	12	6	3	2	12	5	1	1
ELEKTRA	17	5	2	1	17	6	2	1
FEMSA	22	10	2	1	10	2	0	0
GEO	19	9	3	1	15	6	2	0
GRUMA	9	4	1	0	11	4	0	0
GRUPOMEXICO	20	5	4	3	16	5	3	0
ICA	18	8	2	1	19	8	0	0
INBURSA	10	0	0	0	16	3	2	1
KIMBERLY	20	6	2	1	16	6	1	1
GRUPOMODELO	17	4	3	1	19	4	0	0
PEÑOLES	24	10	2	0	18	6	3	1
SORIANA	19	5	4	2	14	4	1	0
TELEVISA	13	2	1	1	13	3	1	1
TELMEX	20	5	0	0	11	4	0	0
TVAZTECA	20	7	3	1	14	6	3	0
WALMART	18	7	1	1	17	4	1	1
INDICE	21	5	1	1	22	7	2	2

Cuadro 26. Rendimientos extremos, número de casos, para series semanales de México

EMPRESA	<-3	<-4	<-5	<-6	>3	>4	>5	>6
ESPERADO	0.634452075	0.014885484	0.000134726	0.000000464	0.634452075	0.014885484	0.000134726	0.000000464
ALFA	4	4	3	1	3	1	0	0
AMERICAMOVIL	4	1	1	1	2	0	0	0
ASUR	2	1	1	0	2	0	0	0
BANORTE	2	2	1	1	3	2	0	0
BIMBO	5	2	0	0	3	1	0	0
CARSO	3	1	0	0	3	2	0	0
CEMEX	5	2	1	0	4	1	1	1
CIALMEXICANA	1	1	1	1	1	1	0	0
CONSORCIOARA	4	2	2	1	3	2	1	1
ELEKTRA	5	1	0	0	3	1	0	0
FEMSA	5	1	1	0	3	1	1	0
GEO	5	2	2	1	3	0	0	0
GRUMA	3	3	2	1	4	2	1	1
GRUPOMEXICO	4	1	0	0	2	1	0	0
ICA	3	2	2	1	4	1	0	0
INBURSA	2	2	0	0	4	1	1	0
KIMBERLY	2	1	1	1	1	0	0	0
GRUPOMODELO	0	0	0	0	5	1	1	0
PEÑOLES	2	1	1	1	3	1	1	1
SORIANA	2	2	1	1	2	1	1	0
TELEVISA	2	1	0	0	3	1	0	0
TELMEX	3	1	1	1	2	0	0	0
TVAZTECA	5	0	0	0	3	0	0	0
WALMART	2	1	0	0	2	0	0	0
INDICE	3	2	1	0	3	1	1	0

Cuadro 27. Rendimientos extremos, número de casos, para series mensuales de México

EMPRESA	<-3	<-4	<-5	<-6	>3	>4	>5	>6
ESPERADO	0.145788987	0.003420494	0.000030958	0.000000107	0.145788987	0.003420494	0.000030958	0.000000107
ALFA	2	2	0	0	0	0	0	0
AMERICAMOVIL	2	0	0	0	0	0	0	0
ASUR	1	1	1	1	0	0	0	0
BANORTE	2	0	0	0	1	0	0	0
BIMBO	0	0	0	0	1	0	0	0
CARSO	0	0	0	0	0	0	0	0
CEMEX	1	1	1	1	0	0	0	0
CIALMEXICANA	1	1	1	1	0	0	0	0
CONSORCIOARA	1	0	0	0	1	0	0	0
ELEKTRA	2	1	0	0	0	0	0	0
FEMSA	2	0	0	0	0	0	0	0
GEO	3	0	0	0	0	0	0	0
GRUMA	1	1	1	1	1	0	0	0
GRUPOMEXICO	0	0	0	0	1	0	0	0
ICA	1	0	0	0	1	0	0	0
INBURSA	1	0	0	0	0	0	0	0
KIMBERLY	0	0	0	0	0	0	0	0
GRUPOMODELO	0	0	0	0	1	0	0	0
PEÑOLES	1	0	0	0	0	0	0	0
SORIANA	1	0	0	0	0	0	0	0
TELEVISA	0	0	0	0	0	0	0	0
TELMEX	0	0	0	0	0	0	0	0
TVAZTECA	2	1	0	0	0	0	0	0
WALMART	1	0	0	0	0	0	0	0
INDICE	1	0	0	0	0	0	0	0

Se observa que para todas las periodicidades diarias y semanales de las series de ambos países, en el caso de 3, 4 y 5 desviaciones estándar por debajo de la media, el número de ocurrencia de eventos empíricos es muy superior al esperado bajo la curva normal, fenómeno que se hace menos notorio en los rendimientos mensuales. Como un ejemplo de esta situación, obsérvese el dato del rendimiento diario del índice colombiano (Cuadro 22) para el caso de 3 desviaciones estándar por debajo de la media, cuyo valor esperado es de 2.96 y muestra 21 en el empírico, lo que deja ver claramente que los registros reales son por mucho, mayores a los esperados.

La anterior descripción para rendimientos inferiores a tres desviaciones estándar por debajo de la media se repite de forma pronunciada cuando se consideran eventos superiores de 4 y 5 desviaciones por encima de la misma, y continua siendo menos notorio en los rendimientos mensuales, especialmente en los mexicanos.

Con todo esto se puede concluir que las decisiones de inversión basadas en una distribución normal subestimarían significativamente los riesgos vinculados a eventos de rendimientos extremos ya sean estos positivos o negativos. Si la aversión al riesgo del inversionista está más relacionada con estos eventos extremos, el supuesto de normalidad, como ya se había mencionado, conducirá a decisiones de inversión muy poco apropiadas; el riesgo calculado se subestimaría con respecto a los verdaderos valores de una normal teórica (Zangari, 1996). Esta es una conclusión profusamente avalada por diferentes autores como Affleck-Graves y Mc Donald (1989) y Ojah y Karemera (1999), quienes presentan resultados similares para el caso de EU, Europa y Latinoamérica. Con este hecho, si se quisiera hacer el cálculo tradicional del VaR de una posición basada en el IGBC, considerando tres sigmas, entonces éste subestimaría en casi 10 veces su valor empírico, lo cual, para efectos de la administración de riesgos, sería una tragedia.

Visualmente, también es posible discernir la diferencia de las distribuciones empíricas respecto de la distribución normal. Las Gráficas 1 a 6 del Apéndice 1 muestran el histograma de los rendimientos empíricos y la curva normal teórica para cada mercado, y se puede observar claramente lo mencionado en las líneas anteriores. Estas gráficas muestran una gran concentración de los datos empíricos alrededor de la media, mucho mayor de la esperada por la normal teórica denotada, en todos los casos, por la línea continua; lo cual permite confirmar los resultados obtenidos por las pruebas estadísticas que las distribuciones exhiben colas pesadas o leptocúrticas.

#### MEDIDAS DE RELACIÓN PARA ACTIVOS DE COLOMBIA Y MÉXICO

Como complemento de las pruebas anteriores se calcularon las correlaciones y las Tau de Kendall a y b. El coeficiente de correlación de Kendall mide la asociación entre dos medidas cuantitativas y se usa como prueba de hipótesis no paramétrica para probar dependencia estadística, específicamente es una medida de correlación de rango, esto es, la similaridad en el orden de los datos cuando están ordenados por cada una de las cantidades que componen el par X,Y. Bajo la hipótesis nula de que X y Y sean independientes la distribución muestral de la Tau de Kendall tendrá un valor esperado de cero. De otra parte, la Tau a de Kendall mide que tan fuerte es la asociación de las tabulaciones cruzadas, ambas variables deben ser ordinales y la Tau b a diferencia de la a hace ajustes por ataduras. Esta última toma valores entre -1 y 1 siendo -1 un 100% de asociación negativa y 1, perfecta asociación positiva, un valor de cero indica ausencia de asociación. La tau b se recomienda para tabulaciones cuadradas, para no cuadradas se usa la Tau c.



Cuadro 28. Correlaciones de los rendimientos diarios de Colombia

	ACERIAS	BANBOGOTA	BANCOLOMB	CEMARGOS	CHOCOLATE	COLTEJER	CORP.FIN.CB	EXITO	FABRICATO	GRUPOAVAL	INDICE	INTERBOLSA	INVARGOS	ISA	MINEROS	PFBANCOLO	SURAMERICA	TABLEMAC	VALOREM
ACERIAS	1.0000																		
BANBOGOTA	0.1981	1.0000																	
BANCOLOMB	0.2253	0.5067	1.0000																
CEMARGOS	0.2413	0.4781	0.5812	1.0000															
CHOCOLATE	0.2129	0.4301	0.5349	0.5352	1.0000														
COLTEJER	0.0955	0.0939	0.1198	0.1505	0.0715	1.0000													
CORP.FIN.CB	0.0255	0.0186	0.0430	0.0627	0.0435	0.0443	1.0000												
EXITO	0.2095	0.3229	0.4029	0.4202	0.3722	0.0852	0.0143	1.0000											
FABRICATO	0.2120	0.2950	0.3659	0.4254	0.3130	0.3065	0.0432	0.2599	1.0000										
GRUPOAVAL	0.1856	0.4280	0.4311	0.4514	0.3865	0.1145	0.0628	0.3320	0.3009	1.0000									
INDICE	0.3338	0.6075	0.7805	0.7562	0.6623	0.1753	0.0896	0.5161	0.4997	0.5365	1.0000								
INTERBOLSA	0.1236	0.1833	0.2137	0.2633	0.1828	0.0626	0.1521	0.2157	0.1892	0.2034	0.3081	1.0000							
INVARGOS	0.2300	0.3992	0.5374	0.6463	0.4721	0.1304	0.0622	0.3684	0.3792	0.4332	0.6787	0.2439	1.0000						
ISA	0.2769	0.4385	0.5366	0.5773	0.5000	0.1001	0.0321	0.3831	0.3417	0.4411	0.6767	0.2334	0.5143	1.0000					
MINEROS	0.1000	0.2195	0.2192	0.2462	0.2299	0.1161	0.0129	0.1870	0.1521	0.2041	0.2870	0.1132	0.2320	0.2365	1.0000				
PFBANCOLO	0.1404	0.3559	0.6051	0.4055	0.3480	0.0897	0.0422	0.2952	0.2587	0.3257	0.5559	0.1177	0.3852	0.3706	0.1587	1.0000			
SURAMERICA	0.2542	0.5311	0.6471	0.6292	0.5520	0.1278	0.0915	0.4049	0.3725	0.4403	0.8130	0.2293	0.5844	0.5483	0.2488	0.4592	1.0000		
TABLEMAC	0.1582	0.2081	0.2237	0.2480	0.2014	0.0880	0.0331	0.1863	0.2139	0.2117	0.3048	0.1141	0.2197	0.2318	0.1326	0.1874	0.2455	1.0000	
VALOREM	0.1355	0.1965	0.2346	0.2493	0.2197	0.0178	0.0138	0.1537	0.1579	0.1501	0.3030	0.0772	0.2198	0.1916	0.1406	0.1487	0.2310	0.0465	1.0000

Cuadro 29. Correlaciones de los rendimientos diarios de México

	ALFA	AMERICAMC	ASUR	BANORTE	BIMBO	CARSO	CEMEX	CIALMEXICA	CONSORCIO	ELEKTRA	FEMSA	GEO	GRUMA	GRUPOMEXI	ICA	INBURSA	INDICE	KIMBERLY	GRUPOMOD	PEÑALES	SORIANA	TELEVISA	TELMEX	TVAZTECA	WALMART
ALFA	1.0000																								
AMERICAMC	0.4643	1.0000																							
ASUR	0.1816	0.1997	1.0000																						
BANORTE	0.4076	0.4399	0.2185	1.0000																					
BIMBO	0.3527	0.3767	0.1154	0.3137	1.0000																				
CARSO	-0.0330	0.0279	0.0043	0.0058	0.0110	1.0000																			
CEMEX	0.4004	0.4917	0.2346	0.4906	0.3339	0.0108	1.0000																		
CIALMEXICA	0.3265	0.2386	0.0795	0.4056	0.2276	-0.0102	0.3438	1.0000																	
CONSORCIO	0.4191	0.4345	0.1394	0.4449	0.3205	0.0060	0.4044	0.3692	1.0000																
ELEKTRA	0.3541	0.3173	0.1376	0.2960	0.3430	0.0048	0.3085	0.1536	0.2567	1.0000															
FEMSA	0.3958	0.5067	0.2046	0.4106	0.3199	0.0663	0.4322	0.2557	0.3653	0.2700	1.0000														
GEO	0.4065	0.4686	0.2122	0.5178	0.3252	-0.0098	0.4881	0.3037	0.5031	0.2677	0.4029	1.0000													
GRUMA	0.1856	0.2110	0.1139	0.2308	0.1490	-0.0643	0.2340	0.1384	0.1942	0.1185	0.1571	0.2232	1.0000												
GRUPOMEXI	0.3846	0.4336	0.2057	0.4065	0.2993	0.0570	0.4275	0.2470	0.3814	0.2630	0.3648	0.4338	0.1790	1.0000											
ICA	0.4005	0.4354	0.1327	0.4235	0.3062	0.0101	0.4345	0.3491	0.3860	0.2854	0.3688	0.4679	0.1835	0.3878	1.0000										
INBURSA	0.2608	0.2753	0.1000	0.2758	0.2842	0.0200	0.2720	0.1171	0.2158	0.3202	0.2276	0.2520	0.0847	0.2336	0.2683	1.0000									
INDICE	0.5983	0.8246	0.2642	0.6149	0.5463	0.0306	0.6929	0.3353	0.5634	0.4874	0.6263	0.6172	0.2484	0.6050	0.5568	0.4486	1.0000								
KIMBERLY	0.2955	0.3503	0.1257	0.3524	0.3210	0.0298	0.3333	0.2751	0.3018	0.2043	0.3534	0.3302	0.0284	0.2728	0.2688	0.2054	0.4752	1.0000							
GRUPOMOD	0.3465	0.4187	0.1601	0.3517	0.2935	0.0182	0.3439	0.1984	0.3246	0.2473	0.4250	0.3799	0.2007	0.3381	0.3063	0.1855	0.5417	0.3124	1.0000						
PEÑALES	0.2475	0.3109	0.1480	0.2906	0.2826	0.0430	0.3090	0.1292	0.2904	0.2171	0.2531	0.3215	0.0758	0.3670	0.2635	0.1809	0.4695	0.2402	0.2262	1.0000					
SORIANA	0.3850	0.3876	0.2067	0.3679	0.3680	-0.0093	0.3582	0.2450	0.3418	0.3428	0.3494	0.3451	0.0989	0.3219	0.3385	0.3069	0.5638	0.2777	0.3116	0.2987	1.0000				
TELEVISA	0.4294	0.5785	0.1896	0.4200	0.3507	0.0002	0.4910	0.2369	0.4009	0.3651	0.5128	0.4206	0.1660	0.3807	0.3889	0.2813	0.7114	0.3457	0.3687	0.2497	0.3953	1.0000			
TELMEX	0.3563	0.5482	0.1752	0.3264	0.3106	0.0173	0.4453	0.1208	0.3052	0.2939	0.4294	0.3640	0.1253	0.3504	0.3123	0.2397	0.6723	0.3131	0.3229	0.2643	0.3193	0.4951	1.0000		
TVAZTECA	0.3577	0.4322	0.1711	0.2923	0.3187	0.0148	0.3337	0.1488	0.2884	0.4172	0.3665	0.2956	0.1285	0.2926	0.2935	0.2502	0.5421	0.2571	0.3089	0.2206	0.3340	0.4928	0.3976	1.0000	
WALMART	0.3908	0.5060	0.1725	0.3809	0.3736	0.0247	0.3649	0.1174	0.3487	0.3008	0.3885	0.4092	0.1391	0.3686	0.3445	0.2774	0.7098	0.2897	0.4243	0.2773	0.4149	0.4770	0.4018	0.3894	1.0000

Cuadro 30. Tau a y b de Kendall de los rendimientos diarios de Colombia

	ACERIAS	BANBOGOTA	BANCOLOMB	CEMARGOS	CHOCOLATE	COLTEJER	CORP.FIN.CB	EXITO	FABRICATO	GRUPOAVAL	INDICE	INTERBOLSA	INVARGOS	ISA	MINEROS	PFBANCOLO	SURAMERICA	TABLEMAC	VALOREM
ACERIAS	1.0000																		
	0.7849																		
BANBOGOTA	0.1354	1.0000																	
	0.1187	0.9785																	
BANCOLOMB	0.1849	0.2867	1.0000																
	0.1629	0.2820	0.9893																
CEMARGOS	0.1858	0.2523	0.3329	1.0000															
	0.1610	0.2440	0.3238	0.9562															
CHOCOLATE	0.1590	0.2311	0.3095	0.3106	1.0000														
	0.1382	0.2242	0.3019	0.2979	0.9618														
COLTEJER	0.1153	0.0875	0.1182	0.1336	0.0764	1.0000													
	0.0830	0.0703	0.0955	0.1061	0.0609	0.6597													
CORP.FIN.CB	0.0791	0.0843	0.1020	0.1038	0.0818	0.0322	1.0000												
	0.0526	0.0626	0.0762	0.0761	0.0602	0.0196	0.5629												
EXITO	0.1578	0.1913	0.2350	0.2470	0.2296	0.0827	0.0574	1.0000											
	0.1336	0.1809	0.2235	0.2309	0.2152	0.0642	0.0412	0.9138											
FABRICATO	0.1904	0.1564	0.2106	0.2419	0.1639	0.2172	0.0752	0.1666	1.0000										
	0.1630	0.1495	0.2024	0.2286	0.1553	0.1705	0.0545	0.1539	0.9337										
GRUPOAVAL	0.1428	0.2300	0.2370	0.2458	0.1978	0.1055	0.1142	0.1696	0.1831	1.0000									
	0.1180	0.2122	0.2199	0.2242	0.1809	0.0799	0.0799	0.1512	0.1650	0.8698									
INDICE	0.2897	0.3625	0.5448	0.4931	0.4226	0.1682	0.1529	0.3240	0.3151	0.3008	1.0000								
	0.2567	0.3586	0.5419	0.4821	0.4145	0.1366	0.1147	0.3097	0.3045	0.2805	1.0000								
INTERBOLSA	0.1375	0.1310	0.1638	0.1852	0.1336	0.0903	0.1159	0.1358	0.1584	0.1732	0.2219	1.0000							
	0.1039	0.1106	0.1389	0.1545	0.1118	0.0626	0.0742	0.1108	0.1306	0.1378	0.1893	0.7274							
INVARGOS	0.1671	0.2151	0.3140	0.4051	0.2754	0.1188	0.1022	0.2356	0.2062	0.2299	0.4330	0.1726	1.0000						
	0.1469	0.2112	0.3099	0.3931	0.2680	0.0958	0.0761	0.2235	0.1978	0.2128	0.4297	0.1461	0.9849						
ISA	0.2218	0.2300	0.3229	0.3514	0.2850	0.1147	0.0974	0.2355	0.1876	0.2227	0.4465	0.1727	0.3000	1.0000					
	0.1945	0.2252	0.3180	0.3402	0.2767	0.0923	0.0723	0.2228	0.1794	0.2056	0.4420	0.1458	0.2947	0.9799					
MINEROS	0.0824	0.1026	0.1300	0.1360	0.1244	0.0599	0.0395	0.1014	0.0644	0.1284	0.1551	0.0884	0.1237	0.1440	1.0000				
	0.0610	0.0849	0.1081	0.1112	0.1020	0.0407	0.0248	0.0811	0.0520	0.1001	0.1296	0.0630	0.1026	0.1192	0.6990				
PFBANCOLO	0.1653	0.2407	0.4948	0.2802	0.2463	0.0757	0.0914	0.2032	0.1550	0.2175	0.4392	0.1111	0.2644	0.2733	0.1134	1.0000			
	0.1432	0.2328	0.4812	0.2680	0.2362	0.0601	0.0671	0.1899	0.1465	0.1983	0.4295	0.0927	0.2565	0.2645	0.0927	0.9562			
SURAMERICA	0.2196	0.3039	0.4377	0.4080	0.3516	0.1345	0.1305	0.2538	0.2367	0.2541	0.6107	0.1941	0.3716	0.3629	0.1274	0.3405	1.0000		
	0.1936	0.2991	0.4332	0.3970	0.3432	0.1087	0.0974	0.2414	0.2276	0.2358	0.6077	0.1647	0.3669	0.3575	0.1060	0.3314	0.9902		
TABLEMAC	0.1651	0.1331	0.1854	0.2108	0.1705	0.1232	0.0515	0.1663	0.1927	0.1821	0.2647	0.1334	0.1772	0.1943	0.1093	0.1772	0.1994	1.0000	
	0.1378	0.1241	0.1738	0.1943	0.1576	0.0943	0.0364	0.1498	0.1755	0.1601	0.2495	0.1072	0.1658	0.1813	0.0861	0.1634	0.1870	0.8885	
VALOREM	0.0710	0.1309	0.1441	0.1548	0.1372	0.0230	0.0342	0.1176	0.1026	0.0825	0.2052	0.0627	0.1264	0.1245	0.0788	0.1216	0.1649	0.0597	1.0000
	0.0571	0.1174	0.1300	0.1373	0.1220	0.0170	0.0232	0.1020	0.0899	0.0698	0.1861	0.0485	0.1138	0.1118	0.0598	0.1078	0.1488	0.0510	0.8228

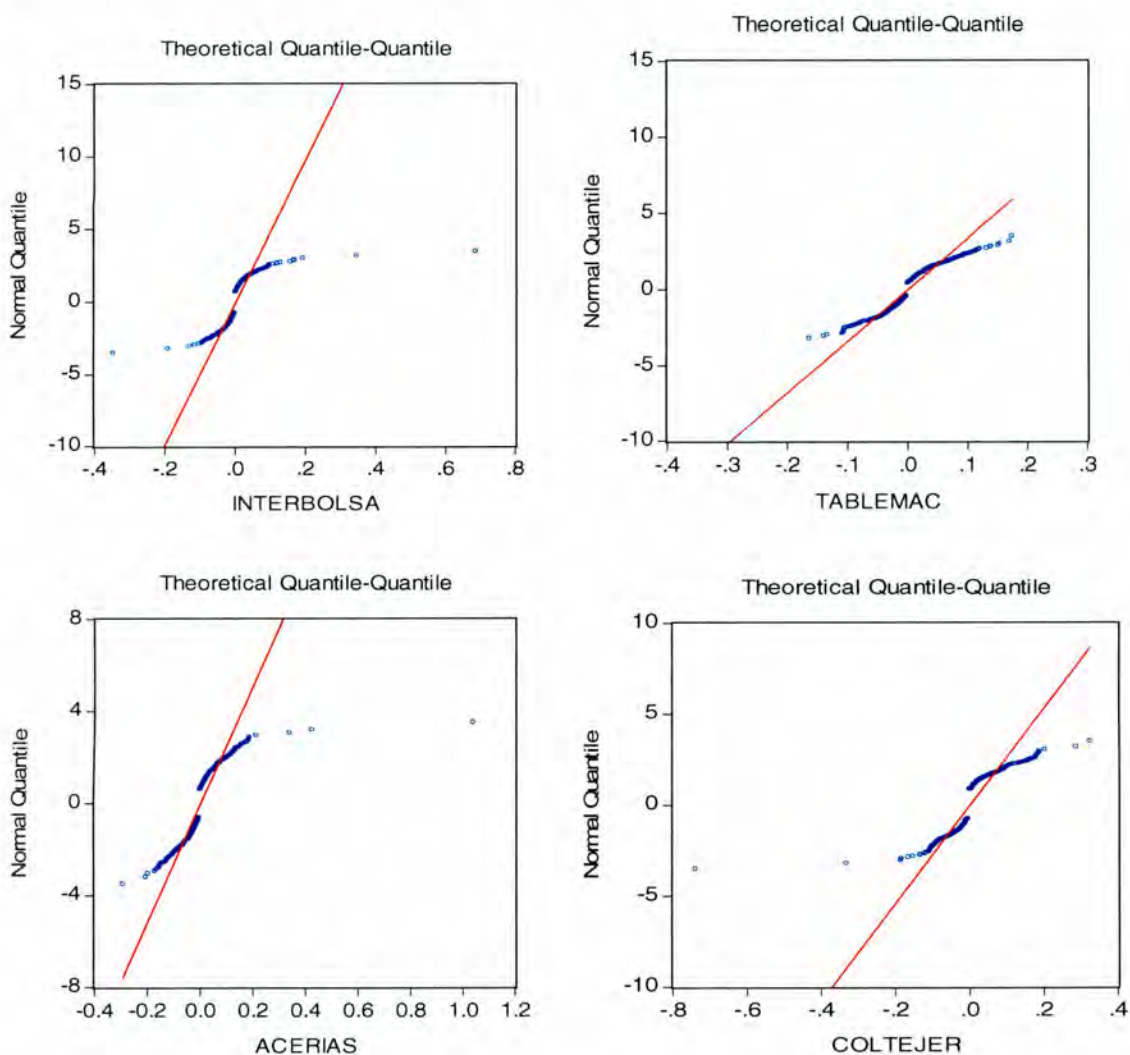
Cuadro 31. Tau a y b de Kendall de los rendimientos diarios de México

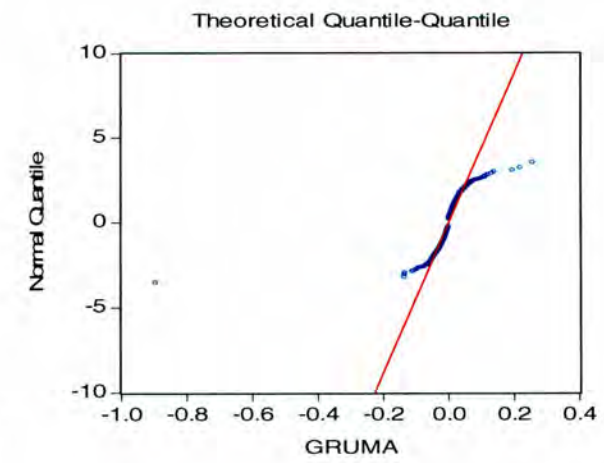
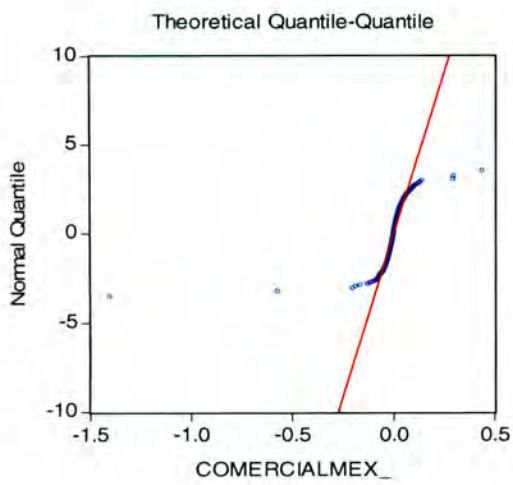
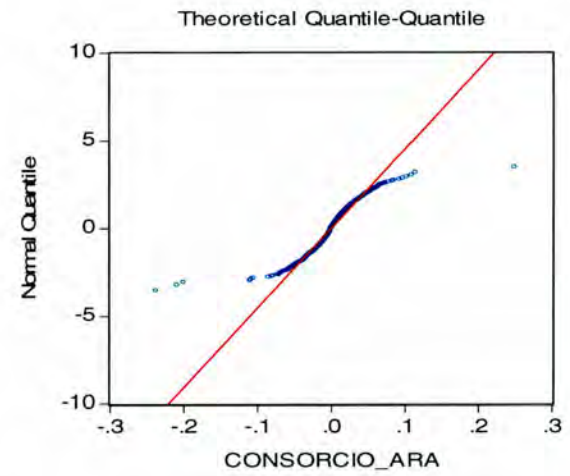
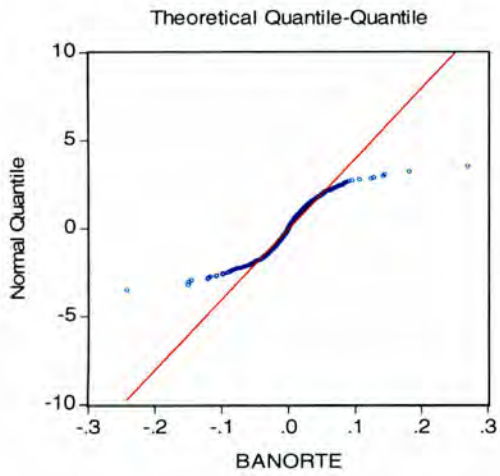
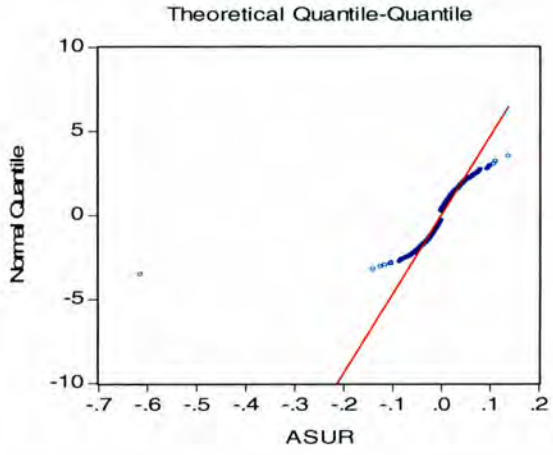
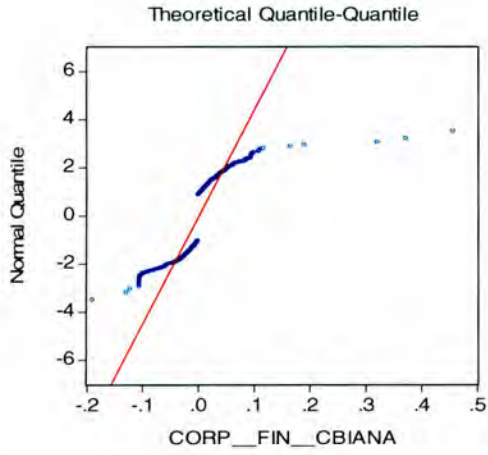
	ALFA	AMERICAMC	ASUR	BANORTE	BIMBO	CARSO	CEMEX	CIALMERICA	CONSORCIO	ELEKTRA	FEMSA	GEO	GRUMA	GRUPOMOD	ICA	INBURSA	INDICE	KIMBERLY	GRUPOMOD	PEÑOLES	SORIANA	TELEvisa	TELMEX	TVAZTECA	WALMART
ALFA	1.0000																								
AMERICAMC	0.9999	1.0000																							
ASUR	0.3187	0.3185	1.0000																						
BANORTE	0.1462	0.1498	0.1543	1.0000																					
BIMBO	0.2452	0.2452	0.1505	0.9518	1.0000																				
CARSO	0.2402	0.2433	0.1128	0.1802	0.9991	1.0000																			
CEMEX	-0.0230	-0.0098	-0.0080	-0.0120	-0.0178	0.9991	1.0000																		
CIALMERICA	0.2768	0.3537	0.1696	0.2837	0.2177	0.0139	1.0000																		
CONSORCIO	0.2768	0.3535	0.1654	0.2834	0.2175	0.0139	0.9995	1.0000																	
ELEKTRA	0.2325	0.2527	0.1158	0.2451	0.1855	0.0079	0.2477	1.0000																	
FEMSA	0.2321	0.2522	0.1128	0.2446	0.1851	0.0079	0.2473	0.9969	1.0000																
GEO	0.2456	0.2769	0.1245	0.2585	0.2050	0.0018	0.2732	0.2105	0.9964	1.0000															
GRUMA	0.2351	0.2012	0.0838	0.1790	0.2091	-0.0119	0.2174	0.1687	0.1869	1.0000															
GRUPOMOD	0.2350	0.2011	0.0817	0.1788	0.2089	-0.0119	0.2173	0.1684	0.1865	0.9995	1.0000														
ICA	0.2347	0.3270	0.1532	0.2335	0.1986	0.0156	0.3017	0.2040	0.2195	0.1660	1.0000														
INBURSA	0.2622	0.3044	0.1331	0.2782	0.2034	-0.0029	0.2957	0.2318	0.3294	0.1766	0.2356	1.0000													
INDICE	0.2619	0.3039	0.1297	0.2777	0.2031	-0.0029	0.2953	0.2312	0.3285	0.1764	0.2353	0.9980	1.0000												
KIMBERLY	0.1554	0.1700	0.1103	0.1740	0.1505	0.0227	0.1843	0.1446	0.1691	0.1302	0.1573	0.1825	1.0000												
PEÑOLES	0.1531	0.1674	0.1060	0.1712	0.1481	0.0223	0.1815	0.1422	0.1662	0.1282	0.1549	0.1796	0.9698	1.0000											
SORIANA	0.2406	0.2761	0.1516	0.2322	0.1862	0.0352	0.2785	0.2067	0.2286	0.1750	0.2270	0.2418	0.1709	1.0000											
TELEvisa	0.2400	0.2752	0.1475	0.2315	0.1856	0.0351	0.2777	0.2059	0.2276	0.1746	0.2264	0.2410	0.1679	0.9951	1.0000										
TVAZTECA	0.2668	0.3090	0.1268	0.2461	0.2044	0.0125	0.2921	0.2283	0.2518	0.2015	0.2251	0.2868	0.1631	0.2751	1.0000										
WALMART	0.2664	0.3084	0.1235	0.2456	0.2040	0.0125	0.2916	0.2276	0.2510	0.2012	0.2247	0.2861	0.1603	0.2740	0.9971	1.0000									
	0.1941	0.1827	0.0887	0.1818	0.2013	-0.0046	0.1758	0.1348	0.1493	0.1920	0.1451	0.1622	0.1225	0.1415	0.1868	1.0000									
	0.1939	0.1824	0.0864	0.1815	0.2010	-0.0046	0.1756	0.1345	0.1489	0.1918	0.1449	0.1619	0.1205	0.1410	0.1863	0.9982	1.0000								
	0.4110	0.6184	0.2076	0.3838	0.3531	0.0073	0.5102	0.3379	0.3682	0.3109	0.4196	0.3952	0.2362	0.3944	0.3957	0.2936	1.0000								
	0.4109	0.6181	0.2026	0.3835	0.3529	0.0072	0.5101	0.3374	0.3675	0.3108	0.4195	0.3948	0.2326	0.3934	0.3952	0.2933	1.0000								
	0.1790	0.2282	0.1214	0.2063	0.1889	0.0115	0.2108	0.1678	0.1972	0.1230	0.1887	0.1979	0.1324	0.1687	0.1751	0.1233	0.2958	1.0000							
	0.1789	0.2279	0.1183	0.2061	0.1887	0.0115	0.2106	0.1675	0.1968	0.1229	0.1886	0.1976	0.1303	0.1682	0.1748	0.1221	0.2957	0.9990	1.0000						
	0.2266	0.2645	0.1203	0.1919	0.1835	-0.0049	0.2341	0.1850	0.2099	0.1487	0.2587	0.2329	0.1482	0.1897	0.2023	0.1177	0.3439	0.1899	1.0000						
	0.2265	0.2644	0.1173	0.1917	0.1834	-0.0049	0.2340	0.1847	0.2095	0.1487	0.2586	0.2326	0.1460	0.1892	0.2020	0.1175	0.3438	0.1898	0.9997	1.0000					
	0.1418	0.1775	0.1136	0.1489	0.1625	0.0309	0.1701	0.1521	0.1584	0.1350	0.1376	0.1760	0.1096	0.2224	0.1817	0.1201	0.2717	0.1427	0.1228	1.0000					
	0.1416	0.1772	0.1106	0.1486	0.1622	0.0309	0.1697	0.1517	0.1579	0.1348	0.1374	0.1756	0.1077	0.2216	0.1812	0.1198	0.2712	0.1424	0.1225	0.9969	1.0000				
	0.2511	0.2283	0.1271	0.2198	0.2239	-0.0121	0.2435	0.2241	0.1995	0.1896	0.2114	0.2185	0.1325	0.2032	0.2143	0.1787	0.3505	0.1629	0.1970	0.1553	1.0000				
	0.2508	0.2280	0.1238	0.2184	0.2236	-0.0121	0.2411	0.2236	0.1989	0.1894	0.2111	0.2181	0.1304	0.2005	0.2137	0.1783	0.3501	0.1627	0.1968	0.1550	0.9980	1.0000			
	0.2814	0.3907	0.1421	0.2652	0.2199	-0.0155	0.3548	0.2145	0.2704	0.2260	0.3267	0.2635	0.1653	0.2506	0.2717	0.1757	0.5045	0.2109	0.2340	0.1436	0.2497	1.0000			
	0.2813	0.3904	0.1386	0.2650	0.2198	-0.0155	0.3547	0.2141	0.2699	0.2359	0.3266	0.2633	0.1628	0.2589	0.2713	0.1755	0.5045	0.2108	0.2339	0.1434	0.2494	0.9999	1.0000		
	0.2462	0.3679	0.1347	0.2285	0.2023	0.0129	0.3183	0.2063	0.2217	0.1854	0.2882	0.2308	0.1342	0.2319	0.2206	0.1538	0.4917	0.2087	0.2215	0.1443	0.1905	0.3337	1.0000		
	0.2459	0.3672	0.1313	0.2280	0.2019	0.0128	0.3177	0.2057	0.2210	0.1851	0.2877	0.2302	0.1320	0.2310	0.2200	0.1534	0.4909	0.2083	0.2211	0.1438	0.1901	0.3332	0.9971	1.0000	
	0.2477	0.3918	0.1159	0.2014	0.2003	0.2646	0.2119	0.2179	0.2317	0.2548	0.2166	0.1363	0.1876	0.2161	0.1754	0.3884	0.1823	0.2063	0.1483	0.2280	0.3299	0.2764	1.0000		
	0.2469	0.3908	0.1127	0.2004	0.2166	0.0033	0.2637	0.2109	0.2168	0.2309	0.2157	0.1338	0.1866	0.2151	0.1747	0.3871	0.1816	0.2056	0.1476	0.2271	0.3289	0.2752	0.9937	1.0000	
	0.2740	0.3311	0.1385	0.2409	0.2444	-0.0049	0.2649	0.2182	0.2404	0.1744	0.2605	0.2664	0.1427	0.2154	0.2568	0.1691	0.4977	0.1823	0.2464	0.1717	0.2536	0.3020	0.2521	1.0000	
	0.2738	0.3307	0.1351	0.2406	0.2444	-0.0049	0.2647	0.2177	0.2398	0.1742	0.2603	0.2659	0.1404	0.2147	0.2563	0.1688	0.4974	0.1821	0.2462	0.1713	0.2532	0.3018	0.2704	0.2512	0.9986

Los cuadros 28 al 31 muestran las correlaciones y las Tau a y b de Kendall para los dos países para las periodicidades diarias de los conjuntos de series de datos, los cálculos para los rendimientos semanales y mensuales se pueden encontrar en el Apéndice 2. La correlación muestra en su gran mayoría valores entre cero y 0.5, lo que indica un grado de relación relativamente bajo y además positivo para las empresas entre ellas y con el índice de bolsa; esta situación es común en los dos países aunque se puede notar un pequeño aumento en el valor en el caso de los rendimientos mensuales pero sin ningún grado de significancia.

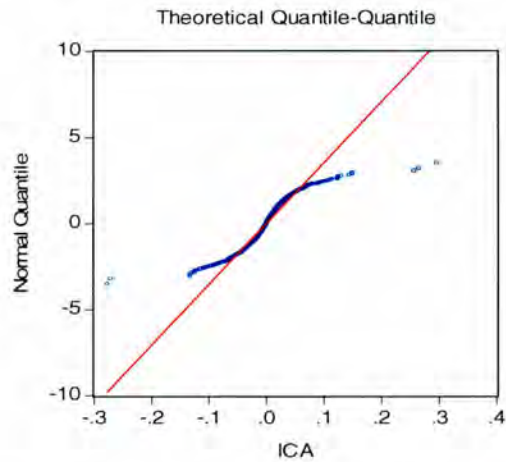
Igualmente las medidas Tau de Kendall, a y b que aparecen en primer y segundo lugar para cada activo respectivamente en los Cuadros correspondientes, muestran grados de asociación débiles y positivos en prácticamente todos los casos y específicamente mostrando pocos efectos de ataduras como es el caso de la Tau b, es decir, una asociación positiva pero poco significativa por estar alejada de 1. En el caso de los rendimientos mensuales, el grado de relación entre las series de tiempo y entre éstas y el índice aumenta apenas perceptiblemente, lo cual es indicativo de la pobre correlación cruzada entre los pares de valores.

Gráfica I. Diagrama cuantil-cuantil para México y Colombia









La gráfica 1 denominada de cuantil – cuantil es una forma sencilla pero muy poderosa y sobre todo útil para comparar dos distribuciones. En nuestro caso, hemos graficado los cuantiles de nuestras series empíricas en círculos pequeños de color azul y los mismos para una distribución normal teórica en la línea roja, pero para este ejercicio hemos escogido solamente las series que presentan la mayor leptocurtosis tanto en Colombia como en México. Es evidente el patrón de desviación que muestran los datos reales especialmente en los extremos o colas donde la distribución normal teórica no captura en ninguno de los casos los datos más alejados de la media mostrando también sesgos tanto a la izquierda como a la derecha por la forma de sus extremos, esta es solo otra forma de confirmar lo dicho hasta ahora con otras pruebas estadísticas descritas en los párrafos anteriores.

#### CARACTERÍSTICAS ADICIONALES DE LAS SERIES DE TIEMPO

Se procede ahora a identificar otras características de las series de los rendimientos tanto de Colombia como de México, tales como estacionariedad y auto correlación serial. Para este efecto, en primer lugar se procedió a una observación detallada de los correlogramas de los datos de rendimientos de ambos países y su estadístico de Ljung-Box. Esta herramienta permite caracterizar el patrón temporal de dependencia de la serie de tiempo como si fuera una serie univariante y permite detectar autocorrelaciones de orden superior a uno. En los correlogramas, se reporta el estadístico Q de Ljung-Box (Q-Stat) para L valores de rezagos, esta prueba se basa en la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación de orden L. El estadístico Ljung-Box (Ljung y Box, 1979) está asintóticamente distribuido como una Chi con grados de libertad igual al número de auto correlaciones, según esto, la hipótesis nula y la alternativa serían:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_L = 0$$

$$H_1: \rho_i \neq 0 \text{ para alguna } i$$

Siendo el estimador  $\hat{\rho} = \frac{\sum(COV r_t - \mu)(r_{t-1} - \mu)}{\sum(r_t - \mu)^2}$  definida  $\mu$  como la media de los datos de los rendimientos  $r_t$ .

Rechazar la hipótesis, a un nivel de  $\alpha$  de 5%, implica que la correlación de orden L es diferente de cero y por lo tanto hay presencia de autocorrelación serial.

El hecho de mostrar valores en sus *P-values* menores a 5% que es el nivel de significancia escogido, hace que se rechace la hipótesis nula de no existencia de correlación entre los rendimientos y se concluye la presencia de alguna correlación significativamente diferente de cero. Esta condición está presente en todas las series que van desde el año 2001 hasta el 2010 así como también para los intervalos creados de 2001 a 2005 y 2006 a 2010 sin excepción, esto es claramente visible en los gráficos de correlogramas que aparecen en el capítulo 2. De lo anterior se deduce que estamos ante la presencia de series de tiempo que no están generadas a partir de una serie de choques aleatorios independientes, es decir, que no se consideran procesos de ruido blanco (Yule, 1927).

Se procede seguidamente a la prueba de condición de estacionariedad de las series bajo estudio debido a que la teoría detrás de una estimación tipo ARMA<sup>3</sup> (Autoregressive and Moving Average), está basada en una serie de tiempo estacional. Una serie es estacionaria si la media y las auto covarianzas de la serie no dependen del tiempo. Consideremos un proceso tipo AR(1) (Auto regresivo de orden 1):

$$r_t = \phi_0 + \theta r_{t-1} + u_t \quad (5)$$

donde  $r_t$  son los rendimientos de una serie de precios de acciones,  $\phi_0$  y  $\theta$  son parámetros a ser estimados y  $u_t$  se asume como un proceso de ruido blanco. Si  $|\theta| \geq 1$  entonces  $r$  es una serie no estacionaria, su varianza aumenta con el tiempo y tiende a infinito. Si  $|\theta| < 1$ ,  $r_t$  es una serie con tendencia estacionaria, así, la hipótesis de estacionariedad puede ser evaluada probando si el valor absoluto de  $\theta$  es estrictamente menor que uno.

Por lo tanto, se probará la hipótesis nula  $H_0: \theta = 1$  contra la hipótesis alternativa  $H_1: \theta < 1$ . Dickey & Fuller (1979) muestra que para la hipótesis de la existencia de al menos una raíz unitaria ( $H_0$ ),  $\hat{\theta}$  no sigue una distribución convencional t de Student y por lo tanto se derivan resultados asintóticos y se simulan valores críticos y *P-values* para tamaños arbitrarios de muestras. Este test es válido, sólo si las series son un proceso AR(1). Si la serie está correlacionada para rezagos de mayor orden, la asunción de ruido blanco en las perturbaciones ( $u_t$ ) es violado. El test de Dickey & Fuller aumentado (ADF) construye un parámetro de corrección para correlaciones de mayor orden asumiendo que la serie  $r_t$  sigue un proceso AR(p) y adiciona diferencias de términos rezagados p periodos de la variable dependiente  $r_t$  al lado derecho de la prueba de regresión. Adicionalmente, Said y Dickey (1984) demuestran que el test ADF es asintóticamente válido en presencia de componentes de medias móviles (MA). Por lo anterior, se decidió utilizar el test de Dickey & Fuller aumentado para probar la presencia de estacionariedad de las series.

---

<sup>3</sup> En el capítulo correspondiente al ajuste del modelo se amplía suficientemente la información acerca de este tipo de modelos, solo se utilizará este concepto para introducir el tema de estacionariedad



Cuadro 32. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de Colombia para el periodo de 2001-2010

EMPRESAS	Longitud del rezago			Estadístico Dickey & Fuller			P-value		
	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual
ACERIAS	1	0	0	-27.64777	-16.64328	-9.689648	0.0000	0.0000	0.0000
BANBOGOTA	0	0	0	-43.30793	-23.33955	-10.172200	0.0000	0.0000	0.0000
BANCBIA	0	0	0	-43.95095	-20.47582	-8.898815	0.0001	0.0000	0.0000
CEMARGOS	0	0	0	-43.05459	-22.85338	-8.708664	0.0000	0.0000	0.0000
CHOCOLATES	0	0	0	-42.27251	-21.69485	-9.276199	0.0000	0.0000	0.0000
COLTEJER	1	1	0	-28.98700	-13.29421	-9.435076	0.0000	0.0000	0.0000
CORP FIN CBIANA	0	1	0	-46.88667	-11.47339	-7.761586	0.0001	0.0000	0.0000
ÉXITO	0	0	0	-43.24374	-21.54064	-9.913722	0.0000	0.0000	0.0000
FABRICATO	0	0	0	-40.31016	-20.87098	-8.216506	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPO AVAL	0	0	0	-45.37481	-22.45224	-8.789476	0.0001	0.0000	0.0000
INTERBOLSA	1	0	2	-34.74144	-19.65078	-6.061092	0.0000	0.0000	0.0000
INVARGOS	0	0	0	-43.98554	-21.25525	-9.496301	0.0001	0.0000	0.0000
ISA	0	0	0	-44.71619	-22.57500	-9.070406	0.0001	0.0000	0.0000
MINEROS	0	0	0	-42.61020	-22.28426	-8.134810	0.0000	0.0000	0.0000
PFBANCOLOM	0	1	0	-44.57605	-13.49232	-8.869039	0.0001	0.0000	0.0000
SURAMERICANA	0	1	0	-40.16125	-12.50012	-9.414006	0.0000	0.0000	0.0000
TABLEMAC	0	0	1	-44.49895	-22.11984	-6.880256	0.0001	0.0000	0.0000
VALOREM	0	0	0	-41.61016	-22.60657	-9.104312	0.0000	0.0000	0.0000
INDICE	0	1	0	-40.10192	-12.85548	-8.603424	0.0000	0.0000	0.0000

Cuadro 33. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de Colombia para el periodo de 2001-2005

EMPRESAS	Longitud del rezago			Estadístico Dickey & Fuller			P-value		
	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual
ACERIAS	1	0	0	-18.50252	-11.03661	-6.907518	0.0000	0.0000	0.0000
BANBOGOTA	0	0	1	-31.05057	-15.00274	-7.698953	0.0000	0.0000	0.0000
BANCBIA	0	0	0	-30.86348	-13.30028	-6.696793	0.0000	0.0000	0.0000
CEMARGOS	0	0	0	-29.03580	-14.52066	-6.956777	0.0000	0.0000	0.0000
CHOCOLATES	3	0	0	-17.29838	-14.56843	-6.117869	0.0000	0.0000	0.0000
COLTEJER	0	0	1	-27.58604	-14.60058	-7.069012	0.0000	0.0000	0.0000
CORP FIN CBIANA	0	1	0	-31.67567	-7.78584	-4.922553	0.0000	0.0000	0.0002
ÉXITO	0	0	0	-31.10061	-15.98658	-6.841205	0.0000	0.0000	0.0000
FABRICATO	0	0	0	-27.01867	-13.28420	-6.325061	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPO AVAL	0	0	0	-28.55880	-12.95578	-5.600847	0.0000	0.0000	0.0000
INTERBOLSA	1	0	5	-24.86457	-14.06762	-3.642123	0.0000	0.0000	0.0083
INVARGOS	0	0	0	-28.12947	-14.34515	-7.514372	0.0000	0.0000	0.0000
ISA	0	0	0	-29.16124	-13.42687	-6.283154	0.0000	0.0000	0.0000
MINEROS	0	0	0	-28.91682	-13.75454	-6.179009	0.0000	0.0000	0.0000
PFBANCOLOM	0	0	0	-30.87077	-15.93859	-6.494034	0.0000	0.0000	0.0000
SURAMERICANA	0	0	0	-29.74760	-13.28056	-6.643614	0.0000	0.0000	0.0000
TABLEMAC	0	0	0	-32.44828	-14.55203	-6.358854	0.0000	0.0000	0.0000
VALOREM	0	0	0	-27.51168	-16.01085	-6.235309	0.0000	0.0000	0.0000
INDICE	0	0	0	-26.24723	-13.35206	-6.133729	0.0000	0.0000	0.0000

Cuadro 34. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de Colombia para el periodo de 2006-2010

EMPRESAS	Longitud del rezago			Estadístico Dickey & Fuller			P-value		
	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual
ACERIAS	0	0	0	-29.79412	-7.41448	-7.345969	0.0000	0.0000	0.0000
BANBOGOTA	0	0	0	-30.42914	-6.76495	-6.754547	0.0000	0.0000	0.0000
BANCBIA	0	1	1	-31.32269	-6.75172	-6.803573	0.0000	0.0000	0.0000
CEMARGOS	0	0	0	-31.27358	-6.85814	-6.790977	0.0000	0.0000	0.0000
CHOCOLATES	0	0	0	-31.64563	-7.80406	-8.154339	0.0000	0.0000	0.0000
COLTEJER	0	0	0	-31.43214	-8.25787	-8.177642	0.0000	0.0000	0.0000
CORP FIN CBIANA	0	0	0	-36.63294	-6.75664	-6.695898	0.0000	0.0000	0.0000
ÉXITO	0	1	1	-30.1162	-6.50034	-6.485735	0.0000	0.0000	0.0000
FABRICATO	0	0	0	-29.66964	-6.76612	-6.697137	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPO AVAL	0	3	3	-34.48313	-2.81926	-2.917710	0.0000	0.0626	0.0504
INTERBOLSA	0	0	0	-30.56649	-5.67911	-5.627467	0.0000	0.0000	0.0000
INVARGOS	0	0	0	-32.89651	-6.49449	-6.444025	0.0000	0.0000	0.0000
ISA	5	0	0	-17.91564	-7.13142	-7.059008	0.0000	0.0000	0.0000
MINEROS	0	0	0	-31.44924	-6.33355	-6.259281	0.0000	0.0000	0.0000
PFBANCOLOM	0	0	0	-32.59846	-6.41503	-6.480688	0.0000	0.0000	0.0000
SURAMERICANA	0	0	0	-27.70278	-7.23482	-7.212684	0.0000	0.0000	0.0000
TABLEMAC	0	0	0	-29.54236	-6.00518	-6.177700	0.0000	0.0000	0.0000
VALOREM	0	0	0	-34.29581	-8.78588	-8.739747	0.0000	0.0000	0.0000
INDICE	0	0	0	-29.59225	-6.93430	-6.929939	0.0000	0.0000	0.0000

Los valores críticos para las series colombianas en un nivel de significancia de 5% son los siguientes de acuerdo a la periodicidad de los datos:

Series de 2001 a 2010	Series de 2001 a 1005	Series de 2006 a 2010
Diaria -2.862658	Diaria -2.863962	Diaria -2.863972
Semanal -2.867483	Semanal -2.873701	Semanal -2.916566
Mensual -2.888669	Mensual -2.923780	Mensual -2.596116

Cuadro 35. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de México para el periodo de 2001-2010

EMPRESAS	Longitud del rezago			Estadístico Dickey & Fuller			P-value		
	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual
ALFA	10	0	0	-12.85386	-20.60599	-9.656336	0.0000	0.0000	0.0000
AMERICAMOVIL	6	0	0	-19.56655	-24.05869	-9.031104	0.0000	0.0000	0.0000
ASUR	3	0	0	-25.82571	-23.43900	-13.028110	0.0000	0.0000	0.0000
BANORTE	10	0	0	-16.10429	-23.70630	-8.902081	0.0000	0.0000	0.0000
BIMBO	7	0	0	-18.63954	-23.56769	-9.919426	0.0000	0.0000	0.0000
CARSO	3	0	0	-26.26962	-24.89098	-11.385450	0.0000	0.0000	0.0000
CEMEX	24	0	2	-8.60310	-22.43684	-5.305110	0.0000	0.0000	0.0000
CIAL MEXICANA	17	0	0	-10.34548	-25.22325	-8.991743	0.0000	0.0000	0.0000
CONSORCIOARA	0	1	0	-45.03296	-14.40950	-9.738419	0.0001	0.0000	0.0000
ELEKTRA	6	0	0	-15.84739	-18.36057	-9.662791	0.0001	0.0000	0.0000
FEMSA	0	0	2	-45.38935	-24.38893	-10.219590	0.0001	0.0000	0.0000
GEO	0	0	0	-40.25562	-21.93040	-8.055558	0.0000	0.0000	0.0000
GRUMA	16	2	0	-8.58003	-9.12470	-7.620031	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPOMEXICO	1	0	0	-33.73177	-21.10381	-9.393538	0.0000	0.0000	0.0000
ICA	12	1	0	-11.01466	-13.72919	-9.247961	0.0000	0.0000	0.0000
INBURSA	3	0	0	-26.12485	-25.11056	-10.577380	0.0000	0.0000	0.0000
KIMBERLY	13	0	0	-15.58090	-25.67610	-11.969920	0.0001	0.0000	0.0000
GRUPOMODELO	5	0	0	-22.08171	-24.58164	-11.465210	0.0000	0.0000	0.0000
PEÑOLES	0	0	0	-42.26890	-22.46891	-9.786174	0.0000	0.0000	0.0000
SORIANA	0	0	0	-42.21683	-23.26170	-9.31852	0.0000	0.0000	0.0000
TELEvisa	0	0	0	-46.17600	-24.72985	-9.63956	0.0001	0.0000	0.0000
TELMEX	0	0	0	-45.63461	-22.48509	-12.44861	0.0001	0.0000	0.0000
TVAZTECA	0	0	1	-47.55536	-21.05102	-7.58789	0.0001	0.0000	0.0000
WALMART	2	0	0	-30.39463	-23.20153	-10.49224	0.0000	0.0000	0.0000
INDICE	1	0	0	-33.82710	-23.13516	-8.75507	0.0000	0.0000	0.0000

Cuadro 36. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de México para el periodo de 2001-2005

EMPRESAS	Longitud del rezago			Estadístico Dickey & Fuller			P-value		
	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual
ALFA	0	0	0	-28.73762	-13.49906	-8.060559	0.0000	0.0000	0.0000
AMERICAMOVIL	2	0	0	-20.99383	-14.07381	-6.485895	0.0000	0.0000	0.0000
ASUR	0	0	0	-32.78961	-17.65759	-8.515968	0.0000	0.0000	0.0000
BANORTE	0	0	0	-30.48427	-16.34754	-6.993124	0.0000	0.0000	0.0000
BIMBO	0	0	0	-31.86711	-16.39014	-8.004898	0.0000	0.0000	0.0000
CARSO	0	1	0	-31.91330	-12.68714	-7.189806	0.0000	0.0000	0.0000
CEMEX	0	0	0	-31.55474	-13.66393	-6.689746	0.0000	0.0000	0.0000
CIAL MEXICANA	0	0	0	-32.62718	-14.05820	-5.733495	0.0000	0.0000	0.0000
CONSORCIOARA	0	0	0	-32.80892	-15.34998	-7.095867	0.0000	0.0000	0.0000
ELEKTRA	0	0	0	-29.31052	-12.55287	-5.860747	0.0000	0.0000	0.0000
FEMSA	0	0	0	-31.61403	-15.05834	-7.163988	0.0000	0.0000	0.0000
GEO	0	0	0	-29.18516	-14.43251	-7.142639	0.0000	0.0000	0.0000
GRUMA	0	0	0	-33.43579	-14.39391	-6.364265	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPOMEXICO	0	0	0	-29.84004	-14.90621	-6.756586	0.0000	0.0000	0.0000
ICA	0	0	0	-30.14055	-16.18380	-6.855491	0.0000	0.0000	0.0000
INBURSA	0	0	0	-33.14170	-15.57042	-6.600843	0.0000	0.0000	0.0000
KIMBERLY	0	0	0	-31.73495	-16.06076	-8.664785	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPOMODELO	1	0	0	-27.28256	-18.30214	-7.338017	0.0000	0.0000	0.0000
PEÑOLES	0	0	0	-32.55851	-14.26737	-7.049496	0.0000	0.0000	0.0000
SORIANA	0	0	0	-31.20703	-14.32623	-6.663937	0.0000	0.0000	0.0000
TELEVISA	0	0	0	-32.99259	-15.23956	-6.374335	0.0000	0.0000	0.0000
TELMEX	0	0	0	-33.71589	-15.16105	-7.686212	0.0000	0.0000	0.0000
TVAZTECA	0	0	0	-33.21902	-13.29436	-7.705197	0.0000	0.0000	0.0000
WALMART	2	0	2	-21.89113	-15.36031	-3.327723	0.0000	0.0000	0.0187
INDICE	0	0	0	-31.70910	-13.24706	-6.200814	0.0000	0.0000	0.0000

Cuadro 37. Prueba de existencia de raíces unitarias para series de México para el periodo de 2006-2010

EMPRESAS	Longitud del rezago			Estadístico Dickey & Fuller			P-value		
	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual	Diario	Semanal	Mensual
ALFA	1	0	0	-25.03619	-15.35310	-8.064876	0.0000	0.0000	0.0000
AMERICAMOVIL	0	0	0	-34.16644	-19.53970	-6.631683	0.0000	0.0000	0.0000
ASUR	0	0	0	-32.67685	-14.75814	-8.528517	0.0000	0.0000	0.0000
BANORTE	0	0	0	-32.67173	-16.85618	-7.376780	0.0000	0.0000	0.0000
BIMBO	0	0	0	-34.21566	-16.70008	-8.054375	0.0000	0.0000	0.0000
CARSO	0	1	0	-33.52445	-18.36778	-7.237195	0.0000	0.0000	0.0000
CEMEX	1	0	0	-23.64575	-16.17068	-6.606089	0.0000	0.0000	0.0000
CIAL MEXICANA	0	0	0	-33.88607	-18.06026	-5.682176	0.0000	0.0000	0.0000
CONSORCIOARA	0	1	0	-31.39074	-10.08561	-7.162144	0.0000	0.0000	0.0000
ELEKTRA	0	0	0	-27.17307	-13.16772	-5.878125	0.0000	0.0000	0.0000
FEMSA	0	0	0	-32.29139	-18.48967	-7.043612	0.0000	0.0000	0.0000
GEO	0	0	0	-28.21144	-16.20510	-7.074419	0.0000	0.0000	0.0000
GRUMA	0	2	0	-34.61710	-6.28641	-6.323309	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPOMEXICO	0	0	0	-31.55322	-14.77245	-6.682983	0.0000	0.0000	0.0000
ICA	0	1	0	-29.31821	-9.63244	-6.937050	0.0000	0.0000	0.0000
INBURSA	0	0	0	-33.51767	-19.10642	-6.669978	0.0000	0.0000	0.0000
KIMBERLY	0	0	0	-30.93078	-19.28025	-8.676248	0.0000	0.0000	0.0000
GRUPOMODELO	1	0	0	-26.68268	-16.91162	-7.289315	0.0000	0.0000	0.0000
PEÑOLES	0	0	0	-28.23070	-16.77599	-7.198878	0.0000	0.0000	0.0000
SORIANA	0	0	0	-29.11962	-17.50334	-6.656728	0.0000	0.0000	0.0000
TELEVISA	1	0	0	-25.33342	-20.01457	-6.386650	0.0000	0.0000	0.0000
TELMEX	0	0	0	-31.49624	-16.15654	-8.285242	0.0000	0.0000	0.0000
TVAZTECA	0	1	0	-34.27188	-14.07562	-7.702045	0.0000	0.0000	0.0000
WALMART	1	0	1	-25.18217	-16.91640	-4.984816	0.0000	0.0000	0.0001
INDICE	0	0	0	-30.47384	-17.67015	-6.112610	0.0000	0.0000	0.0000

Los valores críticos para las series mexicanas en un nivel de significancia de 5% son los siguientes de acuerdo a la periodicidad de los datos:

Series de 2001 a 2010	Series de 2001 a 1005	Series de 2006 a 2010
Diaria -2.862617	Diaria -2.863866	Diaria -2.863886
Semanal -2.867483	Semanal -2.873701	Semanal -2.873701
Mensual -2.888669	Mensual -2.917650	Mensual -2.596689

En los cuadros 32 a 37 se observa que en efecto, las series son estacionarias en diferencias a lo largo de todo el período tanto para datos diarios como semanales y mensuales. El rechazo a la hipótesis nula de la raíz unitaria, probada con el estadístico de *Dickey y Fuller Aumentado* para cualquier valor de  $p$ , es indicativo de que la volatilidad de los rendimientos es muy *aplanada* y que, las distribuciones empíricas no presentan cambios significativos (en sus diferencias) en la trayectoria temporal de sus parámetros, aún cuando las series acusan problemas de estructura (como ruido blanco o leptocurtosis).

Para Colombia, sólo en el caso de los rendimientos mensuales de Grupo Aval para el periodo de 2006 a 2010 el resultado indica que no se debe rechazar la hipótesis nula. Los demás datos, ofrecen indicios para rechazar la hipótesis, es decir, que no hay evidencia de existencia de raíces unitarias, tanto para el periodo completo bajo estudio como para los sub periodos propuestos anteriormente. En el caso mexicano las series de tiempo, sin ninguna excepción, resultaron sin evidencia de existencia de raíces unitarias después de la aplicación de la prueba DFA.

El punto clave de todo este recorrido es que la presencia de distribuciones de rendimientos con colas pesadas y asimetrías es una advertencia de que, en Colombia y en México, ningún análisis financiero sobre el comportamiento de los rendimientos de las acciones es correcto si se hace sobre la base de los métodos tradicionales de media varianza (o covarianza). En particular interesa destacar el comportamiento anormal de las series diarias porque, en la práctica financiera cotidiana, todas las mediciones de las “cantidades” relevantes se desarrollan generalmente sobre bases diarias. Un estimador apropiado del Valor en Riesgo (VaR), por ejemplo, no es más que el valor crítico de una distribución de probabilidad de pérdidas y ganancias potenciales diarias de un portafolio (Kupiec 1995). Por este motivo, el verdadero problema de validación del supuesto de normalidad estacionaria se relaciona con las series diarias y no con otras de distinta periodicidad.

Finalmente, es importante mencionar que los datos se sometieron a una transformación del tipo Box-Cox, para todos los tratamientos descritos en este capítulo, no sin antes haber realizado los cálculos pertinentes y confirmar que la lambda óptima para este proceso es de cero, lo que sugirió hacer la transformación logarítmica a los rendimientos.

## II. DEFINICIÓN DEL MODELO

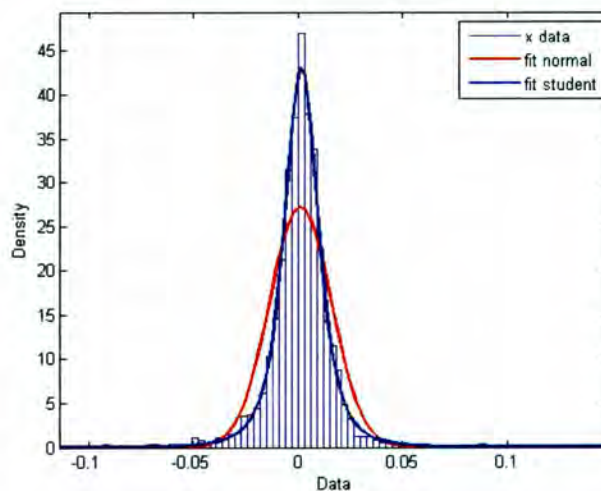
Después de haber hecho una descripción detallada sobre los hechos estilizados de las series de rendimientos, se busca en este apartado modelar el comportamiento de dichos datos para conseguir el objetivo planteado inicialmente. Se buscará entonces identificar los modelos con mayor bondad de ajuste que permitan corregir el problema de la leptocurtosis sin dejar de lado las demás características de las series mediante la metodología Box-Jenkins que comprende la identificación o selección del modelo, la estimación de los parámetros y finalmente su verificación.

Teniendo en cuenta que hay otros métodos, por ejemplo, basados en la distribución t de Student cuyos parámetros pueden calibrar muy bien la *pesadez* de las colas, en particular para periodos cortos, se presenta a modo de guisa cómo estas distribuciones ajustan sorprendentemente bien la cola izquierda de la densidad y la distribución acumulada empíricas de las series de tiempo.

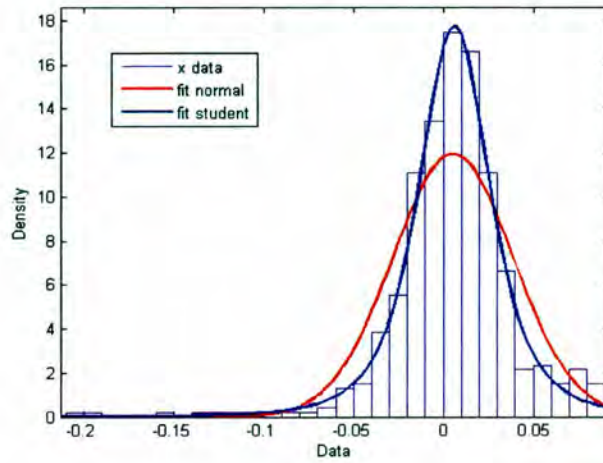
### AJUSTE DE T DE STUDENT

Para empezar se busca mostrar como una distribución particular, la T de student, tiene mayor capacidad predictiva que la normal teórica para caracterizar las series de tiempo de los dos países con diferentes periodicidades. El uso de esta distribución radica en el hecho de que captura más valores extremos que una normal estacionaria aunque no la combinación de los desplazamientos cíclicos y estructurales, o de tiempo ordenado, de los parámetros de la distribución (Kim y Kon, 1994). Para esto, se ha decidido tomar los rendimientos de los índices de bolsa de Colombia y México tanto diarios, semanales y mensuales, teniendo en cuenta que se consideran indicadores del comportamiento general de los mercados que representan.

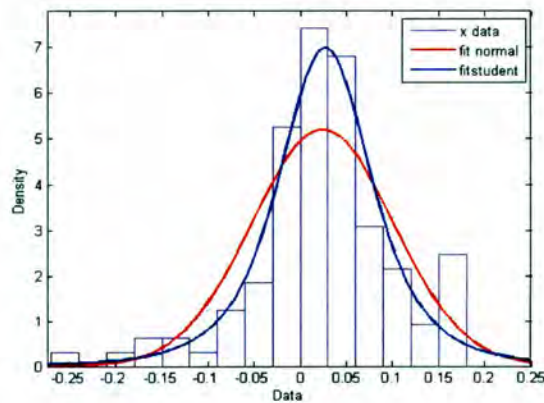
Gráfica 2. Distribución de densidad de probabilidad para IGBC. Datos diarios 2001 a 2010



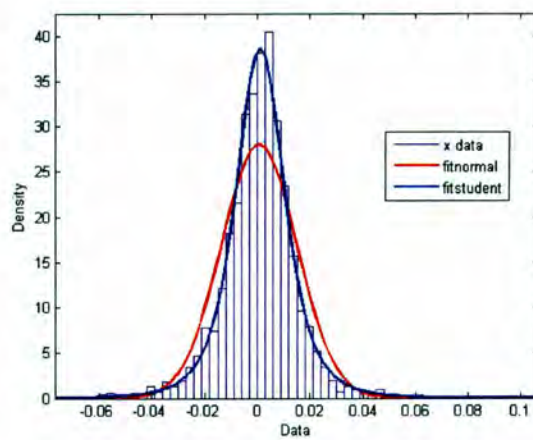
Gráfica 3. Distribución de densidad de probabilidad para IGBC. Datos semanales 2001 a 2010



Gráfica 4. Distribución de densidad de probabilidad para IGBC. Datos mensuales 2001 a 2010

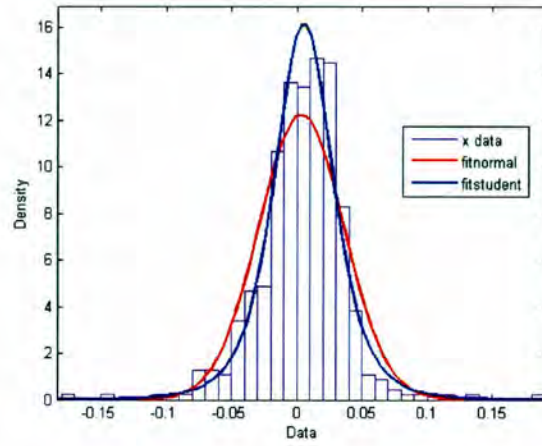


Gráfica 5. Distribución de densidad de probabilidad para IP&C. Datos diarios de 2001 a 2010

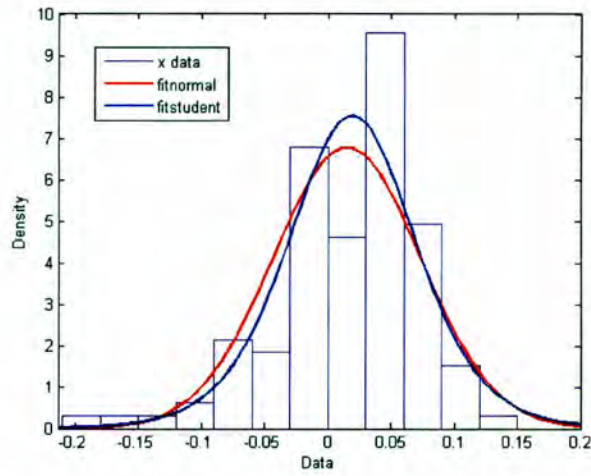




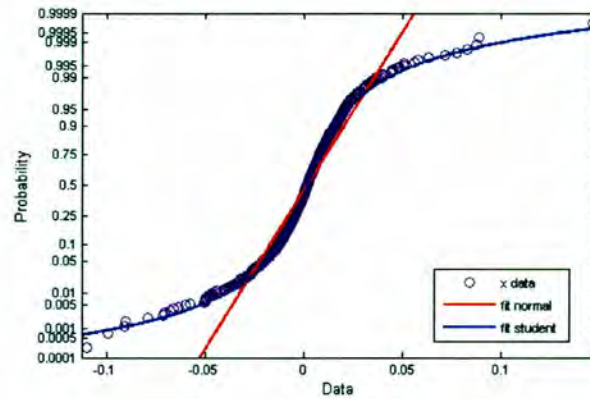
Gráfica 6. Distribución de densidad de probabilidad para IP&C. Datos semanales 2001 a 2010



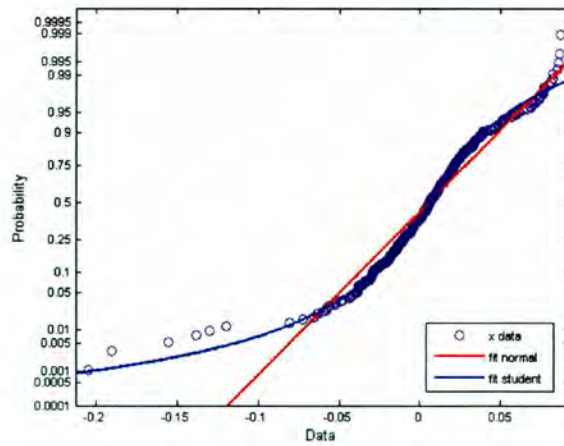
Gráfica 7. Distribución de densidad de probabilidad para IP&C. Datos mensuales 2001 a 2010



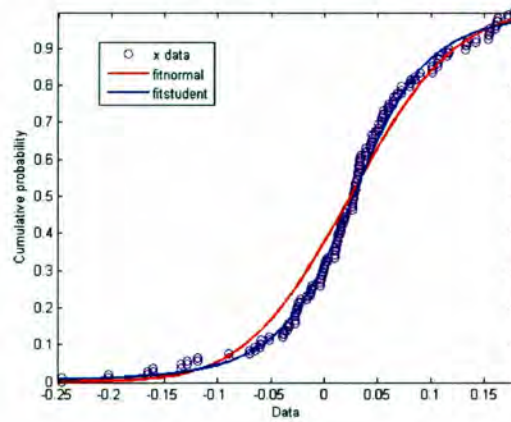
Gráfica 8. Distribución de probabilidad acumulada para IGBC. Datos diarios 2001 a 2010



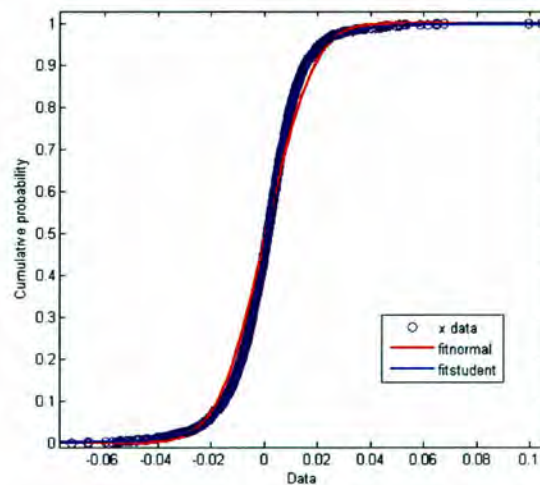
Gráfica 9. Distribución de probabilidad acumulada para IGBC. Datos semanales 2001 a 2010



Gráfica 10. Distribución de probabilidad acumulada para IGBC. Datos mensuales 2001 a 2010

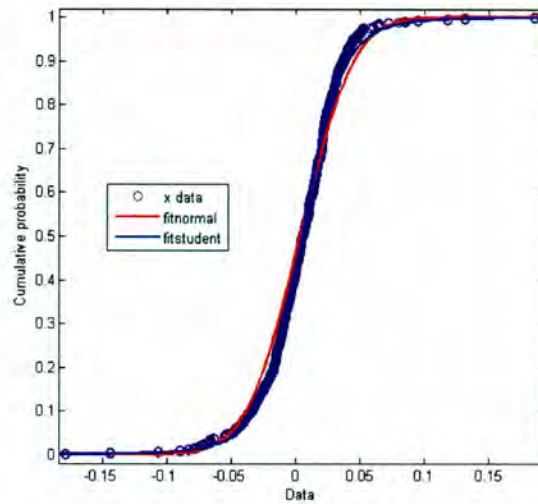


Gráfica 11. Distribución de probabilidad acumulada para IP&C. Datos diarios 2001 a 2010

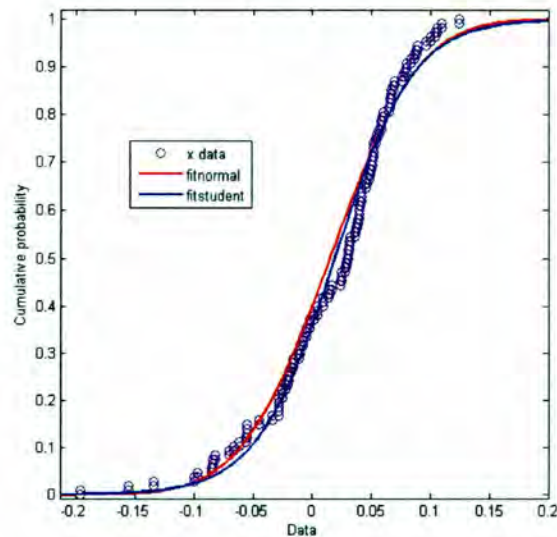




Gráfica 12. Distribución de probabilidad acumulada para IP&C. Datos semanales 2001 a 2010



Gráfica 13. Distribución de probabilidad acumulada para IP&C. Datos mensuales 2001 a 2010



De las gráficas 2 a 7 es posible deducir visualmente que la distribución T de Student presenta sistemáticamente mejor ajuste que la normal (los datos empíricos están representados por el histograma, el ajuste a la normal por la línea roja y la T de Student por la línea azul). Igualmente de la gráfica 8 a 13 la conclusión es la misma con la representación de los datos por los círculos violeta y la distribución normal y la T por las líneas roja y azul respectivamente. La distribución T sigue mucho más fielmente el comportamiento de las series reales, esto es especialmente notorio en los datos diarios y semanales y aunque en los mensuales la diferencia entre las tres líneas es menor, aún sigue mostrando un comportamiento más parecido al real que la distribución normal.

Cuadro 38. Distribución de densidad de probabilidad para Colombia. Datos diarios 2001 a 2010

Función de Densidad		
	Normal	T de student
x	f(x)	f(x)
-0.1	0.00000000122	0.02415862919
-0.08	0.00000596015	0.05398863641
-0.06	0.00450179616	0.14910519018
-0.04	0.52782581730	0.58536010648
-0.02	9.60664767957	4.35051121546
0	27.14123027134	42.33500745818
0.02	11.90319717603	6.57331219704
0.04	0.81035283816	0.76965628907
0.06	0.00856369358	0.18105712223
0.08	0.00001404832	0.06266024103
0.1	0.00000000358	0.02725071365

Cuadro 39. Distribución de densidad de probabilidad para Colombia. Datos semanales 2001 a 2010

Función de Densidad		
	Normal	T de student
x	f(x)	f(x)
-0.21	0.000000012	0.012663561
-0.18	0.000002581	0.022613610
-0.15	0.000247664	0.044360440
-0.12	0.010643492	0.098880130
-0.09	0.204823345	0.263977835
-0.06	1.765017359	0.913710836
-0.03	6.810714838	4.356059322
0.00	11.768215218	16.726299665
0.03	9.105476899	8.571692772
0.06	3.154779289	1.683808069
0.09	0.489451264	0.425733090

Cuadro 40. Distribución de densidad de probabilidad para Colombia. Datos mensuales 2001 a 2010

Función de Densidad		
	Normal	T de student
x	f(x)	f(x)
-0.3	0.000733621	0.031766096
-0.25	0.009148030	0.060130690
-0.2	0.074819955	0.125503502
-0.15	0.401366723	0.296006863
-0.1	1.412210213	0.803736529
-0.05	3.259052815	2.409663913
0	4.933072688	5.929747207
0.05	4.897536671	6.186491403
0.1	3.189127951	2.620538412
0.15	1.362072601	0.873463293
0.2	0.381559820	0.318249821

Cuadro 41. Distribución de densidad de probabilidad para México. Datos diarios 2001 a 2010

<b>Función de Densidad</b>		
	Normal	T de student
x	f(x)	f(x)
-0.07	0.00012778	0.07356294
-0.053	0.02326839	0.22466020
-0.036	1.02101383	0.94697950
-0.019	10.79583199	6.27037374
-0.002	27.50678926	36.16951842
0.015	16.88818488	13.42582820
0.032	2.49853444	1.77789835
0.049	0.08907319	0.36199053
0.066	0.00076519	0.10709167
0.083	0.00000158	0.04056238
0.1	0.00000000	0.01817509

Cuadro 42. Distribución de densidad de probabilidad para México. Datos semanales 2001 a 2010

<b>Función de Densidad</b>		
	Normal	T de student
x	f(x)	f(x)
-0.2	0.00000004	0.00806678
-0.16	0.00004375	0.02258897
-0.12	0.00959802	0.08018834
-0.08	0.46768690	0.40168204
-0.04	5.06204693	3.06348417
0	12.17011639	15.68558703
0.04	6.49921497	5.28136357
0.08	0.77094728	0.65029818
0.12	0.02031356	0.11657985
0.16	0.00011889	0.03042531
0.2	0.00000015	0.01030817

Cuadro 43. Distribución de densidad de probabilidad para México. Datos mensuales 2001 a 2010

<b>Función de Densidad</b>		
	Normal	T de student
x	f(x)	f(x)
-0.2	0.00851492	0.03226439
-0.16	0.08125255	0.10965169
-0.12	0.48799895	0.38989829
-0.08	1.84470136	1.33949810
-0.04	4.38892865	3.79279234
0	6.57228289	6.99695790
0.04	6.19440004	6.89149035
0.08	3.67457844	3.64415227
0.12	1.37195880	1.26970356
0.16	0.32240361	0.36798839
0.2	0.04768524	0.10357397

De acuerdo con los cuadros 38 a 43, se puede concluir que la distribución T de student ajusta de forma más eficiente los datos que la normal debido a que la probabilidad de incluir datos reales especialmente en los extremos (colas) de la distribución es más alta que en la normal. Esto se hace más evidente en las series de rendimientos diarios aunque no así en los mensuales. Si tomamos como ejemplo los datos diarios colombianos (Cuadro 38), vemos como la distribución T tiene un 2.41% de probabilidad de detectar valores comprendidos entre menos infinito y -0.1, mientras que para la normal esta probabilidad es de casi cero, esto confirma la inhabilidad de que la distribución normal detecte valores empíricos ubicados en los extremos, lo que a su vez la hace poco eficiente para caracterizar series de tiempo como las que en este trabajo se estudian.

## AJUSTE DE MODELOS PARA LAS SERIES DE TIEMPO

Los esfuerzos dirigidos a resolver el problema de la falta de normalidad de las series de rendimientos diarios se caracterizan por ser muy extensos y diversos, en el sentido que abarcan desde recomendaciones menores hasta el uso de instrumentos estadísticos muy complejos. Entre los intentos iniciales más exitosos en esta dirección destacan los trabajos de *Risk Metrics* (1997) que, además de hacer sugerencias prácticas sobre la forma de corregir la falta de normalidad mediante la estandarización de los rendimientos, proponen métodos de pronósticos específicos en los que se contemplan abiertamente los cambios temporales en las medias y las varianzas de las series. Uno de esos métodos que ganó inmediatamente gran popularidad entre los practicantes de la industria es el de *Mezcla de Normales*, cuyo objetivo es descartar si dos o más normales son capaces de estimar el sesgo y el exceso de curtosis que no son captados por una sola distribución normal.

Otros métodos incluyen el uso de distribuciones alternativas a la normal, procesos de Ito, modelos de series tempo-dependientes y teoría de valores extremos. Cada uno de ellos se concentra en resolver determinados problemas que otros no consideran o sólo resuelven parcialmente. Por ejemplo, para medir el poder descriptivo de la mezcla de distribuciones, las pruebas estadísticas incluyen una comparación con la distribución *t* de Student, porque se considera que ésta captura más valores extremos que una normal, como ya lo mencionamos. Del mismo modo, se usan diversos procesos de Ito —como el de difusión con saltos o mezclas de cadenas de Markov con caminatas aleatorias—, modelos heteroscedásticos y diversas funciones de variación regular para elaborar pronósticos sobre las series leptocúrticas que otros métodos no pueden realizar en presencia de volatilidad grupal y valores extremos. Como veremos, la aplicación correcta de cada método no es sólo un asunto estadístico, sino conceptual y depende, en buena medida, del conocimiento del mercado que tenga el investigador o administrador de riesgos (Ramírez 2004).

En nuestro caso, optamos por ensayar algunos modelos de heteroscedasticidad condicional tempo-dependientes ya que el propósito del trabajo se reduce a mostrar la trama de problemas que supone contar con distribuciones leptocúrticas de rendimientos y no la superioridad descriptiva de unos métodos sobre otros. Es decir, buscamos ilustrar el hecho de que la existencia de colas pesadas trae aparejado otros problemas propios de las distribuciones empíricas de rendimientos, tales como la asimetría o la volatilidad grupal y en este punto los modelos del tipo ARCH-GARCH aquí desarrollados presentan tres ventajas importantes sobre los restantes: a) restablecen las propiedades de ruido blanco de las series estacionarias al atacar directamente su problema de estructura (autocorrelación serial y heteroscedasticidad) provocada por la leptocurtosis; y b) permiten modelar flexiblemente los cambios en la media y la varianza atribuidos a la leptocurtosis con

especificaciones que hacen explícitas la volatilidad grupal y el apalancamiento (o alta volatilidad producida por los rendimientos negativos “grandes”); y finalmente c) tienen cualidades muy apreciadas en el análisis financiero, todas relacionadas con su capacidad de: i) hacer ajustes confiables de series estacionarias y leptocúrticas con modelos parsimoniosos que incluyen pocos parámetros; y ii) pronosticar las volatilidades de los rendimientos y sus correlaciones con estimaciones que confieren mayor ponderación a la información reciente.

Seguidamente, se ilustra el proceso que permitió encontrar el modelo de mejor ajuste, utilizando como base la modelación del tipo ARCH. Para hacer más específico el ejercicio consideramos únicamente aquellas series accionarias que registran un exceso de curtosis mayor que el promedio de la muestra original que son Interbolsa, Tablemac, Acerías Paz del Río, Corporación Financiera Colombiana y Compañía Colombiana de Tejidos y en el caso de México con Controladora Comercial Mexicana, S.A.B. de C.V., GRUMA, S.A.B. de C.V., Grupo Aeroportuario Del Sureste, S.A.B. de C.V., Consorcio Ara, S.A.B. de C.V., Empresas Ica, S.A.B. de C.V. y Grupo Financiero Banorte, S.A.B. de C.V. La idea detrás de este criterio es aislar a las series leptocúrticas que, a todas luces, representan un reto mayor para el análisis, no sólo por las dificultades que supone asociarles una especificación econométrica adecuada sino, además, por los graves problemas ligados con su registro. Igualmente se incluye en este proceso el Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC) y el de Índice de Precios y Cotizaciones (IP&C) por ser éstos indicadores del comportamiento del mercado en forma general y servir como referencia para análisis posteriores. Las series utilizadas para el ajuste son diarias.

Como primer paso, se ajusta un modelo para describir el comportamiento medio de las series bajo estudio aplicando la metodología de Box-Jenkins a los rendimientos. Esta metodología propuesta por George Box y Gwilym Jenkins (1970), aplicados a modelos ARMA se usa para encontrar el mejor ajuste de una serie de tiempo a valores de momentos anteriores al de la serie estudiada, con el propósito de realizar pronósticos. Básicamente, esta metodología propone tres pasos, identificación o selección del modelo, estimación de los parámetros y finalmente verificación del modelo ajustado.

De acuerdo a esto, en la etapa de identificación, se analizarán los gráficos de la función de autocorrelación y la función de autocorrelación parcial que se especifica para varios rezagos. Después de observar los correlogramas exhibidos en las gráficas 14 a 26 y del estadístico Q de Ljung-Box en las series de rendimientos, así como sus valores p (en la gráfica, valores Prob menores a 0.05), se deduce la presencia fuerte de autocorrelación serial, como se había mencionado en el capítulo uno, lo que confirma la necesidad de ajustar un modelo que describa el comportamiento del rendimiento medio de las series bajo estudio. La autocorrelación surge cuando los términos de error del modelo no son independientes entre sí y los errores se vinculan de la misma forma. Los estimadores mínimos cuadráticos ordinarios (MCO) obtenidos, bajo esta circunstancia, dejan de ser eficientes. Esta presencia de autocorrelación serial induce a escoger modelos tipo ARMA (Autoregressive Moving Average) para lograr una mejor bondad de ajuste. El modelo se escogió teniendo en cuenta el criterio de Akaike cuidando de obtener también ruido blanco tanto en los residuales estandarizados como en los residuales al cuadrado.

El criterio de información de Akaike (AIC por su sigla en inglés) se calcula como:

$$AIC = \frac{-2l}{T} + \frac{2k}{T} \quad (6)$$

Donde  $l$  es el logaritmo de la función de verosimilitud dado por

$$l = -\frac{T}{2} \left( 1 + \log(2\pi) + \log\left(\frac{\hat{\epsilon}'\hat{\epsilon}}{T}\right) \right) \quad (7)$$

Donde  $T$  es el número de observaciones y  $\hat{\epsilon}'\hat{\epsilon}$  es la suma del cuadrado de los residuales.

Este criterio es usado comúnmente en la selección de modelos para alternativas no anidadas y se prefieren valores más pequeños de AIC. Por ejemplo, se podría escoger la longitud del rezago en una distribución escogiendo la especificación con el valor de Akaike más bajo, pero no para escoger entre modelos de diferentes familias, como entre uno para la variable  $Y$  y otro para  $\log Y$ .

Gráfica 14. Correlograma Interbolsa

	A	B	C	D	E	F	G
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
4							
5							
6							
7			1	0.071	0.071	11.216	0.001
8			2	-0.080	-0.086	25.420	0.000
9			3	0.018	0.031	26.135	0.000
10			4	0.008	-0.002	26.289	0.000
11			5	0.026	0.030	27.726	0.000
12			6	-0.029	-0.034	29.571	0.000
13			7	-0.001	0.009	29.573	0.000
14			8	0.010	0.002	29.778	0.000
15			9	0.021	0.023	30.752	0.000
16			10	0.043	0.040	34.823	0.000
17			11	0.001	-0.000	34.827	0.000
18			12	-0.014	-0.010	35.268	0.000
19			13	0.030	0.030	37.228	0.000
20			14	-0.007	-0.015	37.346	0.001
21			15	-0.005	0.002	37.395	0.001
22			16	0.000	-0.001	37.395	0.002
23			17	0.022	0.023	38.470	0.002
24			18	0.031	0.024	40.544	0.002
25			19	0.011	0.012	40.824	0.003
26			20	0.007	0.006	40.931	0.004
27			21	0.022	0.022	42.053	0.004
28			22	0.013	0.009	42.413	0.006
29			23	0.017	0.017	43.024	0.007
30			24	0.020	0.020	43.878	0.008
31			25	-0.014	-0.014	44.289	0.010
32			26	-0.026	-0.025	45.737	0.010
33			27	0.002	0.001	45.743	0.014
34			28	0.041	0.035	49.534	0.007
35			29	0.023	0.018	50.707	0.008
36			30	-0.024	-0.021	51.957	0.008

Gráfica 15. Correlograma Tablemac

	A	B	C	D	E	F	G
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
4							
5							
6							
7	0.2	0.2	1	0.050	0.050	5.5646	0.018
8	0.1	0.1	2	-0.031	-0.033	7.6333	0.022
9	0.1	0.1	3	-0.006	-0.002	7.7014	0.053
10	0.1	0.1	4	0.003	0.002	7.7176	0.102
11	0.1	0.1	5	0.026	0.026	9.1992	0.101
12	0.1	0.1	6	0.011	0.008	9.4469	0.150
13	0.1	0.1	7	-0.003	-0.003	9.4737	0.220
14	0.1	0.1	8	0.026	0.027	10.967	0.204
15	0.1	0.1	9	0.019	0.016	11.750	0.228
16	0.1	0.1	10	0.016	0.016	12.347	0.262
17	0.1	0.1	11	0.013	0.013	12.737	0.311
18	0.1	0.1	12	0.021	0.021	13.688	0.321
19	0.3	0.3	13	0.041	0.039	17.426	0.181
20	0.1	0.1	14	0.031	0.027	19.529	0.146
21	0.1	0.1	15	0.001	0.000	19.531	0.191
22	0.1	0.1	16	-0.018	-0.018	20.265	0.209
23	0.1	0.1	17	0.037	0.037	23.248	0.141
24	0.1	0.1	18	-0.006	-0.015	23.338	0.178
25	0.1	0.1	19	-0.015	-0.015	23.838	0.202
26	0.1	0.1	20	0.016	0.015	24.412	0.225
27	0.1	0.1	21	0.003	-0.001	24.435	0.272
28	0.1	0.1	22	-0.003	-0.008	24.458	0.324
29	0.1	0.1	23	0.027	0.025	26.118	0.295
30	0.1	0.1	24	-0.006	-0.009	26.191	0.344
31	0.1	0.1	25	0.000	-0.002	26.191	0.397
32	0.1	0.1	26	-0.002	-0.005	26.197	0.452
33	0.1	0.1	27	0.011	0.010	26.457	0.493
34	0.1	0.1	28	0.003	-0.001	26.475	0.547
35	0.1	0.1	29	-0.014	-0.014	26.931	0.575
36	0.1	0.1	30	-0.005	-0.005	26.995	0.624

Gráfica 16. Correlograma Acerías Paz del Rio

	A	B	C	D	E	F	G
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
4							
5							
6							
7	0.130	0.130	1	0.130	0.130	37.079	0.000
8	0.124	0.109	2	0.124	0.109	71.000	0.000
9	0.058	0.030	3	0.058	0.030	78.436	0.000
10	0.049	0.026	4	0.049	0.026	83.774	0.000
11	0.048	0.030	5	0.048	0.030	88.775	0.000
12	0.073	0.056	6	0.073	0.056	100.37	0.000
13	0.035	0.011	7	0.035	0.011	103.12	0.000
14	0.004	-0.019	8	0.004	-0.019	103.15	0.000
15	0.035	0.025	9	0.035	0.025	105.79	0.000
16	0.019	0.008	10	0.019	0.008	106.59	0.000
17	0.030	0.016	11	0.030	0.016	108.53	0.000
18	-0.002	-0.017	12	-0.002	-0.017	108.54	0.000
19	0.021	0.014	13	0.021	0.014	109.50	0.000
20	-0.017	-0.022	14	-0.017	-0.022	110.14	0.000
21	-0.026	-0.030	15	-0.026	-0.030	111.63	0.000
22	-0.035	-0.031	16	-0.035	-0.031	114.40	0.000
23	0.007	0.020	17	0.007	0.020	114.51	0.000
24	-0.034	-0.029	18	-0.034	-0.029	117.08	0.000
25	-0.017	-0.010	19	-0.017	-0.010	117.72	0.000
26	-0.004	0.009	20	-0.004	0.009	117.74	0.000
27	0.005	0.016	21	0.005	0.016	117.81	0.000
28	0.012	0.015	22	0.012	0.015	118.14	0.000
29	0.025	0.023	23	0.025	0.023	119.55	0.000
30	0.000	-0.005	24	0.000	-0.005	119.55	0.000
31	-0.011	-0.010	25	-0.011	-0.010	119.81	0.000
32	0.004	0.004	26	0.004	0.004	119.85	0.000
33	0.001	0.002	27	0.001	0.002	119.85	0.000
34	0.045	0.044	28	0.045	0.044	124.30	0.000
35	0.018	0.008	29	0.018	0.008	125.02	0.000
36	-0.012	-0.029	30	-0.012	-0.029	125.37	0.000

Gráfica 17. Correlograma Corporación Financiera Colombiana

	A	B	C	D	E	F	G
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
4							
5							
6							
7			1	0.049	0.049	5.1922	0.023
8			2	0.032	0.029	7.3791	0.025
9			3	0.022	0.020	8.4853	0.037
10			4	-0.007	-0.010	8.5856	0.072
11			5	0.002	0.002	8.5957	0.126
12			6	-0.058	-0.059	16.090	0.013
13			7	0.051	0.057	21.790	0.003
14			8	0.022	0.021	22.895	0.004
15			9	0.009	0.007	23.090	0.006
16			10	0.014	0.009	23.540	0.009
17			11	0.008	0.007	23.688	0.014
18			12	0.016	0.011	24.288	0.019
19			13	-0.014	-0.010	24.710	0.025
20			14	0.028	0.028	26.448	0.023
21			15	-0.012	-0.016	26.745	0.031
22			16	-0.010	-0.009	26.954	0.042
23			17	0.040	0.040	30.453	0.023
24			18	0.037	0.035	33.449	0.015
25			19	0.005	-0.004	33.503	0.021
26			20	0.007	0.007	33.614	0.029
27			21	0.001	-0.005	33.619	0.040
28			22	0.023	0.022	34.750	0.041
29			23	-0.006	-0.003	34.832	0.054
30			24	0.032	0.032	37.037	0.043
31			25	0.002	-0.007	37.048	0.057
32			26	0.016	0.014	37.651	0.065
33			27	0.008	0.004	37.798	0.081
34			28	-0.018	-0.019	38.509	0.089
35			29	-0.071	-0.076	49.860	0.009
36			30	-0.041	-0.030	53.582	0.005

Gráfica 18. Correlograma Coltejer

	A	B	C	D	E	F	G
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
4							
5							
6							
7			1	0.127	0.127	35.535	0.000
8			2	0.079	0.064	49.233	0.000
9			3	0.037	0.020	52.215	0.000
10			4	-0.034	-0.047	54.755	0.000
11			5	-0.000	0.006	54.755	0.000
12			6	-0.054	-0.051	61.150	0.000
13			7	-0.020	-0.005	62.010	0.000
14			8	0.009	0.018	62.203	0.000
15			9	0.034	0.038	64.825	0.000
16			10	0.046	0.033	69.447	0.000
17			11	0.029	0.014	71.279	0.000
18			12	0.063	0.051	80.156	0.000
19			13	-0.017	-0.036	80.830	0.000
20			14	-0.039	-0.040	84.211	0.000
21			15	-0.027	-0.013	85.784	0.000
22			16	-0.073	-0.054	97.554	0.000
23			17	-0.051	-0.033	103.42	0.000
24			18	-0.002	0.020	103.42	0.000
25			19	-0.023	-0.020	104.56	0.000
26			20	0.044	0.040	108.95	0.000
27			21	0.038	0.023	112.19	0.000
28			22	0.069	0.053	122.64	0.000
29			23	0.028	0.003	124.35	0.000
30			24	0.023	0.016	125.56	0.000
31			25	-0.014	-0.015	125.97	0.000
32			26	0.008	0.026	126.11	0.000
33			27	-0.022	-0.019	127.22	0.000
34			28	0.009	0.027	127.41	0.000
35			29	0.004	0.001	127.44	0.000
36			30	0.032	0.022	129.68	0.000



Gráfica 19. Correlograma IGBC

	A	B	C	D	E	F	G
4							
5	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
6							
7			1	0.153	0.153	51.582	0.000
8			2	0.033	0.010	54.001	0.000
9			3	-0.009	-0.016	54.181	0.000
10			4	0.002	0.006	54.191	0.000
11			5	-0.006	-0.007	54.274	0.000
12			6	-0.084	-0.084	69.651	0.000
13			7	0.034	0.061	72.163	0.000
14			8	0.012	0.001	72.464	0.000
15			9	0.081	0.077	86.900	0.000
16			10	0.054	0.033	93.404	0.000
17			11	-0.023	-0.041	94.527	0.000
18			12	0.028	0.031	96.241	0.000
19			13	0.032	0.034	98.482	0.000
20			14	0.065	0.052	107.69	0.000
21			15	-0.023	-0.030	108.91	0.000
22			16	0.010	0.018	109.15	0.000
23			17	0.036	0.024	111.95	0.000
24			18	0.026	0.018	113.47	0.000
25			19	-0.018	-0.031	114.21	0.000
26			20	-0.008	0.010	114.36	0.000
27			21	0.017	0.008	115.01	0.000
28			22	0.028	0.021	116.74	0.000
29			23	-0.011	-0.025	117.00	0.000
30			24	0.003	0.009	117.01	0.000
31			25	0.017	0.014	117.65	0.000
32			26	0.015	0.000	118.14	0.000
33			27	0.003	-0.005	118.15	0.000
34			28	-0.015	-0.011	118.64	0.000
35			29	-0.013	-0.009	119.02	0.000
36			30	-0.043	-0.047	123.05	0.000

Gráfica 20. Correlograma CIALMEXICANA

	A	B	C	D	E	F	G
4							
5	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
6							
7			1	-0.004	-0.004	0.0335	0.855
8			2	0.050	0.050	5.6917	0.058
9			3	0.021	0.021	6.6547	0.084
10			4	0.042	0.040	10.681	0.030
11			5	0.005	0.003	10.732	0.057
12			6	0.035	0.030	13.447	0.036
13			7	-0.042	-0.044	17.538	0.014
14			8	0.020	0.015	18.460	0.018
15			9	0.024	0.027	19.829	0.019
16			10	-0.000	-0.003	19.829	0.031
17			11	0.023	0.023	21.039	0.033
18			12	-0.007	-0.010	21.151	0.048
19			13	-0.025	-0.027	22.572	0.047
20			14	-0.005	-0.008	22.619	0.067
21			15	-0.045	-0.045	27.299	0.026
22			16	-0.024	-0.021	28.662	0.026
23			17	0.044	0.048	33.046	0.011
24			18	0.063	0.071	42.065	0.001
25			19	0.009	0.011	42.268	0.002
26			20	0.023	0.014	43.439	0.002
27			21	0.028	0.024	45.206	0.002
28			22	0.016	0.006	45.786	0.002
29			23	0.047	0.041	50.927	0.001
30			24	-0.035	-0.035	53.714	0.000
31			25	0.008	0.006	53.879	0.001
32			26	0.004	0.001	53.913	0.001
33			27	0.037	0.031	57.103	0.001
34			28	0.035	0.033	59.890	0.000
35			29	0.035	0.025	62.765	0.000
36			30	0.011	0.012	63.065	0.000

Gráfica 21. Correlograma GRUMA

	A	B	C	D	E	F	G
4							
5	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
6							
7			1	0.023	-0.023	1.1953	0.274
8			2	-0.032	-0.032	3.4660	0.177
9			3	-0.013	-0.015	3.8590	0.277
10			4	0.023	0.022	5.1142	0.276
11			5	0.026	0.026	6.6625	0.245
12			6	0.030	0.032	8.6757	0.193
13			7	0.018	0.022	9.4420	0.222
14			8	0.048	0.051	14.681	0.066
15			9	0.077	0.081	28.336	0.001
16			10	0.044	0.051	32.824	0.000
17			11	-0.037	-0.030	35.921	0.000
18			12	-0.041	-0.043	39.805	0.000
19			13	0.097	0.087	61.312	0.000
20			14	0.056	0.050	68.577	0.000
21			15	0.006	0.006	68.668	0.000
22			16	0.040	0.042	72.368	0.000
23			17	0.049	0.046	77.857	0.000
24			18	0.002	-0.005	77.863	0.000
25			19	-0.013	-0.020	78.249	0.000
26			20	0.019	0.018	79.077	0.000
27			21	0.022	0.017	80.164	0.000
28			22	0.037	0.018	83.253	0.000
29			23	0.005	-0.016	83.301	0.000
30			24	0.004	-0.001	83.329	0.000
31			25	-0.002	-0.002	83.339	0.000
32			26	-0.007	-0.025	83.446	0.000
33			27	0.002	-0.012	83.453	0.000
34			28	0.064	0.066	92.790	0.000
35			29	0.002	-0.003	92.796	0.000
36			30	0.019	0.002	93.671	0.000

Gráfica 22. Correlograma ASUR

	A	B	C	D	E	F	G
4							
5	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
6							
7			1	0.028	0.028	1.8083	0.179
8			2	-0.024	-0.024	3.0827	0.214
9			3	-0.035	-0.034	5.8817	0.118
10			4	-0.053	-0.051	12.201	0.016
11			5	-0.009	-0.007	12.372	0.030
12			6	-0.006	-0.009	12.445	0.053
13			7	-0.024	-0.028	13.786	0.055
14			8	0.020	0.018	14.699	0.065
15			9	0.011	0.008	14.988	0.091
16			10	-0.020	-0.022	15.884	0.103
17			11	-0.010	-0.010	16.093	0.138
18			12	-0.025	-0.024	17.527	0.131
19			13	-0.001	-0.001	17.532	0.176
20			14	-0.023	-0.027	18.704	0.177
21			15	-0.015	-0.016	19.239	0.203
22			16	0.004	0.001	19.280	0.254
23			17	-0.000	-0.005	19.281	0.313
24			18	-0.005	-0.009	19.347	0.371
25			19	-0.010	-0.013	19.587	0.420
26			20	0.002	0.002	19.597	0.483
27			21	-0.020	-0.024	20.561	0.486
28			22	-0.039	-0.041	24.131	0.340
29			23	-0.024	-0.024	25.472	0.326
30			24	0.002	-0.002	25.485	0.380
31			25	0.008	0.000	25.648	0.427
32			26	-0.003	-0.011	25.667	0.482
33			27	-0.006	-0.010	25.756	0.532
34			28	0.008	0.005	25.902	0.578
35			29	0.011	0.007	26.177	0.616
36			30	0.000	-0.002	26.177	0.666

Gráfica 23. Correlograma CONSORCIOARA

	A	B	C	D	E	F	G
4							
5	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
6							
7	3	2	1	0.056	0.056	7.1560	0.007
8	1	1	2	-0.011	-0.014	7.4374	0.024
9	0	0	3	-0.026	-0.025	8.9888	0.029
10	1	1	4	-0.003	-0.000	9.0089	0.061
11	0	0	5	-0.028	-0.028	10.739	0.057
12	1	1	6	0.010	0.013	10.978	0.089
13	0	0	7	-0.044	-0.046	15.420	0.031
14	0	0	8	0.030	0.034	17.448	0.026
15	1	1	9	0.023	0.018	18.614	0.029
16	1	1	10	0.014	0.010	19.078	0.039
17	1	1	11	-0.008	-0.006	19.208	0.057
18	1	1	12	-0.005	-0.006	19.275	0.082
19	0	0	13	0.029	0.033	21.156	0.070
20	0	0	14	0.025	0.019	22.592	0.067
21	0	0	15	0.025	0.026	23.993	0.065
22	1	1	16	0.013	0.013	24.392	0.081
23	1	1	17	0.008	0.009	24.555	0.105
24	1	1	18	0.008	0.009	24.693	0.134
25	1	1	19	-0.011	-0.011	24.968	0.162
26	0	0	20	0.033	0.039	27.461	0.123
27	0	0	21	-0.026	-0.030	29.002	0.114
28	0	0	22	-0.021	-0.018	30.045	0.117
29	1	1	23	-0.007	-0.006	30.163	0.145
30	1	1	24	0.008	0.005	30.301	0.175
31	0	0	25	-0.017	-0.017	30.962	0.190
32	1	1	26	0.015	0.012	31.497	0.210
33	1	1	27	0.004	0.005	31.541	0.249
34	1	1	28	0.010	0.003	31.762	0.284
35	0	0	29	-0.011	-0.013	32.029	0.319
36	0	0	30	-0.038	-0.038	35.277	0.233

Gráfica 24. Correlograma ICA

	A	B	C	D	E	F	G
4							
5	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
6							
7	0.000	0.000	1	0.123	0.123	34.604	0.000
8	1	1	2	0.007	-0.008	34.724	0.000
9	0	0	3	-0.046	-0.046	39.503	0.000
10	1	1	4	0.002	0.014	39.511	0.000
11	0	0	5	-0.040	-0.043	43.213	0.000
12	1	1	6	-0.007	0.001	43.328	0.000
13	1	1	7	0.000	0.002	43.328	0.000
14	0	0	8	0.051	0.047	49.161	0.000
15	1	1	9	0.012	0.000	49.477	0.000
16	0	0	10	0.034	0.031	52.050	0.000
17	1	1	11	0.018	0.015	52.824	0.000
18	0	0	12	0.068	0.065	63.434	0.000
19	0	0	13	0.071	0.063	74.906	0.000
20	1	1	14	0.001	-0.014	74.909	0.000
21	1	1	15	0.001	0.011	74.910	0.000
22	1	1	16	-0.011	-0.009	75.209	0.000
23	1	1	17	-0.014	-0.009	75.666	0.000
24	0	0	18	-0.032	-0.027	78.079	0.000
25	0	0	19	-0.028	-0.025	79.891	0.000
26	1	1	20	-0.004	-0.005	79.920	0.000
27	1	1	21	0.006	-0.005	79.998	0.000
28	0	0	22	-0.043	-0.052	84.297	0.000
29	1	1	23	0.004	0.007	84.329	0.000
30	1	1	24	0.026	0.020	85.924	0.000
31	1	1	25	0.011	-0.007	86.185	0.000
32	0	0	26	-0.018	-0.018	86.938	0.000
33	0	0	27	0.039	0.047	90.392	0.000
34	0	0	28	0.046	0.041	95.364	0.000
35	1	1	29	-0.010	-0.016	95.597	0.000
36	0	0	30	-0.034	-0.016	98.258	0.000

Gráfica 25. Correlograma BANORTE

	A	B	C	D	E	F	G
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
4							
5							
6							
7			1	0.047	0.047	4.9836	0.026
8			2	-0.056	-0.059	12.235	0.002
9			3	-0.056	-0.050	19.286	0.000
10			4	0.008	0.010	19.445	0.001
11			5	-0.053	-0.060	25.828	0.000
12			6	-0.033	-0.030	28.367	0.000
13			7	0.004	0.002	28.411	0.000
14			8	0.060	0.050	36.522	0.000
15			9	-0.053	-0.061	43.037	0.000
16			10	-0.011	-0.001	43.302	0.000
17			11	-0.048	-0.052	48.521	0.000
18			12	0.010	0.006	48.754	0.000
19			13	0.025	0.025	50.152	0.000
20			14	0.035	0.026	53.009	0.000
21			15	-0.024	-0.028	54.340	0.000
22			16	0.032	0.033	56.681	0.000
23			17	-0.007	-0.006	56.780	0.000
24			18	0.006	0.008	56.870	0.000
25			19	-0.036	-0.024	59.845	0.000
26			20	0.036	0.033	62.834	0.000
27			21	0.003	-0.004	62.855	0.000
28			22	-0.054	-0.056	69.669	0.000
29			23	-0.007	0.011	69.773	0.000
30			24	0.013	-0.001	70.161	0.000
31			25	0.010	0.012	70.382	0.000
32			26	0.008	0.006	70.528	0.000
33			27	-0.016	-0.015	71.145	0.000
34			28	0.066	0.060	81.276	0.000
35			29	0.029	0.028	83.213	0.000
36			30	0.021	0.027	84.218	0.000

Gráfica 26. Correlograma IP&C

	A	B	C	D	E	F	G
	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
4							
5							
6							
7			1	0.086	0.086	16.999	0.000
8			2	-0.042	-0.050	21.028	0.000
9			3	-0.022	-0.014	22.158	0.000
10			4	-0.018	-0.017	22.919	0.000
11			5	-0.019	-0.017	23.700	0.000
12			6	0.014	0.015	24.149	0.000
13			7	-0.024	-0.029	25.464	0.001
14			8	0.007	0.012	25.577	0.001
15			9	-0.020	-0.025	26.523	0.002
16			10	0.004	0.009	26.567	0.003
17			11	-0.012	-0.015	26.885	0.005
18			12	0.048	0.050	32.076	0.001
19			13	0.063	0.055	41.155	0.000
20			14	0.020	0.012	42.066	0.000
21			15	0.011	0.016	42.319	0.000
22			16	0.022	0.023	43.397	0.000
23			17	-0.031	-0.028	45.558	0.000
24			18	-0.012	-0.005	45.886	0.000
25			19	-0.031	-0.030	48.074	0.000
26			20	0.025	0.032	49.566	0.000
27			21	-0.025	-0.033	50.983	0.000
28			22	-0.032	-0.026	53.369	0.000
29			23	-0.015	-0.010	53.889	0.000
30			24	0.024	0.020	55.192	0.000
31			25	-0.004	-0.013	55.221	0.000
32			26	0.005	-0.003	55.272	0.001
33			27	-0.001	-0.001	55.274	0.001
34			28	0.062	0.057	64.226	0.000
35			29	-0.021	-0.032	65.285	0.000
36			30	-0.016	-0.006	65.864	0.000

Adicionalmente, los correlogramas nos pueden dar una idea del orden del modelo AR mediante la observación de la función de autocorrelación parcial y del orden del modelo MA con la función de autocorrelación, tal como lo indica Tsay (2005). Más adelante esta información será tenida en cuenta para la definición de los mencionados modelos.

Los modelos autorregresivos y de promedios móviles (ARMA) son una generalización de los modelos AR y MA, combinándolos, y fueron desarrollados por Wold (1938) y Bartlett (1946). El proceso ARMA (p,q) se representa mediante

$$r_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i r_{t-i} + u_t + \sum_{j=1}^q \theta_j u_{t-j} \quad (8)$$

donde  $\phi(i)$  y  $\theta(j)$  son polinomios de retraso de orden p y q respectivamente,  $\{u_t\}$  es un proceso de ruido blanco y  $r_t$  es la serie de tiempo que sigue un proceso autorregresivo y de medias móviles.

Esta generalización nace del hecho de que las series de tiempo que se observan en la práctica presentan regularmente características tanto de procesos AR como MA. Se debe tener en cuenta que el principio de parsimonia sugiere especificar modelos que incluyan el menor número de parámetros y esto se logra precisamente incluyendo parámetros tanto autorregresivos como de promedio móviles (Guerrero, 2003).

Lógicamente, por tratarse de series de rendimientos financieros, se busca modelar el comportamiento de la volatilidad además del de la media, ajustando modelos de tipo GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) logrando así generar una trayectoria para la media y la varianza condicional de los rendimientos. Este proceso se hace teniendo en cuenta que la variabilidad en el tiempo del rendimiento tiende a agruparse (“Volatility Clustering”), de tal manera que a rendimientos grandes (positivos o negativos) les siguen rendimientos grandes y a rendimientos pequeños (positivos o negativos) otros rendimientos pequeños; la volatilidad evoluciona en el tiempo de manera continua, esto es, los saltos son raros y la volatilidad no diverge al infinito sino que varía en un rango fijo. Adicionalmente, es conocido que se presenta el “efecto apalancamiento”, es decir, variabilidad alta que se sigue de rendimientos negativos “grandes”, por lo que existe una correlación negativa entre el rendimiento y la volatilidad (Brooks, 2008).

El modelo GARCH (p,q) es una generalización de los modelos ARCH(m) propuestos inicialmente por Engle (1982). El primero, puede solucionar problemas del segundo tales como un orden (m) que puede ser muy grande o la probabilidad de violación de las restricciones de no negatividad. Este modelo, propuesto por Bollerslev (1986), permite que la varianza condicional dependa de valores previos de la misma y que su ecuación adopte la siguiente forma general:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (9)$$

En general un GARCH(1,1) es suficiente para capturar “volatility clustering” en los datos. Pero, aunque el GARCH es un modelo más parsimonioso que el ARCH, presenta desventajas derivadas de tratar a los rendimientos positivos y negativos de la misma manera y de no explicar la causa del comportamiento de la varianza; sobre este último punto hay que considerar que los modelos GARCH sólo describen la varianza y muestran una tendencia a sobre-predecir la volatilidad, ya que responden de forma lenta a shocks grandes aislados de los rendimientos de la serie.

En esta misma línea, existen los modelos tipo EGARCH sugeridos por Nelson (1991) cuya ecuación de varianza está dada por

$$\log(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \beta \log(\sigma_{t-1}^2) + \gamma \frac{u_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + \alpha_1 \left[ \frac{|u_{t-1}|}{\sigma_{t-1}^2} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] \quad (10)$$

Las ventajas de este modelo es que  $\sigma_t^2$  siempre será positiva, aunque los parámetros sean negativos ya que se modela el log ( $\sigma_t^2$ ), además de tomar en cuenta el efecto apalancamiento, esto es, si la relación entre la volatilidad y los rendimientos es negativa,  $\gamma$  será negativa.

Después de hacer una breve descripción teórica de los modelos que se utilizarán para el trabajo de caracterización de las series, se procede al tratamiento de los rendimientos diarios de Colombia inicialmente y luego los de México, recordando que se tratarán aquellos de distribución de colas más pesadas.

Cuadro 44. Modelos de mejor ajuste para series de tiempo de Colombia. 2001 a 2010

EMPRESA	MODELO PARA MEDIA	MODELO PARA VARIANZA	COEFICIENTES							AKAIKE	
			$\varphi_0$	$\varphi_1$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\beta_1$		$\gamma$
Coltejer	Ruido blanco	GARCH(1,1)	-0.00186				0.000691	0.299341	0.300382		-3.82638
			0.0349				0.0000	0.0000	0.0000		
Interbolsa	ARMA(1,1)	GARCH(1,1)	0.815611	-0.79007			0.000363	0.350547	0.237176		-4.615799
			0.0000	0.0021			0.0000	0.0000	0.0000		
Acerías	ARMA(1,1)	GARCH(1,1)	0.846476	-0.81097			0.000268	0.475496	0.443804		-4.083551
			0.0000	0.0000			0.0000	0.0000	0.0000		
Corp.Fin.Cbiana.	AR(2)	EGARCH(1,1)				0.055584	-0.45117	0.026571	0.939116	-0.02724	-4.568712
						0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Tablemac	MA(1)	ARCH(1)	0.076926				0.00114		0.126243		-3.862133
			0.0141				0.0000		0.0000		
Indice	AR(1)	EGARCH(1,1)	0.001098		0.214652		-1.22701	0.342653	0.890349	-0.0843	-6.05783
			0.0005		0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Los valores que aparecen debajo de los parámetros estimados corresponden a la probabilidad asociada a cada uno de ellos

Cuadro 45. Residuales estandarizados de las series de tiempo de Colombia. 2001 a 2010

EMPRESA		1	10	20	30	40
COLTEJER	Q-Stat	7.3518	20.3530	39.6720	54.0160	71.8800
	Prob	0.0070	0.0260	0.0050	0.0050	0.0010
INTERBOLSA	Q-Stat	1.5926	4.5932	7.2216	12.0130	13.9540
	Prob	0.2070	0.8000	0.9880	0.9960	1.0000
ACERÍAS	Q-Stat	14.0710	20.7180	30.5040	41.1270	56.5070
	Prob	0.0000	0.0080	0.0330	0.0520	0.0270
CORP.FIN.CBIANA	Q-Stat	0.2637	2.9263	11.4470	24.4610	41.7670
	Prob	0.6080	0.9670	0.9080	0.7060	0.3510
TABLEMAC	Q-Stat	1.0462	5.0675	14.1980	17.0240	26.8900
	Prob	0.3060	0.8280	0.7720	0.9620	0.9290
INDICE	Q-Stat	2.6091	23.3020	27.5790	40.6810	43.9890
	Prob	0.1060	0.0060	0.0920	0.0730	0.2690

Cuadro 46. Residuales al cuadrado de las series de tiempo de Colombia. 2001 a 2010

EMPRESA		1	10	20	30	40
COLTEJER	Q-Stat	0.0144	0.1109	1.2727	2.0653	2.6321
	Prob	0.9040	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
INTERBOLSA	Q-Stat	0.0136	0.0356	0.0729	0.1169	0.1553
	Prob	0.9070	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ACERÍAS	Q-Stat	0.2559	1.1075	5.5039	12.4900	14.5950
	Prob	0.6130	0.9970	0.9980	0.9950	1.0000
CORP.FIN.CBIANA	Q-Stat	0.6359	1.1543	22.8750	139.7500	183.8200
	Prob	0.4250	0.9990	0.2430	0.0000	0.0000
TABLEMAC	Q-Stat	0.0048	0.0263	0.0607	0.1268	0.3930
	Prob	0.9450	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
INDICE	Q-Stat	0.4947	1.1303	1.4446	121.4100	124.6200
	Prob	0.4820	0.9990	1.0000	0.0000	0.0000

El cuadro 44, muestra el resultado de los modelos de mejor ajuste de las series escogidas para este tratamiento y en los cuadros 45 y 46, los residuales 1, 10, 20, 30 y 40 estandarizados y al cuadrado y el estadístico de Ljung-Box. De ésto, se concluye que sólo para Tablemac e Interbolsa se obtuvieron modelos que cumplieron los requisitos de verificación definidos (ruido blanco en los residuales y parámetros significativos), pero para las cuatro series restantes los residuales no muestran características propias de una realización de un proceso de ruido blanco, condición para que el análisis de residuos no viole las condiciones a los supuestos de un buen modelo, esto es que no exista dependencia de tipo lineal. Este hecho obliga a una observación más cuidadosa de las series de tiempo bajo estudio, que da como resultado la detección de más del 40% de los valores para los rendimientos en ceros en la primera mitad del periodo analizado, es decir, de 2001 a 2005. Se decide entonces modelar nuevamente para Coltejer, Acerías y Corp. Fin. Cbiana. teniendo en cuenta el periodo de cotización de 2006 a 2010 solamente, que muestra datos en las cotizaciones diarias de precios de más del 75% en todos los casos, con el afán de conseguir mejores resultados. Aunque este no era el caso del IGBC, se procedió igual para esta serie con el ánimo de mejorar los resultados anteriores.

Cuadro 47. Modelos de mejor ajuste para series de tiempo de Colombia. 2006 a 2010

EMPRESA	MODELO PARA MEDIA	MODELO PARA	COEFICIENTES							AKAIKE	
			$\varphi_0$	$\varphi_1$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\beta_1$		$\gamma$
Coltejer	MA(1)	GARCH(1,1)		-0.07592			0.000056	0.205873	0.705409		-4.498997
				0.0322			0.0000	0.0000	0.0000		
Acerias	MA(1)	GARCH(1,1)		-0.00234			0.000501	0.568734	0.190127		-4.146257
				0.0127			0.0000	0.0000	0.0000		
Corp.Fin.Cbiana.	Ruido blanco	GARCH(1,1)	0.000003				0.000001	0.794147	0.7759		-6.248288
			0.9819				0.9645	0.4142	0.0000		
Indice	AR(1)	GARCH(1,1)			0.13326		0.000018	0.083712	0.676969		-5.953688
					0.0001		0.0000	0.0007	0.0000		

Los valores que aparecen debajo de los parámetros estimados corresponden a la probabilidad asociada a cada uno de ellos

Cuadro 48. Residuales estandarizados de las series de tiempo de Colombia. 2006 a 2010

EMPRESA		1	10	20	30	40
COLTEJER	Q-Stat	3.3297	8.8876	20.4790	27.9970	31.0130
	Prob	0.0680	0.4480	0.3660	0.5180	0.8150
ACERÍAS	Q-Stat	3.6518	13.8560	17.1480	24.9850	39.5880
	Prob	0.0560	0.1800	0.6430	0.7260	0.4890
CORP.FIN.CBIANA	Q-Stat	0.0267	0.9900	23.6200	28.1610	30.6640
	Prob	0.8700	1.0000	0.2590	0.5620	0.8560
INDICE	Q-Stat	2.8771	13.6610	16.6360	24.5110	31.8180
	Prob	0.0900	0.1350	0.6150	0.7030	0.7860

Cuadro 49. Residuales al cuadrado de las series de tiempo de Colombia. 2006 a 2010

EMPRESA		1	10	20	30	40
COLTEJER	Q-Stat	0.1211	0.7025	1.1366	2.1207	3.2695
	Prob	0.7280	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ACERÍAS	Q-Stat	3.6518	13.8560	17.1480	24.9850	39.5880
	Prob	0.0560	0.1800	0.6430	0.7260	0.4890
CORP.FIN.CBIANA	Q-Stat	0.0086	0.0858	4.9578	5.0108	5.0897
	Prob	0.9260	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
INDICE	Q-Stat	0.0405	5.7274	10.8860	15.9960	31.1880
	Prob	0.8410	0.7670	0.9280	0.9760	0.8090

Por la observación de los cuadros 47, 48 y 49 se puede concluir que la modelación, teniendo en cuenta solamente los años 2006 a 2010, permite obtener mejores resultados en la etapa de verificación de los modelos. Es importante aclarar que en todos los casos, en la muestra completa y en la parcial, las perturbaciones estandarizadas se declaran como distribuciones normales excepto en el caso de Corporación Financiera Colombiana, cuyas perturbaciones siguen una distribución T de student estandarizada.

Cuadro 50. Modelos de mejor ajuste para series de tiempo de México. 2001 a 2010

EMPRESA	MODELO PARA MEDIA	MODELO PARA	COEFICIENTES									AKAIKE
			$\phi_1$	$\phi_2$	$\theta_2$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\rho$	$\theta$	$\gamma$	
Cialmexicana	MA(1)	CARCH(1,1)	0.048686			0.000532	0.051801	0.668126	0.966689	0.078471	0.169755	-4.498997
			0.0365			0.0000	0.0350	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
Gruma	ARMA(2,2)	CARCH(1,1)	0.961809	-0.95668	0.025296	0.180434			0.999639	0.137073	0.074645	-5.301011
			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			0.0000	0.0000	0.0000	
Asur	ARMA(2,2)	EGARCH(1,1)	0.843181	-0.88742	-0.40668	-0.02397	0.94303				-0.07867	-4.591751
			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				0.0000	
Consortioara	MA(1)	EGARCH(1,1)	0.055679			-0.48508	0.235963	0.958017			-0.06161	-5.061333
			0.0044			0.0000	0.0000	0.0000			0.0006	
Ica	MA(1)	EGARCH(1,1)	0.071365			-0.37212	0.18911	0.969019			-0.07425	-4.663074
			0.0133			0.0000	0.0000	0.0000			0.0004	
Banorte	MA(1)	CARCH(1,1)	0.09842			-0.46169	0.959876		0.210635	-0.09842		-4.791932
			0.0000			0.0000	0.0000		0.0000	0.0000		
IP&C	MA(1)	CARCH(1,1)	0.07704			0.964395	0.11616	0.000155	0.120425	-0.11299	0.984493	-5.957814
			0.0003			0.0000	0.0000	0.0000	0.0099	0.0136	0.0000	

Para el caso de México, los resultados obtenidos en el procedimiento de modelación de las series se ven en el Cuadro 50. Para Comercial Mexicana, Gruma, Banorte y el Índice de Bolsa IP&C, se obtuvieron modelos tipo CARCH (Component ARCH) que es un modelo con componente asimétrico conocido como modelo de memoria larga o ARCH de componentes, este, es una combinación con el modelo TARCH que tiene una ecuación de la forma:



$$m_t = \alpha_0 + \rho(m_{t-1} - \alpha_0) + \phi(u_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2) \quad (11)$$

$$\sigma_t^2 - m_t = \alpha_1(u_{t-1}^2 - m_{t-1}) + \gamma(u_{t-1}^2 - m_{t-1})d_{t-1} + \beta_1(\sigma_{t-1}^2 - m_{t-1}) \quad (12)$$

Con este planteamiento se pretende dar solución no sólo a los distintos ritmos de aceleración presentes en la evolución de la varianza, sino también a la "persistencia" o larga memoria sobre el pasado. Por esta razón la varianza condicional del proceso está definida en dos ecuaciones diferentes, donde la primera describe el componente de largo plazo  $m_t$  que converge a  $\alpha_0$  con las potencias de  $\rho$  que típicamente está entre 0.99 y 1 de tal forma que  $m_t$  se aproxima a  $\alpha_0$  muy lentamente. En la segunda ecuación  $\sigma_t^2$  sigue describiendo la volatilidad además de describir el componente transitorio  $\sigma_t^2 - \alpha_1$ , que converge a cero con potencias de  $(\alpha_1 + \beta_1)$ . Si  $\gamma > 0$  entonces indica presencia de efectos de apalancamiento transitorios en la varianza condicional.

Cuadro 51. Residuales estandarizados de las series de tiempo de México. 2001 a 2010

EMPRESA		1	10	20	30	40
CIALMEXICANA	Q-Stat	2.9388	6.8403	10.1590	13.4980	25.7580
	Prob	0.0860	0.6540	0.9490	0.9940	0.9490
GRUMA	Q-Stat	3.7791	9.3334	23.2270	35.7870	43.9920
	Prob	0.0520	0.3150	0.1820	0.1480	0.2330
ASUR	Q-Stat	2.5731	15.5600	19.7320	27.2190	33.7650
	Prob	0.1090	0.0700	0.3480	0.5060	0.6660
CONSORCIOARA	Q-Stat	2.4097	11.4580	19.1430	25.3640	39.7330
	Prob	0.1210	0.2460	0.4480	0.6590	0.4370
ICA	Q-Stat	2.1833	6.3546	19.8360	30.0150	43.3560
	Prob	0.1400	0.7040	0.4040	0.4130	0.2910
BANORTE	Q-Stat	2.5766	14.8190	24.9970	33.2420	39.9280
	Prob	0.1080	0.0960	0.1610	0.2680	0.4290
IP&C	Q-Stat	1.2187	5.9149	17.4740	24.8840	45.5030
	Prob	0.5440	0.7480	0.5580	0.6840	0.2200

Cuadro 52. Residuales al cuadrado de las series de tiempo de México. 2001 a 2010

EMPRESA		1	10	20	30	40
CIALMEXICANA	Q-Stat	5.7391	10.8440	19.1590	25.2200	38.1340
	Prob	0.0520	0.2870	0.4470	0.6670	0.5090
GRUMA	Q-Stat	0.0606	0.1946	1.2674	1.4268	1.4973
	Prob	0.8060	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
ASUR	Q-Stat	0.0020	0.1246	0.2111	0.2815	0.7247
	Prob	0.9650	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
CONSORCIOARA	Q-Stat	3.0455	8.6330	29.0670	31.8980	38.0140
	Prob	0.0810	0.4720	0.0650	0.3240	0.5150
ICA	Q-Stat	3.9224	7.0540	15.2760	24.2030	38.5870
	Prob	0.0480	0.6310	0.7050	0.7190	0.4890
BANORTE	Q-Stat	6.5211	11.0260	16.4960	22.4350	25.1420
	Prob	0.0890	0.2740	0.6240	0.8020	0.9580
IP&C	Q-Stat	0.5066	5.1614	11.7020	16.8600	25.3960
	Prob	0.7760	0.8200	0.8980	0.9640	0.9540

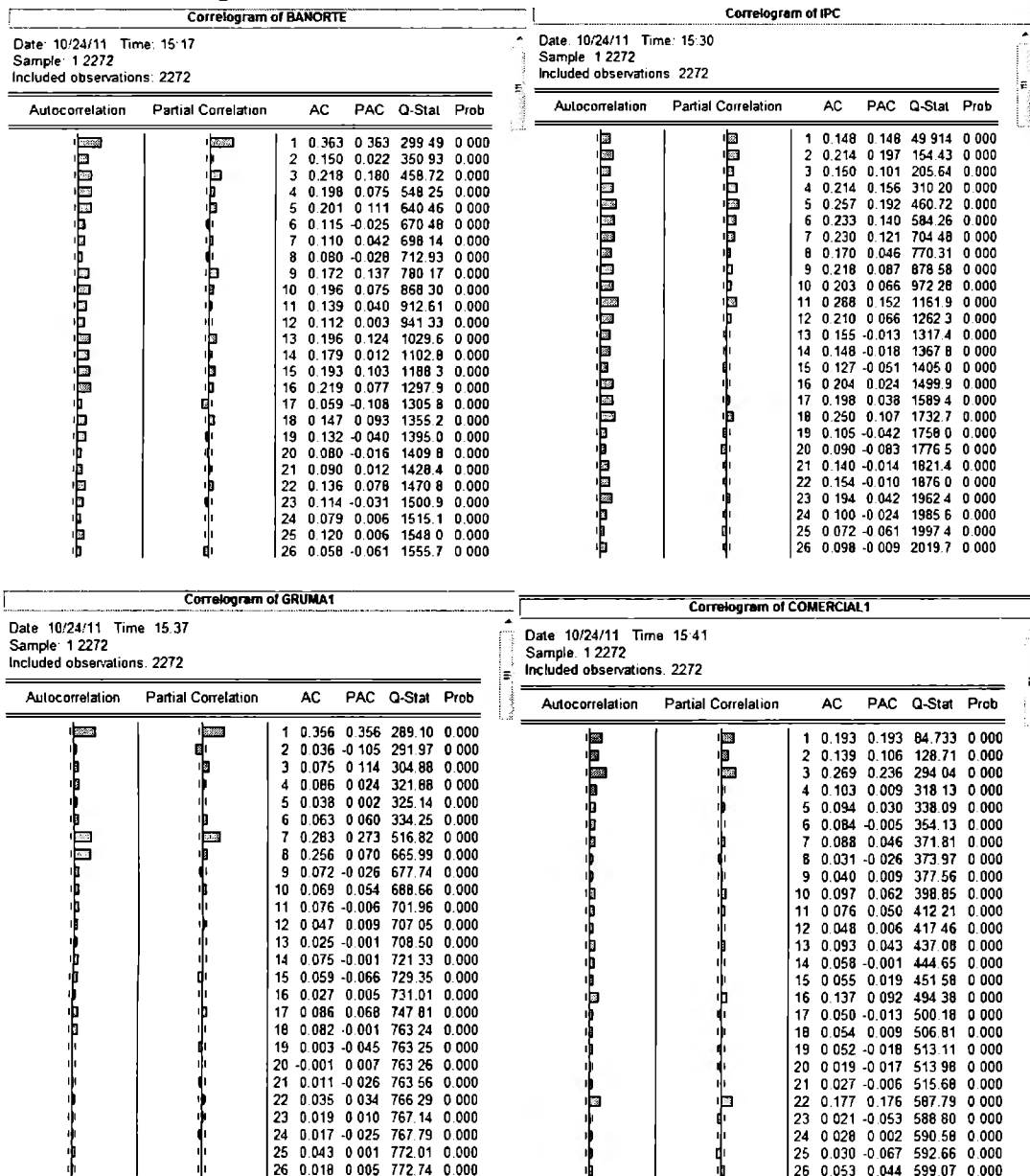
Los modelos para las series mexicanas, se obtuvieron en su totalidad utilizando el periodo completo, de 2001 a 2010, mostrando los resultados deseados de parámetros significativos, un valor

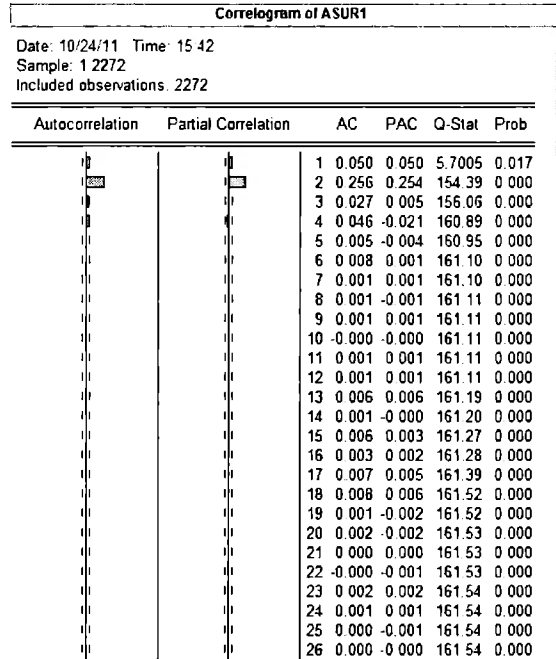
de estadístico de Akaike lo menor posible y residuales estandarizados y al cuadrado con características de ruido blanco (Cuadros 51 y 52).

En la estimación de los distintos modelos GARCH se asumió una Distribución Normal (Gaussiana) que corresponde a la utilizada por Nelson (1991) para la evaluación del EGARCH. Como algoritmo de optimización se recurrió al Marquardt, que modifica el algoritmo Gauss-Newton adicionando una matriz de corrección a la aproximación Hessiana que puede mejorar la velocidad de convergencia.

A manera de verificación, se obtuvieron los correlogramas de las series de rendimientos al cuadrado.

Gráfica 27. Correlograma de rendimientos al cuadrado. Series CARCH





La gráfica 27 muestra los correlogramas de las series de rendimientos al cuadrado para las empresas que se caracterizaron con modelos tipo CARCH o de memoria larga, este ejercicio se hizo como una forma de evidenciar que efectivamente la varianza muestra dependencia en el tiempo, se nota la fuerte relación entre la volatilidad de un periodo determinado y las volatilidades pasadas. Nótese la diferencia entre los diagramas para Banorte, Comercial Mexicana, Gruma y el IP&C comparadas con Asur, que presenta un decaimiento dramático del valor de la correlación de un periodo con los anteriores, mientras que para las cuatro primeras, este decaimiento es mucho más lento, esto es congruente con los modelos de persistencia o larga memoria sobre el pasado que se identificaron en la etapa de modelación.

De esta etapa de modelación se puede apreciar que los coeficientes de los modelos para las series colombianas y mexicanas sugieren resultados muy consistentes entre sí; esto es:

a) Que el impacto promedio de los rendimientos anteriores sobre la media (medidos por  $\theta_1$  y  $\theta_2$ ) son mayores en Gruma y Asur (ventana de dos días) que en las demás, debido seguramente a la existencia de grandes cambios en sus rendimientos. Los signos negativos en los coeficientes significan que ese impacto siempre es negativo y en una sola dirección.

b) Que las series GARCH (1,1) tienen una gran factor de persistencia (medido por la condición  $\alpha_1 + \beta_1 < 1$ ); es decir que cualquier choque que desplace la varianza condicional de su condición original se desvanecerá suavemente; lo cual es concordante con la propiedad de ergodicidad de series estacionarias, como las estudiadas. Esto no es otra cosa que declarar el proceso como estacionario en media. Adicionalmente se cumple la condición de no negatividad de todos los parámetros.

c) Que la persistencia sobre la varianza condicional del periodo anterior es captada también por el modelo EGARCH(1,1) ya que el valor del coeficiente de sus varianzas condicionales rezagadas,  $\beta_1$ , es significativamente positivo y menor que uno.

d) Los tres tipos de modelos GARCH (1,1), CARCH(1,1) y EGARCH (1,1) capturan la presencia de volatilidad grupal ( $\alpha_1 > 0$ ) en todas las series, excepto en el caso de Asur.

e) Que el ajuste del modelo para Asur, Consorcio Ara e ICA (las tres series con modelos EGARCH) presentan un valor de  $\gamma < 0$ , lo cual quiere decir que un rendimiento negativo tiene un impacto mucho mayor en la volatilidad de estas series que la proveniente de un rendimiento positivo, esto es conocido como efecto apalancamiento.

f) Con el hecho de haber obtenido valores de  $\rho$  mayores que cero, se garantiza la presencia de un proceso de decrecimiento paulatino o de memoria larga en las series de rendimientos (para los modelos CARCH), y así el proceso no se agota tempranamente, además se cumple la condición en estos modelos la condición de que  $\alpha_1 + \beta_1$  esté entre cero y uno.

Otros aspectos a resaltar del resultado del ajuste de los modelos se refieren a la etapa de verificación; esto es, a las pruebas sobre los residuales y a la calidad de la bondad de ajuste de las especificaciones. Sobre el primer aspecto cabe decir, brevemente, que las pruebas sobre las Q estandarizadas y Q estandarizadas al cuadrado indican que, en efecto, los residuales de las series ajustadas se comportan ahora como ruido blanco o, dicho de otra manera, que ya no hay presencia significativa de correlación serial y heterovarianza condicional de los residuales, con lo que se comprueba la buena especificación de los modelos. Una prueba adicional de que la volatilidad incondicional de los residuales es finita es que los valores de  $\alpha_0$  son significativos.

Después de haber hecho todo el tratamiento estadístico anterior hay que aclarar que el esfuerzo técnico es sólo una parte del largo proceso involucrado en la utilización inteligente de los resultados. Es, de hecho, jactancioso e ingenuo atribuirle cualidades útiles a las especificaciones aquí simuladas si antes no se cuestiona el destino final de su aplicación. La predictibilidad de los modelos no es sólo un asunto modelístico, como quiere verlo Taleb (2010), ni tampoco un cándido ejercicio de “estadística Gaussiana” en el que el pasado explica el futuro, es más bien, un producto conceptual, en el que la fortaleza estadística del análisis está subordinada al juicio experto del administrador.

Por esta razón es conveniente enfatizar que lo único que nos dicen los resultados aquí calculados es que no es posible emprender un estudio financiero tradicional de las series accionarias de Colombia o México, sin antes considerar que sus distribuciones empíricas están aquejadas por leptocurtosis, asimetría, volatilidad grupal o apalancamiento; y que de mantenerse las condiciones generales del periodo 2001 a 2010, las series accionarias podrían modelarse con algunas de las especificaciones aquí ensayadas, en ambos casos el administrador financiero tendría que decidir las limitaciones de su adaptación. En este último punto sería recomendable utilizar una distribución t de Student como lo ilustra el ejercicio que se hizo para los índices, que muestra que estas distribuciones ajustan sorprendentemente bien la cola izquierda de la densidad y la distribución acumulada empíricas.

No hay pues modelos superiores a otros en abstracto: dos especificaciones pueden explicar lo mismo con diferentes parámetros estadísticamente confiables y aún así ser inservibles para situaciones gradualmente complejas. La utilidad y pertinencia para cada situación particular se las confiere el experto en el mercado, no los criterios de bondad de ajuste. De aquí que cualquier

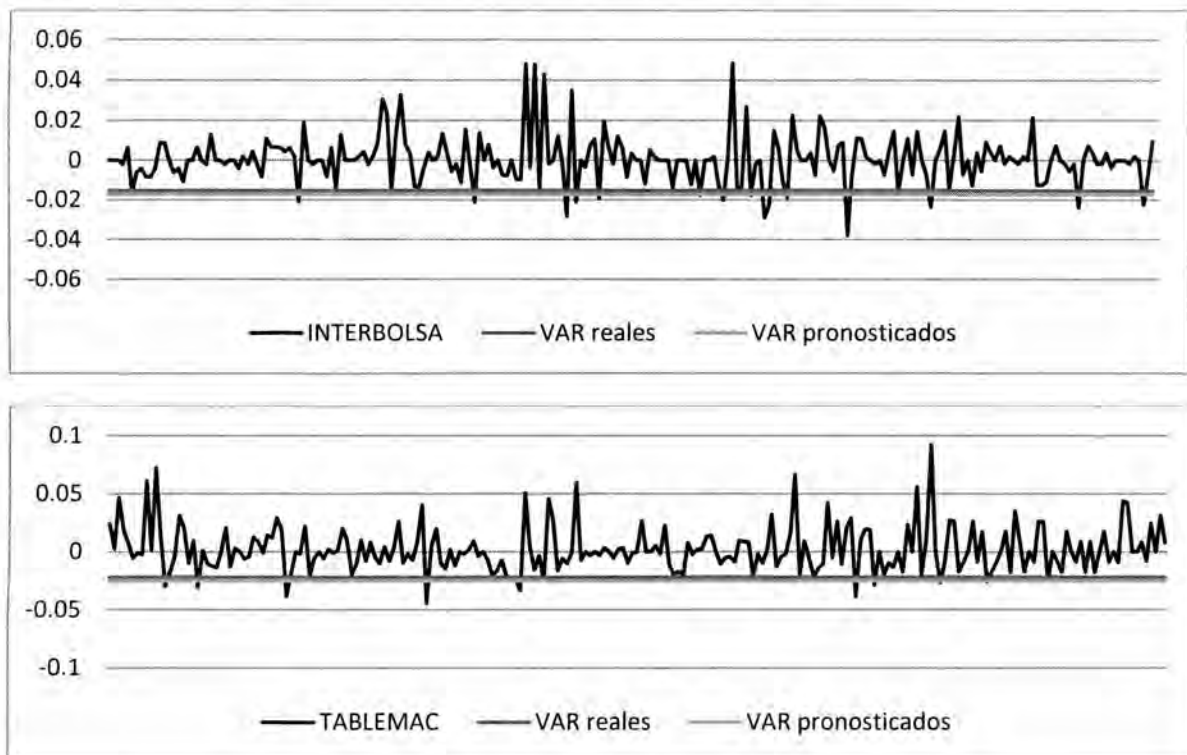
ejercicio de pronóstico es útil si y solo si el administrador le encuentra contenido conceptual a su desarrollo.

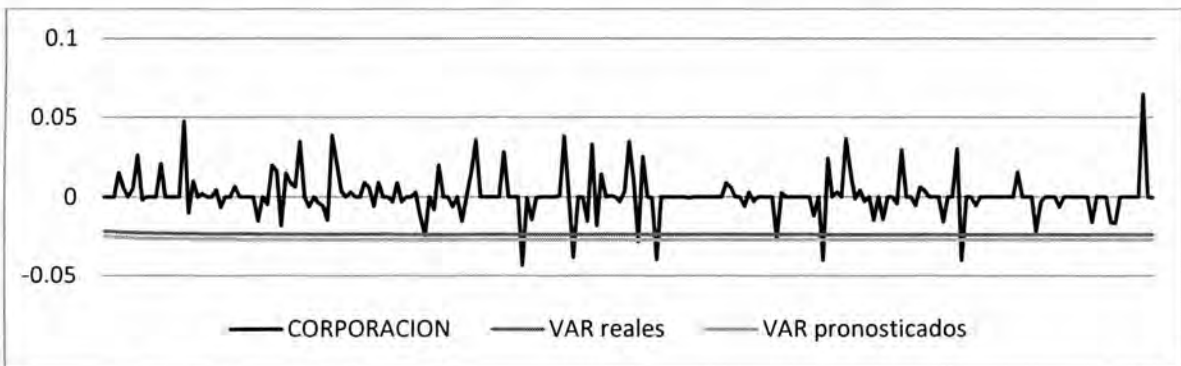
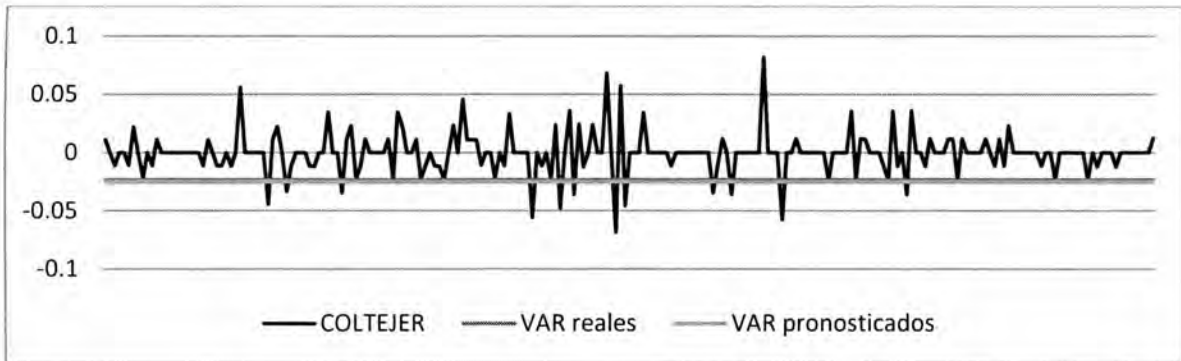
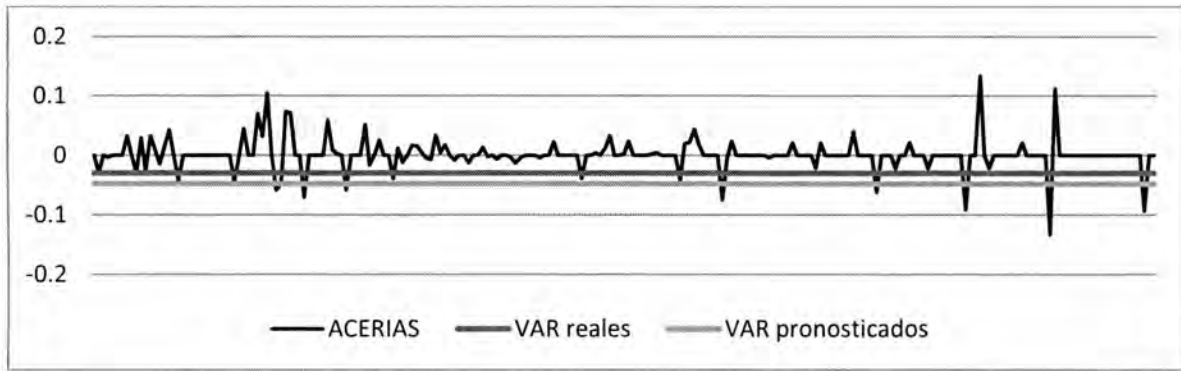
#### ESTIMACIÓN DEL VaR EN PRESENCIA DE COLAS PESADAS

En un estudio de 10 acciones colombianas que cotizaron al menos el 75% de los días hábiles entre 2003 y 2006, Vergara y Maya (2009) aplican pruebas VaR GARCH y VaR Normal para *Backtesting* calculando el error porcentual de cada método, esto es, cuántas veces el retorno real excede el pronóstico del VaR y según esta prueba, ambos modelos tienen buena capacidad de pronóstico (el error es inferior al 5%). Sin embargo, encuentran que el cálculo del pronóstico del Valor en Riesgo de las series estudiadas registra un error porcentual promedio menor en métodos que corrigen leptocurtosis (GARCH) que en el método Normal que como es sabido ignora la presencia de esta característica. Esto justifica la modelación de la volatilidad a partir de modelos tipo GARCH para la provisión de pérdidas de un portafolio de inversión.

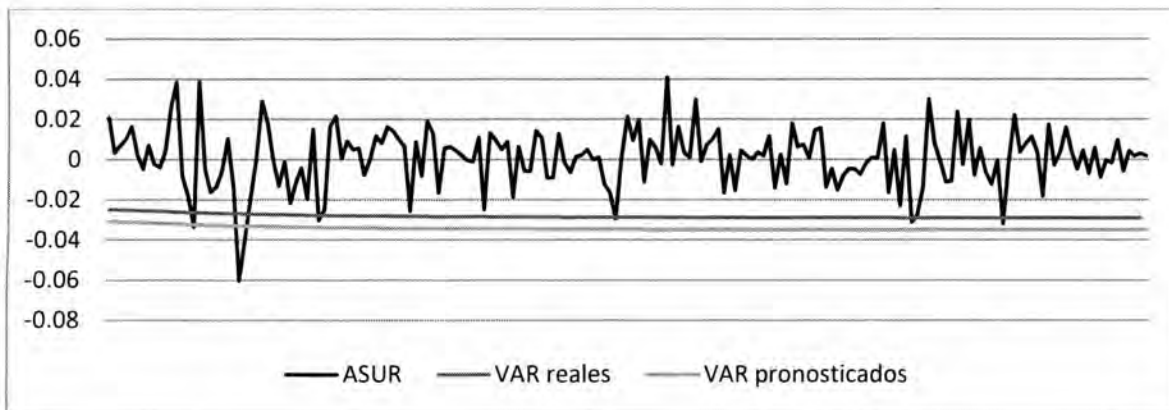
Para este trabajo y como un ejercicio de verificación de los resultados, se optó por calcular el Valor en Riesgo (VaR) para los valores pronosticados por los modelos y los reales para un pronóstico de largo plazo (1 año) de 228 datos para el caso de Colombia y 232 para México. El comportamiento de los datos reales de rendimientos de las series de julio 1 de 2010 a julio 1 de 2011, así como el del VaR pronosticado y real, como se han llamado se pueden observar en las gráficas 28 y 29 que corresponden a Colombia y México, respectivamente.

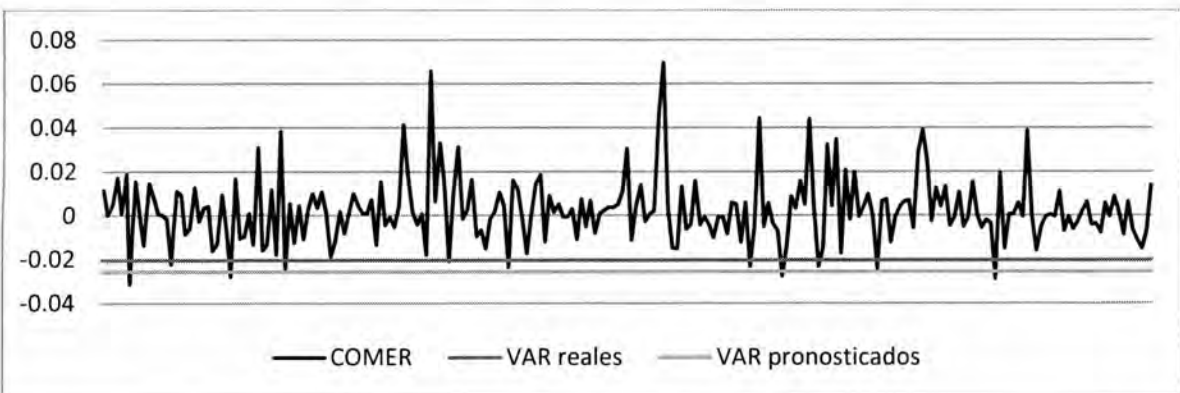
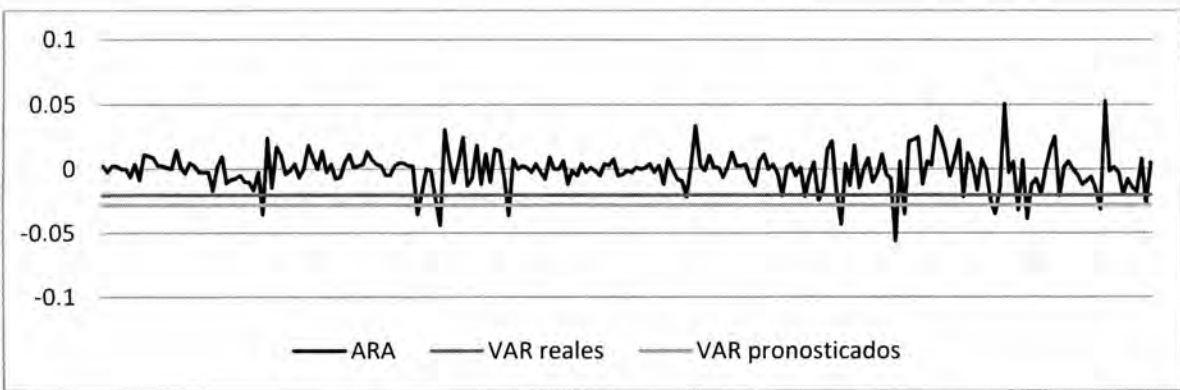
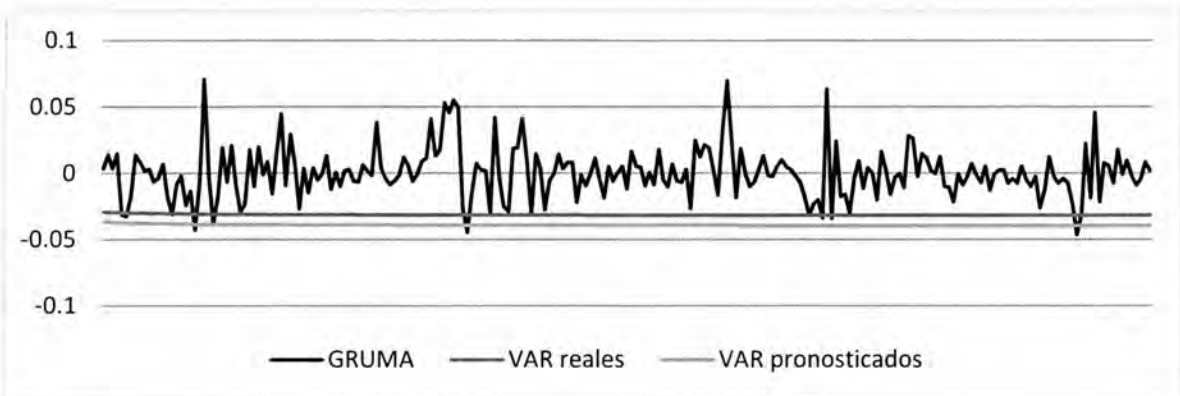
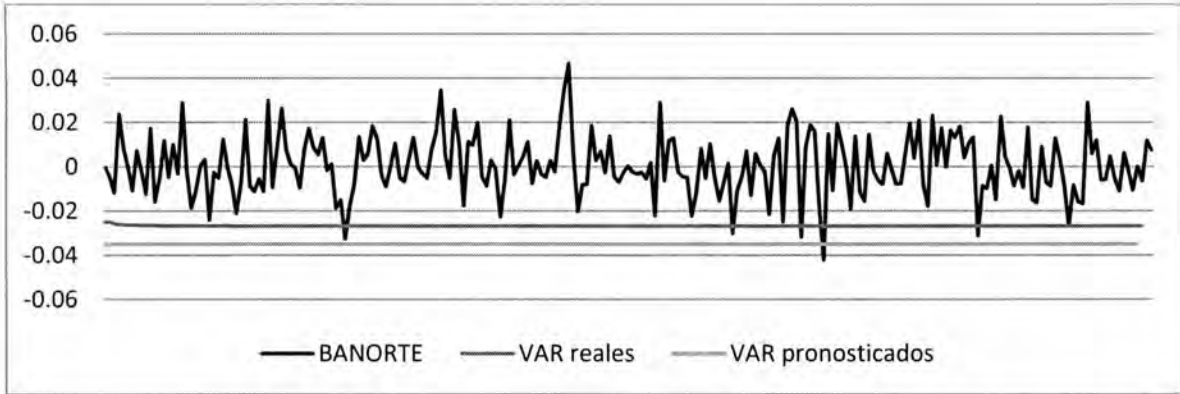
GRÁFICA 28. VaR para datos reales y pronosticados para series colombianas

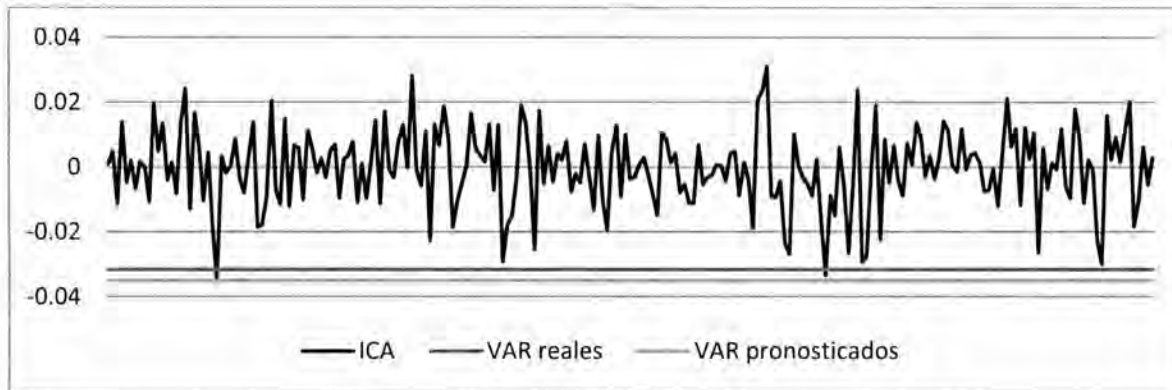




GRÁFICA 29. VaR para datos reales y pronosticados para series mexicanas







El Valor en Riesgo (VaR) es una medida de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que puede tener un activo o cartera en un intervalo de tiempo con un nivel de confianza dado, bajo condiciones normales de mercado (Jorion, 2001). Para el cálculo del VaR se parte del supuesto de que las pérdidas del activo o portafolio pueden ser modeladas estadísticamente, estableciendo para ello las posiciones de los activos y sus respectivos precios de mercado, con el fin de determinar cuál es el mejor modelo estadístico que estima su comportamiento.

Bajo el supuesto de que los rendimientos siguen un comportamiento aleatorio, la valoración de mercado del activo también será aleatoria. Siguiendo esta hipótesis, entonces es posible estimar el valor del activo que determina una pérdida máxima a un nivel de confianza dado dentro de una distribución de frecuencias. Para determinar el VaR será necesario establecer ciertos parámetros, estos son el horizonte temporal, el intervalo de confianza y la cantidad de observaciones utilizadas para el cálculo.

El VaR paramétrico, supone que el rendimiento de todos los activos está distribuido normalmente, dicha metodología asume que los rendimientos tienen una distribución normal e idénticamente distribuida (es un modelo lineal). La metodología para el cálculo del VaR estará definida entonces como:

$$VaR = \Phi \sigma \sqrt{T} \quad (13)$$

donde  $\Phi$  representa el ajuste de la volatilidad por el nivel de confianza establecido para el VaR según la distribución normal estándar, y  $\sigma$  es la desviación estándar de los rendimientos del activo. En nuestro caso, para un VaR al 95% de confianza se utilizaría el factor  $\Phi = 1.645$ , que corresponde al número de desviaciones estándar de la distribución normal con una acumulación del 95% del total de valores. Se incluye el factor T para capturar el periodo en que se evalúa el valor en riesgo.

Es importante aclarar que el cálculo del VaR se hizo de forma univariada y no considerando un portafolio, esto porque todos los tratamientos y cálculos realizados hasta ahora se han realizado de esta forma, por lo que un VaR basado en la formación de un portafolio arrojaría un valor poco comparable con los pronósticos debido a que éstos no fueron estimados multivariadamente. El cálculo del VaR tradicionalmente contempla, como es sabido, la medida de las correlaciones o interacciones entre series, medidas que no se incluyen en el pronóstico obtenido.



Después de la aplicación de estas medidas se procede a aplicar pruebas de análisis retrospectivo o por su nombre en inglés de Backtesting, estas son pruebas utilizadas para evaluar el desempeño de las metodologías empleadas en el cálculo del VaR, es decir son pruebas que buscan determinar si las predicciones de máxima pérdida posible arrojadas por los modelos han sido correctas. En nuestro caso, aplicaremos la prueba de proporción de fallas de Kupiec, misma que 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 lo que hace es modelar 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, y a dicho evento se le atribuye la probabilidad ( $p^*$ ). Por otro lado cuando son inferiores 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:

$$P(x, n, p^*) = \binom{n}{x} (p^*)^x (1 - p^*)^{n-x} \quad (14)$$

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

$$p' = \frac{x}{n} \quad (15)$$

Como se mencionó, lo que el modelo de Kupiec busca es 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  $1 - \alpha$ . En nuestro caso se calculan las medidas con un nivel de confianza del 95%, entonces  $H_0: p = 0.05$ . Esta hipótesis nula es contrastada a través de una prueba de razón de verosimilitud de la forma:

$$LR = -2 \ln \left( \frac{(p^*)^x (1 - p^*)^{n-x}}{(p')^x (1 - p')^{n-x}} \right) \quad (16)$$

Esta prueba se distribuye asintóticamente Chi-cuadrado con un grado de libertad y el criterio para rechazar o no la hipótesis nula es el siguiente:

- Si  $p_{\text{tablas Chi2}} > p^*$  no se rechaza la hipótesis nula, es decir  $p^* = p'$
- Si  $p_{\text{tablas Chi2}} < p^*$  se rechaza la hipótesis nula, es decir  $p^* \neq p'$

El resultado arrojado, permitirá saber si el nivel de confianza del modelo VaR es correcto o no.

Cuadro 53. Test de proporción de fallas de Kupiec para datos pronosticados

EMPRESA	FALLAS	ESTIMADOR MÁXIMA VEROSIMILITUD	VALOR CRÍTICO Chi 2	PRUEBA DE HIPÓTESIS
Interbolsa	16	4.1607	3.84	Rechaza
Tablemac	11	4.1367	3.84	Rechaza
Acerías	11	4.1367	3.84	Rechaza
Coltejer	14	4.1539	3.84	Rechaza
Corporación	6	3.2313	3.84	No se rechaza
Asur	2	1.9375	3.84	No se rechaza
Banorte	1	1.8850	3.84	No se rechaza
Gruma	4	2.0146	3.84	No se rechaza
Ara	11	4.1369	3.84	Rechaza
Comer	7	3.9725	3.84	Rechaza
ICA	2	1.9375	3.84	No se rechaza

En el cuadro 53 se observa el resultado del test de Kupiec que se utilizó para probar la consistencia del nivel de significancia para el VaR, calculado con los datos pronosticados que resultó en que la hipótesis nula no se rechaza en los casos de Corporación Financiera Colombiana para las empresas colombianas y Asur, Banorte, Gruma e ICA para México, es decir, que esta medida de VaR fue calculada con un nivel de confianza correcto para estos activos. Esto nos hace pensar que los modelos definidos para México capturan de mejor forma la leptocurtosis presente en sus distribuciones que los de Colombia, aquí cabe mencionar que la causa para este relativo desatino podría ser la falta de liquidez de los mercados colombianos refiriéndonos específicamente a la frecuencia de negociación de las acciones, razón por la que la mayoría de los modelos se declararon teniendo en cuenta sólo la segunda mitad del periodo inicialmente propuesto y esto claramente afecta el pronóstico realizado teniendo en cuenta los modelos definidos tanto para media como para varianza, por utilizar una menor cantidad de datos.

#### LIMITACIONES DEL ANALISIS ESTADISTICO

Las estadísticas, como todas las herramientas además de grandes ventajas también presentan limitaciones para su uso e interpretación de resultados, en el caso del presente trabajo las que vale la pena mencionar tienen que ver con las características particulares del estudio, como son la disposición de información, el tamaño de la muestra utilizada y en general con las especificaciones propias de cada concepto aplicado.

Finalmente, como es reconocido por quienes estamos diariamente utilizando este tipo de herramientas, ninguno de los resultados obtenidos sería de utilidad sin la interpretación adecuada, basada esta en los conocimientos adquiridos previamente y teniendo en cuenta el objetivo último que estos persiguen; así, se podrán encontrar interpretaciones y usos diferentes de un mismo resultado sin ser ninguno de estos usado erradamente de ninguna manera.

## ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MÉXICO Y COLOMBIA

Como hallazgos dignos de mencionar después de haber completado y comparado los resultados obtenidos se pueden enumerar los siguientes:

- ✓ La liquidez del mercado mexicano es mucho mayor a la del colombiano, medido esto como el número de días hábiles en el año en el que se negociaran acciones de las empresas que conformaron la muestra para el estudio. Este factor, como ya se mencionó, hizo que fuera necesario hacer una partición del periodo bajo estudio para el caso de Colombia, logrando que con la segunda mitad del periodo se consiguieran mejores resultados por presentar negociaciones alrededor del 75% de los días. Seguramente, este hecho se debe a que en los últimos años el mercado de Colombia ha logrado una consolidación que el mexicano ya presenta desde hace más de una década.
- ✓ Los rendimientos diarios promedio del periodo 2001 a 2010 son mayores en el mercado Colombiano, pero es importante también hacer hincapié que presenta el único dato negativo en esta medida para el caso de Valorem. Para el caso de la desviación estándar, el mercado mexicano muestra valores mayores, y si tomamos esto como una medida de riesgo podríamos calificar este mercado como de menor rendimiento y mayor riesgo. Es de anotar que los índices bursátiles de ambos países muestran valores de desviación estándar muy parecidos.
- ✓ La distribución de los rendimientos en el caso mexicano, es notablemente sesgada a la izquierda mientras que para Colombia se puede observar que indistintamente se presentan sesgos en ambos sentidos, las magnitudes de esta medida no son claramente diferenciables, mientras que para la curtosis los valores mayores son claramente visibles en el caso de México, lo que clasifica las series de rendimientos de este país como de colas más pesadas. También es evidente lo alejados de los valores de sesgo y curtosis en ambos países de los valores característicos de una distribución normal y aunque los semanales y mensuales son más parecidos, siguen manteniendo diferencias suficientes para atreverse a clasificar las distribuciones de los rendimientos como no normales. Estos datos permiten clasificar a México como un país con características más parecidas a las reportadas por la mayoría de los estudios hechos en economías en desarrollo, que son series de rendimientos sesgadas hacia la izquierda y con curtosis mayores que 3.
- ✓ Las sospechas de no normalidad se cumplieron para el caso de ambos países, donde ni univariada o multivariadamente las distribuciones se mostraron como normales después de hacer las pruebas necesarias para comprobar la presencia de esta característica, aún formando sub periodos, buscando identificar influencia de hechos relacionados con el momento de observación tal como se esperaba.
- ✓ En el caso de México, las series de rendimientos mensuales de una mayor cantidad de empresas se pudieron clasificar como normales (72% de ellas) mientras que en Colombia sólo el 52% de las series estudiadas obtuvieron esta clasificación. En ninguno de los dos casos se obtuvieron los resultados encontrados por la evidencia empírica de otros estudios aun en mercados con características similares a los dos países en estudio.
- ✓ La presencia de colas pesadas en las distribuciones de ambos países justifican plenamente los tratamientos aplicados y las conclusiones hasta ahora expresadas y las que posteriormente se enunciarán.

- ✓ En el caso Colombiano el sesgo negativo y el exceso de curtosis del IGBC no coinciden con el tipo de asimetría positiva de 13 acciones ni con la media del grupo de rendimientos con mayor leptocurtosis, respectivamente, situación parecida para México, cuyo sesgo positivo del índice no refleja la mayor magnitud ni el signo en este valor que presentan la mitad de las empresas de la muestra; en cuanto a la curtosis, el valor para el IP&C tampoco coincide con el comportamiento promedio de las empresas, siendo este último mucho mayor. El valor promedio de la curtosis del IGBC es de 10 a 15 veces menor que el de varias acciones y el del IP&C de 8 a 10 veces. En otras palabras los datos no muestran una correspondencia directa entre el comportamiento del índice y el de sus componentes muestrales en ninguno de los dos países. Téngase en cuenta que no se está teniendo en cuenta la totalidad de las empresas que conforman ninguno de los dos índices pero si las que aportan más del 60% de los mismos.
- ✓ Del mismo modo hay que considerar que, si bien la agregación de datos diarios a mensuales atenúa la dispersión de los valores de cada rendimiento respecto a su media, el empuje “hacia abajo” experimentado por los estadísticos de prueba del sesgo y la curtosis no parece haber sido suficiente para restablecer, por sí solo, la normalidad de las series mensuales ni para alinear el comportamiento del índice con el de las acciones. Al comparar las cifras de los datos mensuales y diarios para el IGBC se descubre, en efecto, que el coeficiente de variación de los rendimientos mensuales (3.18) es cuatro veces menor que el de los rendimientos diarios (12.74) y para el IP&C la diferencia es aún más dramática pasando de una valor de 21.19 en el coeficiente de variación diaria a 3.94 para el mensual. Adicionalmente los respectivos sesgos y curtosis reducen su magnitud en una proporción de 3 a 1 en ambos países.
- ✓ En el campo de la relación entre empresas y de ellas con el índice, los dos países muestran situaciones bastante parecidas, esto es, correlaciones en la mayoría de los casos menores a 0.5 y positivas y grados de asociación débiles que indica poco efecto de relación y correlación cruzada entre pares.
- ✓ Todas las series diarias y semanales de los dos países son estacionarias, en las mensuales solo una colombiana es la excepción.
- ✓ Los modelos definidos para las series de ambos países no fueron diferentes a los hallazgos de otros trabajos, esto es, el comportamiento medio de los rendimientos definido como un proceso ARMA de 1 rezago en casi todas las empresas o máximo 2 rezagos en sólo un par de las mexicanas. En cuanto a la modelación de la varianza, los modelos tipo GARCH fueron los más socorridos para las series colombianas y los EGARCH y CARCH que caracterizaron las siete series mexicanas estudiadas.
- ✓ Los resultados arrojados después de aplicar el VaR y ES pronosticados a los datos reales, fueron alentadores para el caso mexicano, en el que solo una empresa mostró valores de rendimientos negativos superiores a los calculados por estas medidas y declarados aceptables según Kupiec. Para Colombia al contrario, sólo una empresa pasa la prueba, lo que llama la atención es que precisamente es la que presenta perturbaciones declarados como una T de student, que por estar caracterizada con colas más pesadas que la normal, captura mejor los valores extremos.
- ✓ El EGARCH recoge con relativo acierto los efectos de corto plazo reflejados en un rápido decrecimiento, el CARCH por su parte además de esto, captura otros efectos de largo plazo por lo que define una nueva función de comportamiento. Esto nos permite clasificar las series

mexicanas como una combinación entre aquellas que reflejan efectos de memoria de corto plazo en cuanto a su varianza y otras que además lo combinan con efectos de largo plazo.

- ✓ Los modelos obtenidos muestran claramente ausencia de comportamiento asimétrico en las innovaciones para el caso colombiano, en cambio en las empresas mexicanas la presencia de este tipo de característica es claramente observable por los modelos que mostraron mejor ajuste como fueron los EGARCH.

### III. ANÁLISIS FUNDAMENTAL

Este capítulo parte de la descripción del periodo de 2001 a 2010 haciendo énfasis en aquellos eventos que en este lapso estudiado han resultado decisivos para definir el comportamiento del mercado financiero de México y Colombia. Posteriormente, se realiza un análisis estadístico de la incidencia del comportamiento de la inflación, el tipo de cambio entre la moneda local y el dólar de Estados Unidos y las tasas de interés, en los modelos definidos en el capítulo anterior para la varianza de los rendimientos de las acciones y los Índices de Bolsa. Las tres variables exógenas son comúnmente citadas como fuentes de variación importante en los rendimientos accionarios y se incluyen como regresores o términos independientes en las respectivas ecuaciones, con las implicaciones y condiciones matemáticas necesarias para dicho procedimiento. Esto se hace sin perder de vista que se está estudiando un ambiente considerado altamente variable por ser economías de países en desarrollo.

Como resultado de lo anterior se formulan modelos de varianza que además de estar en función del comportamiento de la varianza anterior, también reflejan el efecto de las variables exógenas mencionadas.

Son numerosos los estudios realizados para medir el grado de incidencia de variables exógenas en el comportamiento de los rendimientos financieros, economías como la colombiana y la mexicana presentan en unas y otras, volatilidades altas comparadas con las de países desarrollados. Bailey y Chung (1986) afirman que los niveles de precios y las tasas de intercambio son significativamente volátiles en tales países y que si no es posible lograr protección a bajo costo para estos movimientos, las compañías podrían verse afectadas por lo que los precios de sus acciones podrían reflejar una prima ex ante por este riesgo. El impacto de la incertidumbre del comportamiento macroeconómico será mayor para aquellas empresas cuyos flujos de caja son particularmente sensibles a las condiciones del mercado como las que cotizan en bolsa, de hecho se reconoce evidencia de que las fluctuaciones de tipo de cambio, por ejemplo, son un factor de peso en la definición de los retornos de índices accionarios, que tienden a disminuir con los aumentos de los llamados riesgos políticos. Los inversionistas locales venden sus acciones y convierten sus ingresos ya en dólares, ya en bonos del tesoro anticipándose a una devaluación monetaria o a incrementos de controles de capital.

De la calle (1991) opina que un ambiente altamente inestable como el latinoamericano es un excelente campo de investigación para medir el impacto de las fuentes de riesgo en los precios de las acciones, refiriéndose a las altas tasas de inflación y tipos de cambio volátiles que son probablemente más fáciles de identificar que en economías más estables y que adicionalmente esta alta variabilidad mejora la eficiencia de los procedimientos estándar usados para estimar y probar modelos económicos. En este sentido, el tipo de cambio, la tasa de interés, la inflación y el nivel de producción han sido clasificados como factores de riesgo no diversificables, y por ende determinantes para la valoración de acciones (Adam y Tweneboah, 2008).

#### CASO COLOMBIANO

En el caso de Colombia, el periodo bajo estudio (2001-2010) tiene particularidades dignas de mencionar por no ser dables de encontrar en otros mercados latinoamericanos ampliamente

estudiados como Argentina, México o Brasil, tales como un gobierno único que permitió una recuperación económica sostenida en buena parte del periodo, la unificación de sus tres Bolsas de Valores, la baja participación relativa de sus operaciones financieras como proporción del PIB y, sobre todo, la naturaleza cerrada al exterior de sus operaciones bursátiles, que hace relativamente inmune el IGBC a los contagios internacionales.

En el capítulo anterior, se hizo una división del periodo total de estudio en dos segmentos para buscar resultados más satisfactorios en la identificación de las ecuaciones para caracterizar la media y la varianza de los rendimientos financieros. Esta división no fue del todo arbitraria, pues mientras el primer periodo (2001-2005) es identificado por presenciar un gran crecimiento económico en Colombia, con tasas promedio cercanas al 5% anual (el cual se prolongó hasta finales de 2007 cuando la economía creció al 7.7%), el segundo (2005-2010) coincide con una desaceleración continua en los precios de los principales productos de exportación de Colombia como son petróleo, carbón, gas, zinc y oro debido en parte a la crisis financiera de finales de 2007 originada en EEUU y en parte a la ausencia de una política fiscal compensatoria. Durante el primer periodo que hemos llamado de unificación, el IGBC registró un crecimiento histórico de 1043% al pasar de 1 000 puntos, el 3 de julio de 2001, a 11 433 puntos el 27 de enero de 2006 (Ferrari y González 2007). Este periodo es conocido por Uribe y Agudelo (2009) como el correspondiente al mercado alcista continuo más importante de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC). Por su parte el segundo periodo, es caracterizado por ser de consolidación con movimientos laterales en la Bolsa y por registrar recurrentes alzas y caídas desde Mayo y Junio de 2006.

Los procedimientos que se llevaron a cabo en los capítulos anteriores para los dos periodos como recurso para mostrar la influencia en la actividad financiera de factores estacionales, sugirieron apenas ligeros cambios tal como se evidencia en los cálculos y resultados relacionados en ese apartado. En otras palabras, las diferencias encontradas en los hechos estilizados para estas submuestras no permitieron deducir ningún tipo de patrón debido a la posible presencia de cruzamientos entre los rendimientos accionarios. Tanto en el periodo de unificación como en el de consolidación, los rendimientos muestran altos niveles de cosesgos y cocurtosis que impidieron a las series mantener su normalidad univariada y multivariada en los dos periodos.

La explicación más plausible de este comportamiento es el desigual patrón de bursatilización prevaleciente en la BVC que impide que los movimientos de los rendimientos se comporten como eventos normales o, dicho en términos más técnicos, que las medias y las varianzas de las series individuales se vuelven más estables y, en consecuencia, la presencia de eventuales cosesgos y cocurtosis espurios no alteran las condiciones de “ruido blanco” de las series multivariadas. Como se sabe, no todas las acciones de la BVC son comerciadas diariamente, por lo que éstas tienen diferente índices de bursatilidad que hace que el mercado exhiba niveles de profundidad distintos en determinados periodos. En los datos de la muestra se pueden encontrar empresas como Bancolombia y Banbogotá que transan operaciones en el 90% de los días del año y empresas como Coltejer que apenas registran el 40% de días operados (Uribe y Agudelo 2009). Sus consecuentes diferencias en volumen y número de operaciones comerciadas se expresan no sólo en propiedades de normalidad desiguales sino, también, en diferencias de impacto sobre el IGBC. Por ejemplo, si observamos los datos para las series mensuales, el IGBC registra el mismo comportamiento normal o no normal que las acciones más bursátiles como Bancolombia, Banbogotá, Cemargos, Invargos,

Chocolates y Suramericana, con porcentajes de operación entre el 83% y el 92% de días por año en los dos periodos. En particular el IGBC del primer periodo resultó normal gracias a la actividad bursátil desplegada por esas acciones que hace que el valor y número transado de operaciones del mercado colombiano de acciones se multiplique por 3.8 y 4.2 entre 1988 y 2006, respectivamente (Agudelo *et al* 2009).

También en el estudio de Agudelo *et al* (2009), se declara que acontecimientos como la fusión de las tres Bolsas en 2001, la ampliación del horario de operaciones a partir de Noviembre de 2005, los anuncios macroeconómicos sobre el PIB trimestral o la inflación mensual y los efectos horarios en algunos días de la semana y meses del año como los de Julio a Febrero para las acciones de media bursatilidad, son determinantes para explicar el IGBC en la medida en que éstos afectan las variaciones de los rendimientos de esas acciones.

Efectivamente, la baja actividad bursátil es considerada históricamente una dificultad importante para agentes y analistas del mercado accionario colombiano. Su bajo volumen de transacciones es reconocido como un limitante muy serio para el desarrollo del mercado. De hecho, en el año 2000, algunos agentes de la bolsa de Medellín consideraban que solo cinco de las más de 50 acciones inscritas tenían una actividad bursátil significativa (Agudelo *et al*, 2009). Con la unión de las tres Bolsas de Valores existentes (Bogotá, Medellín y Cali) en el año 2001, es evidente un gran aumento en la actividad bursátil, especialmente desde 2003 debido seguramente a la centralización de la información de las operaciones en acciones, de los agentes participantes y de la cotización de las acciones en el país, cuyo mayor beneficio esperado es la reducción de los costos de transacción y un mayor volumen transado (*La República*, 2001). Esta fusión implica una mayor interacción entre agentes compradores y vendedores potenciales, al estar todos ellos en una misma bolsa, una reducción de costos de transacción al trabajar en una plataforma más moderna y la atracción de nuevos agentes al mercado accionario colombiano debido al despliegue publicitario de la propia fusión.

En cuanto a la ampliación del horario de transacciones, realizado el 1 de noviembre de 2005, se pasó de dos horas y media de operación (9:30 AM -12:00 M) a tres horas y media (9:30 AM – 1:00 PM) en un período en que el mercado accionario experimentaba una importante racha alcista, con la expectativa de aumentar la posibilidad de ingreso de nuevos agentes al mercado e incrementar los incentivos para operadores intradiarios, con el consiguiente aumento en el número de operaciones. Agudelo *et al* (2009) concluye que con el nuevo horario, se advierte un incremento significativo en la actividad bursátil que claramente indica que había una demanda potencial de agentes interesados en operar.

Adicional a lo anterior, Ferrari y González (2007) aseguran que el hecho de que la economía colombiana sea tan pequeña y poco abierta al comercio internacional, hace esperar que los flujos de capitales influyan de forma importante en el mercado cambiario local y que los movimientos del tipo de cambio afecten de manera radical el desempeño de una bolsa esencialmente formada por empresas del sector financiero y grandes empresas industriales. Esto concuerda con el Informe Final de la Misión de Estudio del Mercado de Capitales Colombiano (Ministerio de Hacienda, Banco Mundial y Fedesarrollo, 1996) que identificó como problema el hecho de que las expectativas inflacionarias y cambiarias tuvieran efectos directos en el desarrollo del mercado accionario. Lo anterior lleva fácilmente a concluir que la valoración de los activos financieros en Colombia podría



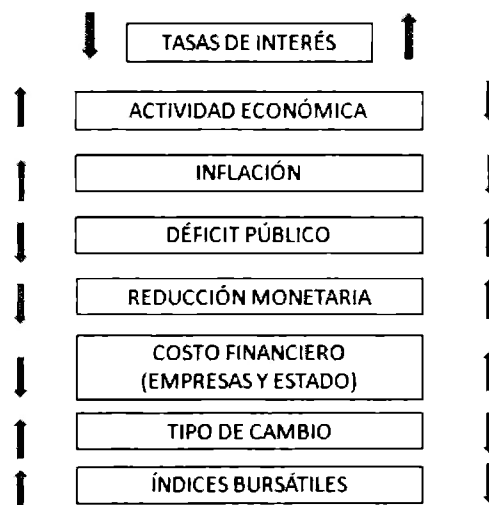
no responder a los factores que tanto defienden los analistas al tratar de explicar la apreciación de las acciones, sino que el precio de estos instrumentos depende en gran medida de factores macroeconómicos como los aquí propuestos para estudio.

Ferrari y González (2007) publican hallazgos que resultan importantes:

- ✓ El tipo de cambio (TRM) se mueve armónicamente y en sentido contrario con los vaivenes de la Bolsa
- ✓ Ante expectativas de revaluación del peso colombiano, los recursos invertidos en dólares disminuyen y se reubican en acciones, esto eleva el precio más allá de lo justificable por los fundamentales de la empresa: dividendos y tasas de interés
- ✓ Elementos coyunturales tales como incremento de precios internacionales, reducción de tasa de interés pasiva externa, anuncios de revaluaciones y emisiones monetarias insuficientes para evitar una revaluación, reducen las expectativas sobre el precio del dólar lo que aumenta súbitamente los precios de las acciones.

La gráfica 30 muestra un resumen de las relaciones existentes entre las diferentes variables macroeconómicas, partiendo del comportamiento de las tasas de interés, lo que permitirá sacar conclusiones más adelante con base en los resultados encontrados.

Gráfica 30. Relación entre variables macroeconómicas



Procede ahora un análisis estadístico teniendo en cuenta que la ecuación de la varianza de un modelo puede ser expandida para permitir la inclusión de una variable exógena o un regresor predeterminado denominado  $Z$ , así:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + Z_t' \pi \quad (17)$$

La variable regresora  $Z$  da información acerca de si la ecuación de la varianza se ve de alguna manera afectada o influenciada por el comportamiento de alguna de estas variables dependiendo de tres aspectos: de su significancia, medida por el valor  $p$  que arroje el procedimiento, del valor del coeficiente y de su signo. La interpretación de estos tres datos no difiere de la misma a lo largo de todo el trabajo de investigación, esto es, la variable se considerará significativa si su valor  $p$  es

menor de 0.05, a mayor valor de su coeficiente, mayor será el grado de influencia en la varianza del modelo y el signo indicará que su relación con la varianza es inversamente proporcional si es negativo o directamente proporcional si es positivo.

El procedimiento consistió en incluir las variables macroeconómicas inflación, tipo de cambio y tasa de interés, como independientes en la ecuación de la varianza, para todas las series de rendimientos financieros estudiadas. Para el caso de la inflación, se ha tomado la variación del Índice de Precios al Consumidor; en cuanto al tipo de cambio se toma como punto de referencia el valor del peso colombiano comparado con el dólar estadounidense, con base en el promedio de cotizaciones del mercado de cambios en tanto que se determina libremente por las fuerzas del mercado (tipo de cambio flexible); las tasas de interés se han cuantificado como la rentabilidad pagada por el gobierno a los compradores de Bonos de deuda pública (TES) emitidos a 28 días.

Los datos fueron tomados de Bloomberg y estas variables se incluyeron en los modelos obtenidos como tasas de crecimiento para asegurar que sean estacionarias; para comprobar esta condición, se aplicó el test de Dickey & Fuller Aumentado, cuyos resultados se observan en el cuadro 54 mostrando, como se esperaba, datos que indican que las series son estacionarias en diferencias por rechazar la hipótesis nula de la existencia de raíces unitarias.

Cuadro 54. Prueba Dickey & Fuller de existencia de raíces unitarias para variables macroeconómicas de Colombia

Variable	P-Value
TES	0.0000
TRM	0.0000
Inflación	0.0000

Cuadro 55. Resultados de incluir las variables macroeconómicas en las ecuaciones de varianza para Colombia.

EMPRESA	TES		TRM		INFLACIÓN		AKAIKE
	Coef.	Valor P	Coef.	Valor P	Coef.	Valor P	
Interbolsa	-0.003886	0.000000	-0.041810	0.000000	0.005201	0.000000	-4.539294
Tablemac	0.003845	0.000000	0.016776	0.000000	-0.006698	0.000000	-3.876274
Acerías	0.001550	0.000000	0.011334	0.005000	-0.006682	0.000000	-4.168283
Coltejer	0.002372	0.000000	0.012462	0.000000	-0.000874	0.000000	-4.416456
Corp.Fin.Cbiana	0.001722	0.138300	0.013679	0.000000	-0.000151	0.865000	-4.996323
Indice	0.000333	0.763800	0.011282	0.028700	-0.001440	0.009390	-5.465738

El cuadro 55 muestra los resultados de Eviews para la ecuación de la varianza que se definió para cada acción después de incluir las variables macroeconómicas. Para cada una de las cinco empresas colombianas y el índice de bolsa se relacionan los valores de los coeficientes obtenidos y los valores p de cada una de las tres variables, así como también los valores de Akaike para las nuevas ecuaciones, con el ánimo de compararlos con los obtenidos teniendo en cuenta sólo los rendimientos financieros (Cuadros 44 y 47). Observando estos valores, es evidente que en efecto, la inflación, el tipo de cambio (TRM) y tasa de interés de los Bonos del gobierno de Colombia (TES) influyen, de algún modo, sobre la varianza de los rendimientos de las acciones y del IGBC.

Hechos observados:

- ✓ Interbolsa tiene un comportamiento contrario a todas las demás series, en cuanto al signo de sus coeficientes
- ✓ La TRM muestra los valores de coeficientes más altos de las tres variables macro.
- ✓ El Índice recoge el comportamiento de cada una de las series individualmente, excepto para los TES
- ✓ Corporación Financiera Colombiana sólo se ve afectada de forma significativa por la TRM, esta serie siempre mostró características diferentes a todas las demás y se refleja en las ecuaciones de media y varianza definidas. La varianza de los rendimientos de esta empresa está blindada con respecto a la inflación y el rendimiento de los TES, esto la hace buena opción para invertir en ella si se quiere evitar ser influido por el movimiento de estas variables macro.
- ✓ TES es la única variable que no afecta significativamente el Índice
- ✓ El valor de Akaike mejora por muy poco sólo para Tablemac y Acerías Paz de Río, en el resto de los casos este indicador desmejora después de incluir las tres variables nuevas.
- ✓ La TRM afecta significativamente todas las series
- ✓ La magnitud del efecto de cada variable sobre la varianza de los rendimientos de las acciones alcanza su mayor valor en la relación establecida entre TRM y la varianza de Interbolsa con un coeficiente de 4.18%.

Tomados en conjunto los resultados concuerdan con otros estudios más especializados, por ejemplo el de Ferrari y González (2007), en la forma en que se interrelacionan las variables macroeconómicas con la varianza de los rendimientos. En el caso concreto de la TRM y la INFLACION, los signos indican que entre mayor sea la revaluación (devaluación) y menor (mayor) sea la tasa de crecimiento interno de los precios, mayor (menor) es la varianza de los rendimientos; lo cual tiene mucho sentido, pues los periodos de mayor (menor) crecimiento en los precios de las acciones de la BVC coinciden con los de mayor (menor) revaluación real en Colombia. La explicación ofrecida por estos autores es que en mercados poco diversificados como el colombiano los mercados de divisas y de acciones tienden a competir entre sí, sobre todo en épocas de expectativas cambiarias y de tasas de inflación internas estables como las ocurridas entre 2001 y 2006.

Con expectativas de revaluación real como las que prevalecieron en buena parte del período de unificación los recursos en dólares empezaron a disminuir y a ser reorientados a la compra de acciones, todo lo cual tendió a elevar los precios más allá de lo explicado por los factores fundamentales (dividendos y tasas de interés). De igual modo, la desaparición de esta burbuja en el periodo de consolidación se puede explicar por la extinción de las causas que provocaron las expectativas revaloratorias del periodo anterior, más concretamente, por la caída en los excedentes de dólares debido a la baja en los precios de los productos de exportación colombianos, el ajuste radical a las tasas de interés de EU cuya baja había propiciado la emigración de capitales a los mercados emergentes, y, finalmente, la sustitución de la anterior política pública por una más orientada a atajar la revaluación.

Los resultados del cuadro 55 se explican, en resumidas cuentas, por hechos concretos que expresan una relación positiva entre TRM y la varianza de los rendimientos, porque una mayor revaluación produce una mayor varianza de rendimientos; una relación negativa entre INFLACION y varianza

de los rendimientos, quizás porque un menor crecimiento de los precios crea las condiciones de una revaluación, manteniendo constantes las demás cosas y suponiendo la ley de un precio único; y, finalmente, una relación positiva entre TES y la varianza de los rendimientos porque una baja en las tasas de los bonos crea presiones inflacionarias sobre otros títulos en mercados emergentes, como el colombiano.

## CASO MEXICANO

Se ha identificado la economía mexicana como parte de la desaceleración de crecimiento que tuvo lugar en los años 2000 en los países en desarrollo, sin embargo en el primer decenio de este siglo que es nuestro periodo de estudio, el país no se vio afectado por ninguna crisis mostrando una novedosa resistencia frente a los choques externos reales y financieros causados por las crisis globales (Frenkel, 2012). De hecho, los efectos financieros tuvieron un papel de importancia secundaria debido a que ha existido un desacoplamiento de los efectos de contagio financiero contrastado con el contagio que sí fue evidente durante las crisis asiática y rusa. A pesar de esta solidez económica, las variables macroeconómicas siguen siendo un factor importante en el comportamiento de las bolsas de valores y así mismo de los rendimientos financieros.

Según la OCDE (2010), en México esta recesión global de 2008 y 2009 se logró superar a pesar de haber sido clasificada como profunda e incluyó depreciaciones notables del peso mexicano frente al dólar estadounidense trayendo como resultado fuertes salidas de capital; también hubo altos niveles inflacionarios debido seguramente a la depreciación del tipo de cambio que se transfirió en parte a los precios. En 2010 el peso se fortaleció conteniendo presiones inflacionarias, creció la producción y también las importaciones, pero estas últimas sólo crearían un déficit moderado en la cuenta corriente debido a que las exportaciones no crecieron al mismo ritmo; entre 2003 y 2009 la inflación promedio estuvo muy estable alrededor de 4.5% y con tipo de cambio flotante para amortiguar posibles choques futuros.

La economía mexicana ha crecido junto con la Latinoamericana en el periodo de 2002 a 2008 aunque a un nivel menor que el promedio o que otros países como Brasil. México se ha clasificado como un país altamente dependiente del comportamiento de Estados Unidos por la naturaleza de su actividad exportadora de manufacturas, sin embargo, esta actividad que había registrado crecimientos hasta del 18% anual se ha visto afectada por la competencia de países como China que ha traído como consecuencia aumentos de apenas 5% a partir de 2005 (Farfán, 2010). México eligió una ruta de regionalización, en la que sus beneficios sólo son comerciales y, aún en este caso, limitados. La economía mexicana vive un proceso de integración a los Estados Unidos, en cambio sus vínculos comerciales con la Unión Europea aunque han crecido de manera significativa en términos absolutos, no han resultado en una verdadera estrategia de diversificación que reduzca la gran dependencia de los Estados Unidos que también se nota en el campo financiero.

Según la CEPAL (2009) con la llegada de la crisis internacional, la situación de México se vio muy agravada. La tasa de crecimiento de la economía mexicana ya venía reduciéndose desde antes, en 2007 fue del 3.3%, pero para 2008 era de sólo el 1.3%. La causa fundamental de esta desaceleración fue la caída de las exportaciones, desde el tercer trimestre de 2008, y la baja demanda interna producto del creciente desempleo, la disminución del crédito al consumo y la reducción de las remesas del exterior. En el último trimestre de 2008, la economía mexicana disminuyó su PIB en

1.6%, y para el primer trimestre de 2009 se derrumbó al 8.2%, como resultado de datos negativos en todos los frentes. También la crisis ha producido un retiro masivo de capitales invertidos en los países emergentes, como consecuencia de la necesidad de las empresas matrices de hacerse de activos líquidos, el resultado es el deterioro de la posición financiera de México que ha visto caer sus reservas internacionales.

Desde el año 2000 y hasta el momento de la crisis mundial de 2007-2008, la política económica mexicana se sostuvo en la estabilidad producida por un tipo de cambio sobrevaluado, pero también en las crecientes remesas de los mexicanos residentes en los Estados Unidos y por los altos precios del petróleo. En términos de la política monetaria, durante todo 2008, el Banco de México mantuvo una política estabilizadora con incrementos en las tasas de interés, que sólo se revirtió al inicio de 2009 cuando la magnitud de la crisis en este país se hizo evidente. Más aún, la política de mantener elevado el valor del peso significó que, aún con la depreciación nominal de alrededor del 43%, en términos reales sólo lo hizo en no más del 2%. Asimismo, la crisis de 2009 produjo una fuerte caída en todas las ramas manufactureras, excepto alimentos y bebidas.

En lo que hace a la política cambiaria, es notoria la depreciación de las monedas de la mayoría de países latinoamericanos, particularmente en los últimos meses de 2008, en México (32.8%). En los primeros meses de 2009 comenzó a revertirse esta situación, pero es de enfatizar que este país se vio obligado a profundizar sus acciones de intervención en el mercado cambiario con el apoyo de líneas de crédito de la Reserva Federal y del FMI (CEPAL, 2009).

El mercado financiero mexicano, data de 1850 cuando se negocian los primeros títulos accionarios de empresas mineras y desde entonces ha evolucionado conforme se han ido implementando sistemas de negociación más ágiles y modernos. Desde 1975 en México se hizo la necesaria unificación de las bolsas existentes de Guadalajara y Monterrey logrando con esto una historia de modernización y eficiencia que le ha permitido posicionarse como una de las primeras bolsas de valores a nivel Latinoamérica en cuanto a volúmenes de transacciones (Farfán, 2010). A partir de 1999 cuenta con negociaciones de títulos derivados con la creación del MexDer y esto le permite un nivel de negociación que la hace atractiva a inversionistas locales y extranjeros, lo que por consiguiente trae al sector empresarial una buena opción de financiación para su crecimiento, condición necesaria para lograr niveles de desarrollo a nivel nacional nada despreciables comparados con los demás países de economías emergentes.

El análisis estadístico del caso mexicano se hizo utilizando el mismo procedimiento que para Colombia usando la ecuación (7) e incluyendo las variables como independientes, por lo que formaron parte del modelo como variables regresoras en la ecuación de la varianza, para todas las series de rendimientos financieros estudiadas. Los datos igualmente fueron tomados de Bloomberg de acuerdo a los registros de la inflación diaria (variación del Índice Nacional de Precios al Consumidor), el tipo de cambio (valor del peso mexicano comparado con el dólar estadounidense con base en el promedio de cotizaciones del mercado de cambios en tanto que se determina libremente por las fuerzas del mercado) y la tasa de interés que paga el gobierno de México por sus bonos del tesoro a 28 días (CETES).

De igual manera que para el caso colombiano, estas variables se incluyeron en los modelos obtenidos como tasas de crecimiento para conseguir condiciones de estacionariedad y se aplicó el

test de Dickey & Fuller Aumentado cuyos resultados se observan en el cuadro 56 mostrando datos que indican que las series son estacionarias en diferencias por rechazar la hipótesis nula de la existencia de raíces unitarias.

Cuadro 56. Prueba Dickey & Fuller de existencia de raíces unitarias para variables macroeconómicas de México

Variable	P-Value
CETES	0.0000
TRM	0.0001
Inflación	0.0000

Cuadro 57. Resultados de incluir las variables macroeconómicas en las ecuaciones de varianza para México.

EMPRESA	CETES		TRM		INFLACIÓN		AKAIKE
	Coef.	Valor P	Coef.	Valor P	Coef.	Valor P	
Cial.Mexicana	0.001775	0.000000	-0.038850	0.000210	0.242477	0.073240	-5.003956
Gruma	0.002486	0.000000	-0.040335	0.000000	0.391733	0.856000	-5.302017
Asur	0.001320	0.000000	-0.029998	0.031966	0.078610	0.005860	-4.756401
Consortio Ara	0.002176	0.000000	-0.003211	0.000000	0.321411	0.147325	-5.048720
ICA	0.002088	0.000000	-0.025656	0.001313	0.205087	0.076497	-4.896237
Banorte	0.001777	0.000000	-0.026447	0.000029	0.066421	0.003005	-4.816439
Indice	0.003992	0.000000	-0.018759	0.028700	0.130705	0.501129	-5.964702

En el cuadro 57 se listan los resultados de incluir las variables macroeconómicas escogidas a las ecuaciones de varianza mostrando el coeficiente que mediante el software EViews se ha calculado para cada una de ellas, junto con el valor P que indica si dicha variable es significativa para considerarla como una de las condicionantes de la varianza de los rendimientos de las empresas estudiadas o del Índice de Bolsa. Igualmente, se muestra el nuevo valor de Akaike para las ecuaciones con las variables adicionales, con el que se puede concluir si esta nueva ecuación se puede considerar “mejor” o más adecuada para caracterizar el comportamiento de la varianza.

Es de observar que el valor de Akaike es mejor al obtenido cuando no estaban incluidas las variables macroeconómicas en las ecuaciones de varianza. En otras palabras, comparado con el estadístico de Akaike del cuadro 50, aquí se obtiene un valor que permite clasificar las ecuaciones como unas con mejor bondad de ajuste con excepción de Consortio Ara, cuyo aumento (desmejora) de dicho valor es de apenas 0.012613; esto nos permite concluir que la inclusión de la inflación, de la tasa de interés y del tipo de cambio en las ecuaciones que caracterizan la varianza de los rendimientos financieros mexicanos, permitió mejorar el trabajo hecho hasta este momento.

La tasa representativa del mercado (TRM), resultó significativa para definir el comportamiento de la varianza de rendimientos financieros y explica hasta un 4% (en el caso de Gruma) esta varianza. El signo de los coeficientes, para todos los casos, indica que cuando la moneda mexicana se deprecia frente al dólar estadounidense los rendimientos accionarios aumentan, hallazgo que coincide con Agudelo *et al* (2009) quienes investigaron el impacto de los anuncios de variables

macroeconómicas en mercados latinoamericanos, mediante un modelo econométrico univariado, encontrando una relación inversa y significativa al 10% entre la devaluación del peso mexicano y los rendimientos financieros. Nava (1996) y Navarro y Santillán (2001) también determinan la relación del tipo de cambio con los mercados accionarios mexicanos, declarándola como una variable significativa y con impacto negativo en la definición del comportamiento de estos últimos.

Los resultados observados para la variable inflación, muestran que sólo para Asur y Banorte ésta resultó ser significativa, en los otros casos, incluyendo al IP&C, no hay significancia de su impacto en la varianza de los rendimientos. Agudelo *et al* (2009) concluyen de forma similar justificando este resultado de forma lógica con el hecho de que México ha presentado una inflación estable en el periodo del 2001 al 2007, manteniéndose en un dígito, lo cual a su vez proporciona al mercado una mayor certeza en la estimación del pronóstico de la inflación. El signo positivo del coeficiente calculado es el esperado de acuerdo a De la Calle (1991), que asegura que la inflación doméstica muestra una influencia estadística no despreciable en los retornos financieros de las acciones negociadas en México, siendo marginalmente significativo y positivo su impacto. López y Vázquez (2002) y López (2006) muestran evidencia de la inflación como un factor de riesgo importante, declarando que los rendimientos financieros de la Bolsa Mexicana de Valores pueden actuar como una cobertura para la inflación, pues recompensan al inversionista por el riesgo de pérdida de poder adquisitivo.

Por otra parte, observando la columna CETES se detecta una relación débil y positiva entre las tasas de interés y los cambios en los precios de las acciones estudiadas, siendo el coeficiente más alto de apenas 0.4%, sólo en esta proporción la tasa de interés explica la varianza de los rendimientos del índice de bolsa. De forma similar Navarro y Santillán (2001) y Márquez *et al* (2003) demuestran evidencia de ésta variable macro como un factor de riesgo importante en el comportamiento de los mercados financieros mexicanos con una relación directa entre estas dos variables, utilizando técnicas de cointegración para llegar a sus conclusiones. El carácter directo en la relación (signo positivo de los coeficientes), incluyendo el IP&C, podría indicar la intervención de la autoridad monetaria en la tasa de interés, tanto para influir en el comportamiento de las corrientes internacionales de capital como para procurar la estabilidad macroeconómica, sabiendo que del movimiento de la tasa libre de riesgo local depende el cambio en las tasas de interés interbancarias. En este caso, el efecto de la variable tasa de interés resultó significativo para todo valor de alfa en el comportamiento de los rendimientos accionarios.

Vale la pena mencionar que López (2006) también encuentra la relación entre sí de las variables inflación, tipo de cambio y tasa de interés, concluyendo que a menor tasa de depreciación del peso mexicano ante la moneda estadounidense se incentiva la actividad industrial al mismo tiempo que crece la oferta monetaria y el nivel de precios, esto es inflación. A su vez, encuentran correlación positiva entre la inflación y los cambios en la tasa de interés del mercado de dinero, datos que también coinciden con los hallazgos de la presente investigación.

Los dos mercados estudiados, el colombiano y el mexicano, poseen características similares, seguramente por pertenecer a economías emergentes, sin embargo México cuenta con un mercado de capitales con mayor sofisticación, actividad bursátil, liquidez, calidad de información, y una mayor participación de agentes profesionales, esto seguramente le da un nivel de eficiencia mayor al del mercado colombiano (Bodie, 2005).

Con todo, los resultados del análisis fundamental aquí realizado reflejan similitudes tales como un ambiente altamente riesgoso medido por la inestabilidad del comportamiento de la inflación, el valor de la moneda local y la tasa de interés libre de riesgo de forma tal que terminan por influir en el comportamiento de los rendimientos financieros que, teóricamente, no deberían depender de este tipo de variables.

Una diferencia entre los dos mercados obedece al grado de desarrollo que le da la historia a la Bolsa Mexicana de Valores en muchos campos, como es la presencia de transacciones de derivados que le permite contar con inversionistas que buscan este tipo de posibilidades para diversificar sus portafolios. El alto grado de dependencia del mercado mexicano con el estadounidense y a su vez con el europeo, también difiere del colombiano; esto como es de esperarse puede convertirse en una situación tanto desventajosa como privilegiada dependiendo de lo que busquen los actores. Las crisis globales tienen mucha más influencia en México pero también la tienen los periodos de bonanza que compensan las anteriores, ante lo que las autoridades económicas y financieras han buscado protegerse para evitar unas y aprovechar las otras, haciendo más atractivo el ambiente para los inversionistas internacionales.

En cuanto a los modelos para la media y varianza de los rendimientos financieros, se siguen manteniendo diferencias, explicadas en su mayoría seguramente por el mayor volumen de cotizaciones en el caso de la Bolsa Mexicana de Valores. La inclusión de las variables macroeconómicas resultó tener consecuencias más apegadas a lo esperado según estudios similares y con características comunes para todas las empresas y el Índice de Bolsa, es decir, el nivel de significancia, el signo de los coeficientes y el mismo valor de éstos para la inflación, el tipo de cambio y la tasa de interés son bastante parecidos para toda la muestra de activos mexicanos. En el caso colombiano, se detectaron diferencias entre empresas y con el IGBC aún cuando se estuviera tratando de la misma variable exógena dentro de los modelos.

El estudio realizado no deja de tener limitaciones, que resultan ser similares a las de investigaciones de otros autores, como Nava (1996) y Bailey y Chung (1986) que hacen énfasis en los problemas implícitos por el hecho de trabajar con mercados emergentes, tales como un conjunto de datos pequeño, con muchos datos faltantes que pueden incluir resultados de transacciones débiles y mercados altamente volátiles lo que implicaría contar con información que puede resultar ya muy ligera, ya muy pesada para las técnicas econométricas más utilizadas con los correspondientes resultados; el cuidado se tendrá que tener en las interpretaciones y el uso de éstos. De otra parte, Cermeño y Solís (2012) deciden no incluir en su estudio el periodo de la crisis financiera global de 2008-2009 por encontrar efectos significativos de ésta en los datos económicos a partir del cuarto trimestre de 2008, acaso por este tipo de características y especialmente en el caso colombiano se podrían justificar los resultados encontrados.

En forma general, se puede concluir que la presencia de leptocurtosis en las series de rendimientos de la Bolsa Mexicana de Valores y la Bolsa de Valores de Colombia es un problema explicado no sólo por factores internos sino, también, por factores externos a su funcionamiento, o al menos por la inflación, el tipo de cambio y las tasas de interés, de ahí la inclusión de las mismas como parte integral del análisis para cada grupo de acciones. La consideración de ambos tipos de factores no debe ser indiscriminada, pues hay elementos idiosincráticos que hacen que los rendimientos de las acciones se vean más afectados por determinados cambios. De aquí que la gran mayoría de las



empresas estudiadas hayan mostrado un mejor ajuste, según el criterio de Akaike, después de incluir las tres variables macroeconómicas debido, posiblemente, a las condiciones particulares experimentadas por los instrumentos a lo largo del periodo.

#### IV. CONCLUSIONES

Se ha propuesto el tratar el problema de la leptocurtosis en distribuciones empíricas de rendimientos financieros en países latinoamericanos con diferentes niveles de profundidad de mercado como el objetivo general de este trabajo de investigación, y a la conclusión del mismo se han obtenido los modelos que dentro del amplio marco existente en finanzas permiten corregir este tipo de características en las series escogidas, que precisamente presentan mayor leptocurtosis en las Bolsas de Valores de México y Colombia incluyendo en estos modelos el efecto de los fundamentales más citados como determinantes en este tipo de economías.

Este cometido se logra iniciando con la caracterización de las series de tiempo de los rendimientos financieros como no normales estacionarias, mediante procesos estadísticos especializados para este fin, lo que confirma hallazgos similares en economías en desarrollo como las que aquí se contemplan como objeto de estudio. Seguidamente, se ha diseñado e identificado el modelo de mayor ajuste estadístico de las series de rendimientos utilizando modelos de heteroscedasticidad condicional tempo-dependientes que arrojaron resultados satisfactorios en cuanto muestran una mejor capacidad de pronóstico comparados con aquellos que se obtienen tomando las series sin corrección alguna por leptocurtosis, asimetría o volatilidad grupal. Finalmente, se confirma el modelo diseñado a través del análisis fundamental de los mercados mexicano y colombiano.

Las hipótesis planteadas se han comprobado igualmente concluyendo que, H1: Las series de datos de rendimientos de acciones no se ajustan a distribuciones normales estacionarias en media y varianza y que, H2: El análisis fundamental de los mercados es el único medio para seleccionar el mejor modelo de pronósticos de rendimientos, (la solución no reside sólo en el tratamiento estadístico).

Aunque se hace énfasis en el documento en la violación del supuesto de normalidad estacionaria atribuida a la presencia de leptocurtosis o colas gordas en las distribuciones de rendimientos diarios del mercado accionario de Colombia y México se ha tenido en cuenta que su tratamiento está fuertemente ligado al estudio de otras características *anómalas* (como la asimetría y la volatilidad grupal), y se hace, en la medida de lo posible, un análisis conjunto de ellas.

Los resultados empíricos encontrados, basados en los índices y las series que los componen, confirman que los rendimientos diarios no son normales y que los análisis, por ejemplo, de VaR o de pronósticos de rendimientos pueden ser mejorados substancialmente con la ayuda de algunos métodos alternativos. La aplicación de algunas de las especificaciones más citadas en la literatura reveló que los modelos más descriptivos de las series de rendimientos no normales fueron, de acuerdo con el criterio de Akaike, distintas combinaciones de modelos ARMA, GARCH (1,1), CARCH(1,1) y EGARCH (1,1). La conclusión sugerida es que la adopción de cualquiera de las especificaciones es hasta cierto punto arbitraria, ya que aun cuando el EGARCH (1,1) registró la más alta probabilidad de explicar las series no normales, la T de Student puede, también, cubrir eficientemente los eventos extremos que no captura una normal. La selección de determinado modelo debe hacerse, pues, sobre bases conceptuales, en particular porque no siempre es claro qué modelo rechazar cuando las especificaciones son distintas y la información contenida en los parámetros del modelo rechazado no se puede incluir en el modelo escogido.

Los resultados económicos de este estudio hacen hincapié en el comportamiento de tres de las variables macroeconómicas más vulnerables de los dos países, y destacan la necesidad de incluir el efecto de las mismas cuando se trata de caracterizar el comportamiento de una serie de rendimientos financieros, esto por tratarse de economías donde la incertidumbre es uno de los problemas del día a día de los analistas financieros. Los modelos obtenidos reflejan claramente el comportamiento de estos factores externos como significativo para lograr pronósticos más ajustados.

El juicio del administrador de riesgos se considera esencial, sobre todo, para entender el significado estadístico de una serie pronosticable o la corrección de una distribución leptocúrtica mediante un método alternativo de cálculo del VaR. Su conocimiento sobre el grado de aversión al riesgo del inversionista o sobre los costos de transacción incluidos en la estrategia de una inversión *estadísticamente exitosa*, son imprescindibles para justificar el empleo adecuado de los procesos estocásticos en las políticas de administración de riesgos de una institución.

Los alcances del tema escapan del ámbito de las Finanzas y abarcan dos preocupaciones de la ciencia en general: la predictibilidad bajo incertidumbre y el asunto del supuesto de normalidad como elemento clave en la domesticación del azar. La larga discusión mantenida en la propuesta da pistas para convencerse de que ambas preocupaciones aún permanecen latentes y, en particular, de que el supuesto de normalidad es esencial para encontrar regularidad probabilística no caótica a distintas clases de fenómenos aleatorios.

El llamado de atención es particularmente importante hoy en día, porque la crisis iniciada en 2007 ha puesto en evidencia claras fallas en los esquemas de control y la administración de riesgos que ha dado como resultado, además de quiebras y esquemas financieros fraudulentos, la destrucción de las bases *normales* sobre las que operaban tradicionalmente las técnicas de valuación y de medición del riesgo. Las prácticas escalables de “empaquetamiento” de bonos estructurados (CDO), que hicieron que carteras de inversionistas compuestas con hipotecas de baja calidad (*subprime*) en EU recibieran alta calificación crediticia durante varios años, o el conflicto de intereses desatado por el doble papel de las agencias calificadoras (como evaluadora y asesora de las emisoras), son factores que, hasta todavía hace poco, explicaban la creciente opacidad en la valuación de bonos y la subestimación del riesgo en las principales instituciones financieras del mundo. Si a esto agregamos la aparición de la Paradoja de Persaud en la mayoría de los mercados, entonces queda claro que la función del administrador de riesgos se vuelve crucial para armar estrategias de medición de riesgos o de valuación que hagan frente a los previsible efectos en cascada del contagio.<sup>4</sup> Los *Black Swan* no siempre surgen, como cree Taleb (2010) por generación espontánea u obra divina: son en su mayoría derivados de la misma actividad financiera, por lo que un buen administrador de riesgos (no Mandelbrot) debe saber interpretar sus señales y su curso.

La mayor capacidad predictiva de un modelo que ataca la leptocurtosis en mercados como el colombiano y el mexicano depende, pues, de la identificación del problema vinculado con la

---

<sup>4</sup> De acuerdo con esta paradoja, los modelos sofisticados financieros han contribuido al aumento del riesgo porque consideran criterios similares para balancear los portafolios (una especie de riesgo modelo). Esto provoca, por mecanismos de oferta y demanda, que las carteras que regularmente han tenido un comportamiento histórico de alto rendimiento, baja volatilidad y reducida correlación, se conviertan en carteras con rendimientos negativos, alta volatilidad y elevada correlación (para una discusión más amplia sobre la paradoja de Persaud y otros puntos conexos véase Banco de México 2009).

administración de riesgos; del diseño y tratamiento de la información (elección del periodo de estudio, agrupamiento de acciones por índice de bursatilidad y pruebas de normalidad estacionaria); de la especificación estadística del modelo que incluya las anomalías características detectadas para cada grupo de acciones, sean estas producidas por factores internos o externos a la actividad financiera; del análisis por separado de las características de las empresas cuyas acciones muestran comportamientos diferenciados; y de la evaluación conceptual de los resultados estadísticos finales por parte del administrador. La eliminación de alguna de estas etapas en aras de privilegiar un método estadístico absoluto para tratar la leptocurtosis es un serio error que deja de lado un hecho cotidiano comprobado por la práctica financiera: que no todas las colas gordas de las distribuciones empíricas son iguales ni todas tienen las mismas causas; son reflejo de la actividad bursátil particular de cada mercado y, por tanto, son imposibles de tratar por métodos estadísticos universales.

Por todo esto, es evidente que el abandono del mundo normal entraña riesgos gigantescos, así como también ignorar el efecto nada despreciable que tienen las llamadas variables exógenas. No sólo se pierde la “certeza” estadística que anteriormente le atribuíamos a los pronósticos de rendimientos o a las estimaciones del riesgo de mercado, sino que ahora sus cálculos parecen estar reñidos con la intuición económica. La consecuente sofisticación de los modelos de valuación, pronóstico y medición de riesgos se ha convertido, con el tiempo y la globalización, en un mal endémico en época de crisis.

La presencia de limitaciones en el desarrollo del estudio es apenas lógica por la misma naturaleza de los mercados, de la disciplina y de las herramientas utilizadas. Por ejemplo la existencia de numerosos “ceros” en los datos de los rendimientos con los que se construyeron los modelos es relativamente normal en mercados en los que se espera que haya variabilidad de precios de acuerdo con determinados niveles de transacciones. Las particulares políticas crediticias de las industrias maduras que cotizan en la Bolsa (que ven a la colocación de acciones como fuente de financiamiento secundaria) y la casi nula exposición de los precios de sus títulos financieros a los vaivenes del mercado internacional, ha dado como resultado que Colombia, por ejemplo, tenga un mercado accionario con series diarias y mensuales leptocúrticas, sesgadas indistintamente hacia la izquierda y a la derecha y, sin parámetros cambiantes, mientras que México muestra características más parecidas a las reportadas por la mayoría de los estudios hechos en economías en desarrollo, que son, series de rendimientos sesgadas hacia la izquierda y con curtosis mayores pero más cercanas a 3.

El amplio abanico de posibilidades para el tratamiento de las características detectadas en las series de rendimientos puede pasar de ser una ventaja a una limitación, ya que pueden ir desde métodos que solo hacen recomendaciones menores hasta el uso de herramientas estadísticas muy complejas. Además, cada uno de ellos se especializa en resolver problemas específicos que otros no consideran o solo contemplan parcialmente, por lo que se tiene que optar por escoger aquel o aquellos que mejor corrijan los hechos que se consideren importantes en cada estudio terminando por depender no solo del tratamiento estadístico sino de la aplicación conceptual y del buen juicio de quien los utiliza.

La observación cuidadosa del conjunto de datos y el conocimiento de las herramientas existentes, permitió sortear este tipo de limitaciones justificando cada uno de los procedimientos utilizados y

probando estadísticamente, dentro del marco del trabajo, que se prefirieron aquellos que mostraron mayor bondad de ajuste y resultados acorde con los objetivos planteados.

Por último, y de acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores es importante destacar las posibilidades que se desprenden de este estudio en aras de darle continuidad y afinamiento al tema de investigación. Probar otros modelos similares, utilizar pruebas estadísticas diferentes, acudir a otras teorías, mezclar las técnicas existentes o simplemente enfocarse en las bondades de los caminos más utilizados son alternativas que de forma sencilla resultan al darle una lectura juiciosa a este trabajo. Sin embargo, se propone específicamente evaluar el impacto de otras variables macroeconómicas en los diferentes modelos matemáticos existentes que incluso ya se hayan propuesto. Esta sugerencia está basada en la importancia detectada del impacto de las variables fundamentales en los rendimientos financieros de empresas que cotizan en bolsa, precisamente por el comportamiento tan volátil que presentan estas variables en economías como las Latinoamericanas. Es importante mencionar a los posibles interesados en temas como los que en este trabajo se desarrollan, la importancia de la selección de los conjuntos de datos a analizar, ya que de esto depende en gran parte la idoneidad de los modelos resultantes.

## V. BIBLIOGRAFIA

- Adam A. M. y Tweneboah G. (2008). "Macroeconomic Factors and Stock Market Movement: evidence from Ghana". Manuscrito no publicado. *University of Leicester - School of Management*.
- Affleck-Graves, J. y Mc Donald, B. (1989). "Nonnormalities and test of Asset Pricing Theories", *Journal of Finance*, vol. 44, núm. 4, pp. 889-908.
- Aggrawal, R., Inclan C. y Leal R. (1999), "Volatility in Emerging Stock Markets", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 34, núm. 1, pp. 33-55.
- Agudelo, D., Alvarez, A. y Osorno, Y. (2009). Reacción de los mercados accionarios latinoamericanos a los anuncios macroeconómicos. *LX International Finance Conference*, Buenos Aires.
- Agudelo, D. y Uribe, J. (2009). "¿Realidad o sofisma? Poniendo a prueba el análisis técnico en las acciones colombianas". *Cuadernos de Administración*, vol. 22, núm. 38, pp. 189-217.
- Ané, T. y Labidi, Ch. (2004). "Return Intervalo, Dependence Structure, and Multivariate Normality". *Journal of Economics and Finance*, vol. 28, núm. 3, pp. 285-299.
- Aparicio, F. y Estrada J., (2001), "Empirical Distributions of Stock Returns: European Securities Markets, 1990-95", *The European Journal of Finance*, vol. 7, núm 1, pp. 1-21.
- Arbeláez, H., Urrutia J. y Abbas, N. (2001), "Short-Term and Long-Term Linkages among the Colombian Capital Market Indexes", *International Review of Financial Analysis*, vol. 10, núm. 3, pp. 237-273.
- Bailey, W. y Chung, P. (1995). "Exchange rate fluctuations, political risk and stock returns: some evidence from a emerging market". *Journal of financial and quantitative analysis*, vol. 30, núm. 4, pp. 541-561
- Balaban, E., Ouenniche, J. y Politou, D., (2005). "A Note on Return Distribution of UK Stock Indices", *Applied Economics Letters*, vol. 12, núm. 9, pp. 573-576.
- Blenman, L., Chatterjee, A y Ayadi, F. (2005), "Volatility Persistence, Market Anomalies and Risk in Latin American Equity Markets", *The International Journal of Finance*, vol. 17, núm. 2, pp. 3413-3445.
- Bodie, Z.; Kane, A. y Marcus, A. (2005). "Investments". 6th Ed. McGraw-Hill. Pp. 370- 373, 608-613, 636-638
- Box, G. y Jenkins, G. (1970). "Time series analysis: Forecasting and control", *San Francisco: Holden-Day*.
- Brooks, C. (2008). "Introductory Econometrics for Finance", Second Edition, Cambridge University Press.

Case, J., (1998). "Modeling and Analysis of Financial Time Series". *The American Mathematical Monthly*, vol. 105, núm. 5, pp. 401-411.

CEPAL, "Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2008-2009". México, Documento Informativo, 2009. p. 1. Texto completo en: <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/36464/P36464.xml&xsl=/de/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt>

Cermeño, R. y Solís, M. (2012). "Impacto de sorpresas macroeconómicas de México y Estados Unidos sobre el mercado accionario mexicano". *Economía mexicana NUEVA EPOCA*, vol. 21, núm. 1, pp. 25-67

Chen, J., Gupta A. y Troskie C., (2003), "The Distribution of Stock Returns When the Market Is Up", *Communications in Statistics Theory and Methods*, vol. 32, núm. 8, pp. 1541-1558.

De la Calle, L. (1991). "Diversification of macroeconomic risk and international integration of capital markets: the case of México". *The World Bank Economic Review*, vol. 5, núm. 3, pp. 405-426

De la Uz, N., (2002). "La Hipótesis de Martingala en el Mercado Bursátil Mexicano". *Estudios Económicos*, vol. 17, núm. 1, pp. 91-120.

Dickey, D. y Fuller, W. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 74, pp. 427-431.

Engle, R. (1982), "Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation". *Econometrica*, vol. 50, núm. 4.

Fama, E. (1970). "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work". *The Journal of Finance*, vol. 25, núm. 2, pp. 353-417.

Farfán, M. (2010). "Los grandes problemas de México". *Colegio de México 70 aniversario*. Edición especial. Pp. 343-379.

Ferrari, C. y González, A. (2007). "Fundamentales empresariales y económicos en la valoración de acciones. El caso de la bolsa colombiana". *Cuadernos de Administración*, vol.20, núm. 33, pp. 11-48.

Frenkel, R. (2012). "Lecciones de política macroeconómica para el desarrollo, a la luz de la experiencia del pasado decenio". *El trimestre Económico*, vol. 1, núm. 313, pp. 5-49.

Guerrero, V. (2003). "Análisis estadístico de series de tiempo económicas". Thomson International, México.

Harris, R. y Küçüközmen, C., (2001), "The Empirical Distribution of UK and US Stock Returns", *Journal of Business Finance & Accounting*, vol. 28, núm. 5 y 6, pp. 715-740.

Jorion, P. (2001). "Value at risk: the new benchmark for controlling market risk". McGraw-Hill. New York.

Kim, S. y Kon, S.J. (1994). "Alternative models for the conditional heteroscedasticity of stock returns". *Journal of Business*, vol. 67, núm. 1, pp. 63-98.

Kon, S. (1984), "Models of Stock Returns-A Comparison", *Journal of Finance*, vol. 39, núm. 1, pp. 147-165.

Kupiec, P., (1995). "Techniques for verifying the Accuracy of Risk Measurements Models". *The Journal of Derivatives*, vol. 3, pp. 73-84.

La República. (2001). "Tenemos un Nuevo índice IGBC", Julio 13 del 2001. Base de datos ISI emerging markets, <http://www.securities.com>. (1 de abril de 2008).

Ljung, G. and G. Box, (1979). "On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models". *Biometrika*, vol. 66, pp. 265-270.

López, F. (2006). "Riesgo sistemático en el mercado mexicano de capitales: un caso de segmentación parcial". *Contaduría y Administración*, vol. 219, pp. 85-113.

López, F. y Vázquez, F. (2002). "Variables económicas y un modelo multifactorial para la Bolsa Mexicana de Valores: análisis empírico sobre una muestra de activos". *Revista latinoamericana de administración*, vol. 29, pp. 5-28.

Malevergne, Yannick, Vladilen Pisarenko y Didier Sornette (2005), "Empirical Distributions of Stock Returns: Between the Stretched Exponential and the Power Law?", *Quantitative Finance*, vol. 5, núm. 4, pp. 379-401.

Márquez, J., Islas, A y Venegas, F. (2003). "Corrientes internacionales de capital e inversión extranjera de cartera. El caso de México, 1989-1999". *El trimestre económico*, vol. 70, núm. 4, pp. 791-833

Nava, N. (1996). "The arbitrage pricing theory: an application for the Mexican Stock Exchange". Tesis doctoral, México, ITESM Campus Ciudad de México.

Navarro, C. y Santillán R. (2001). "A test of the APT in the Mexican Stock Market". Ponencia. Balas conference. University of San Diego, San Diego.

Nelson, D. (1991). "Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach", *Econometría*, vol. 59, núm. 2, pp. 347-370.

OCDE (2011), Estudios económicos de la OCDE, México, OECD Publishing.

Ojah, K. y Karemera, D., (1999). "Random Walks and Market Efficiency Tests of Latin American Equity Markets: A Revisit". *The Financial Review*, vol. 34, núm 2, pp. 57-72.

Ortiz, E. y Arjona E., (2001), "Heteroscedastic Behavior of the Latin American Emerging Stock Markets", *International Review of Financial Analysis*, vol. 10, núm 3, pp. 287-305.

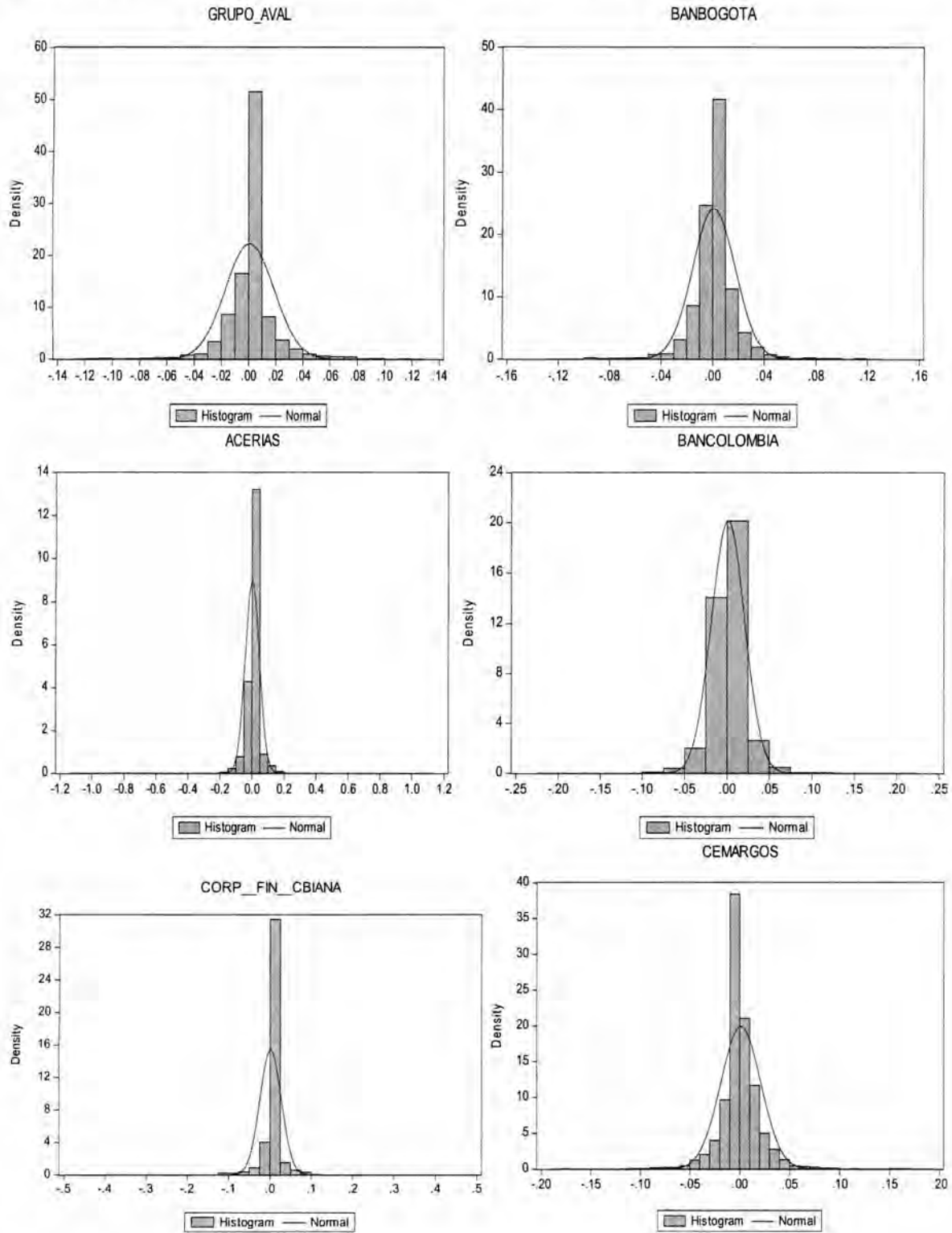


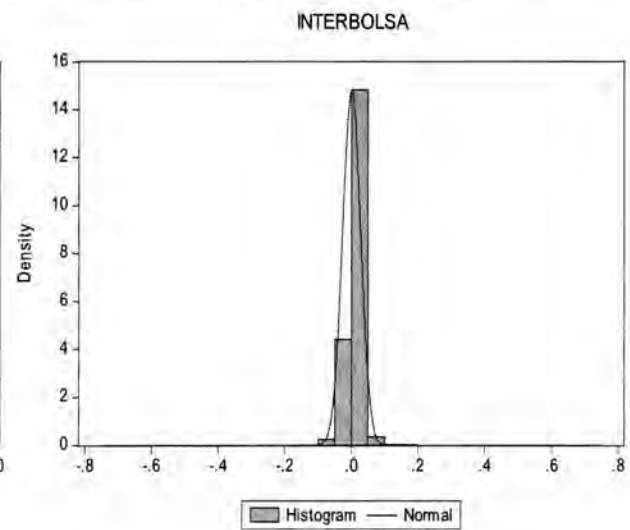
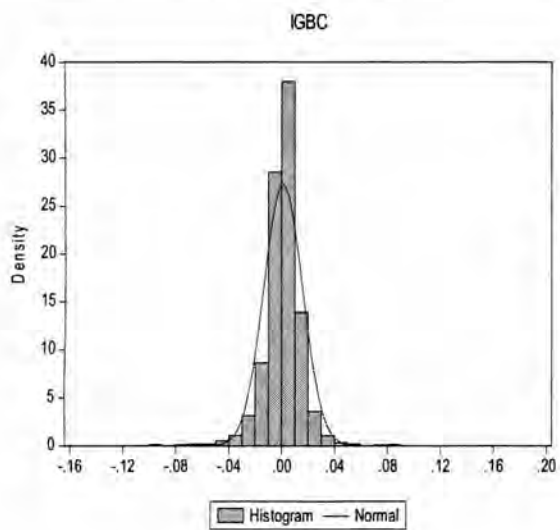
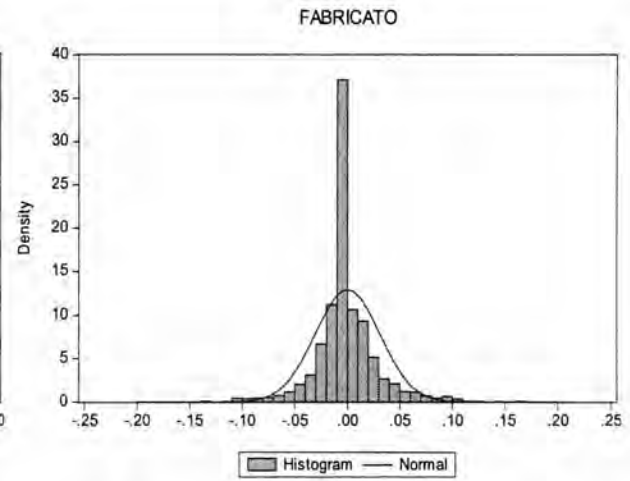
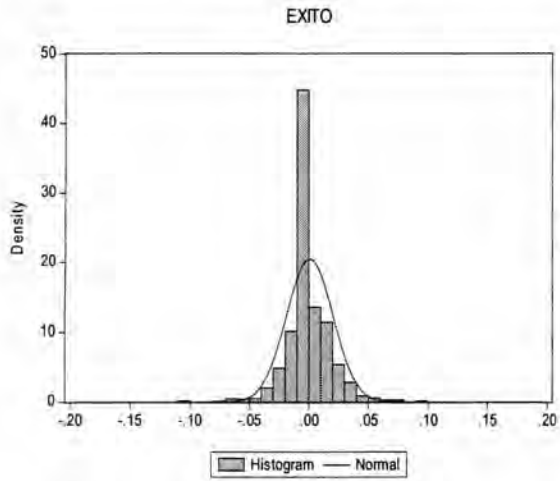
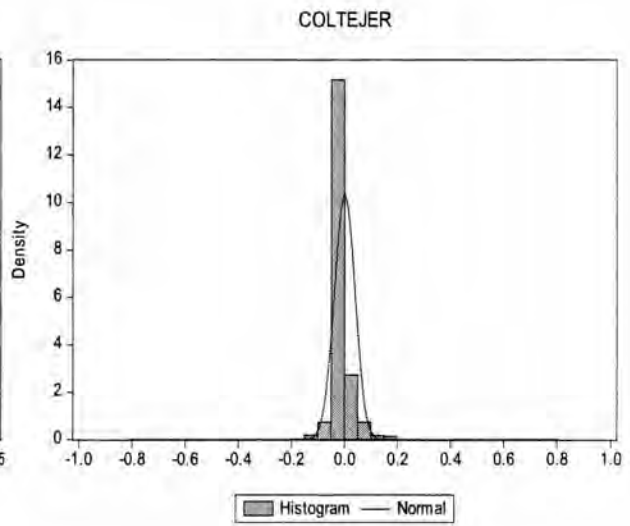
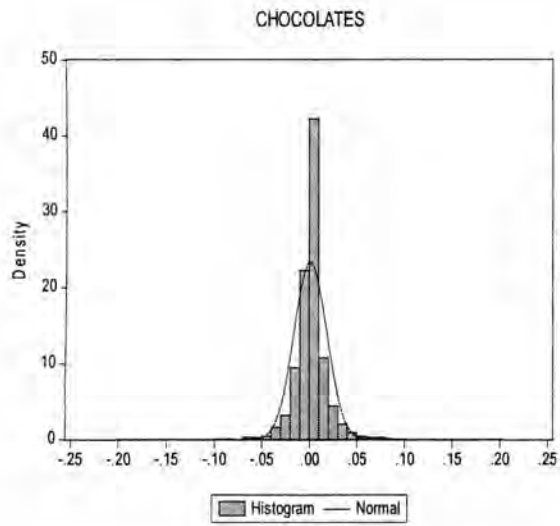
- Ramírez, J., (2004). “Usos y Limitaciones de los Procesos Estocásticos en el Tratamiento de Distribuciones de Rendimientos con *Colas Gordas*”. *Revista de Análisis Económico*, vol. 19, núm. 1, pp. 51-76.
- Richardson, M. y T. Smith (1993). “A Test for Multivariate Normality in Stock Returns”. *The Journal of Business*, vol. 66, núm. 2, pp. 295-321.
- RiskMetrics – Technical Document, J.P. Morgan, Abril 1997.
- Said, E. y Dickey, D. (1984). “Testing for Unit Roots in Autoregressive Moving Average Models of Unknown Order”, *Biometrika*, vol. 71, pp. 599–607.
- Taleb, N. (2010). *The Black Swan*. New York: Random House.
- Tolikas, K. y Brown R., (2006), “The Distribution of the Extreme Daily Share Returns in the Athens Stock Exchange”, *The European Journal of Finance*, vol. 12, núm. 1, pp. 1-22.
- Tsay, R., (2005). “Analysis of Financial Time Series”, *John Wiley & Sons*.
- Turner, A. y Weigel, E. (1990). “An Analysis of Stock Market Volatility”. *Russel Research Commentaries*, Frank Russell Co., Tacoma WA.
- Urzúa, C. (1996). “On the correct use of omnibus test for normality”. *Economics letters, El Colegio de México*, vol. 53, pp. 247-251.
- Vergara, M. y Maya, C. (1999). “Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia”. *Ad-Minister*, vol. 15, pp. 68-88.
- Venkataraman, S. (1997). “Value at Risk for a Mixture of Normal Distributions: The Use of Quasi Bayesian Estimation Techniques”. *Econometrics Perspectives*, vol. 21, núm. 2, Federal Reserve Bank of Chicago, Marzo/Abril, pp. 2-13.
- Wilkens, S. (2005). “Option Pricing Based on Mixtures of Distributions: Evidence from the Eurex Index and Interest Rate Futures Options Market”, *Derivatives Use, Trading & Regulation*, vol. 11, núm. 3, pp. 213-231.
- Wold, H. (1938). “On stationary point processes and Markovic chains”. *Skand. Aktuar.*, vol. 3, núm. 1, pp. 229-240.
- Zangari, P., (1996). “Test of Conditional Normality”. *RiskMetrics™ –Technical Document*, J.P. Morgan/Reuters.

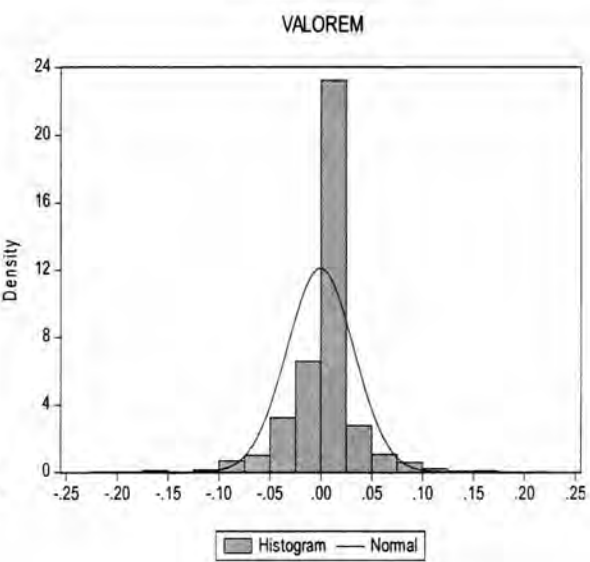
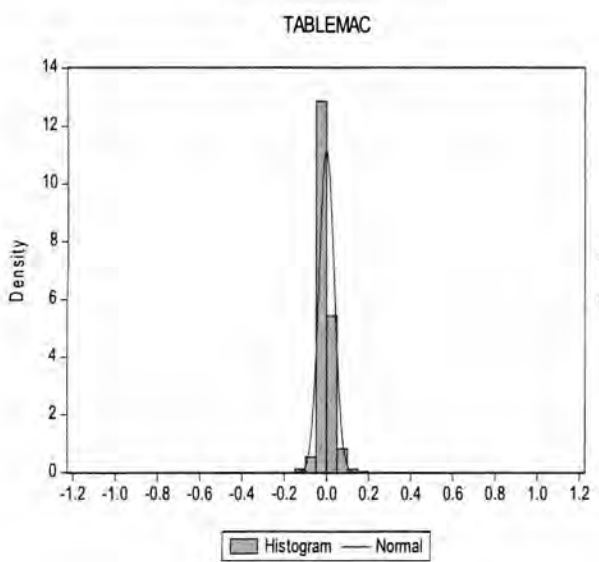
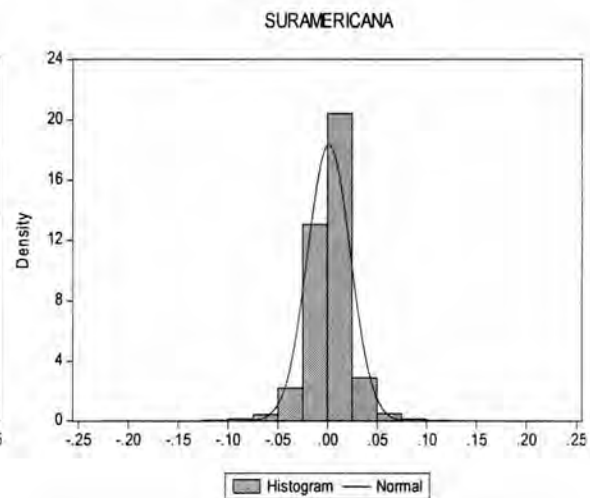
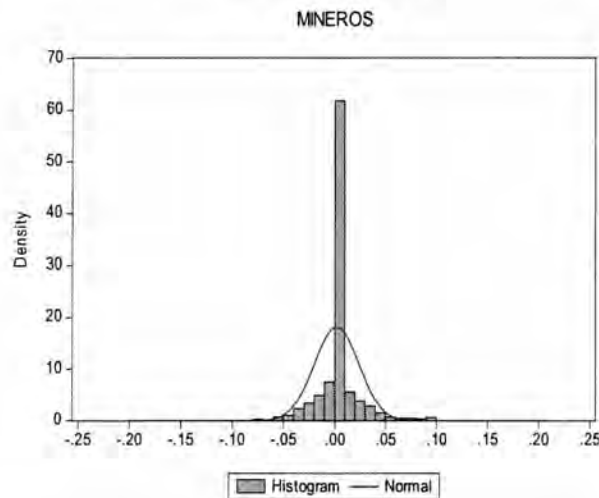
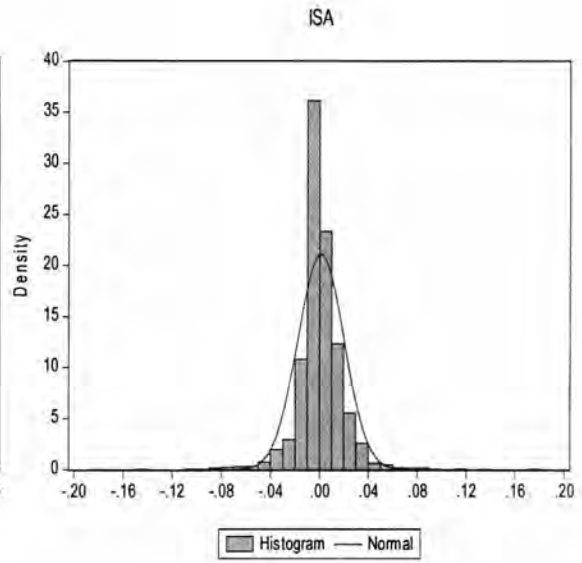
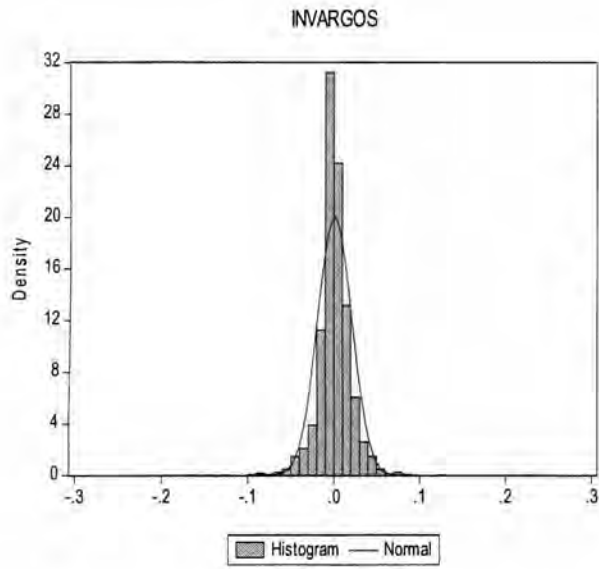
## VI. APÉNDICE

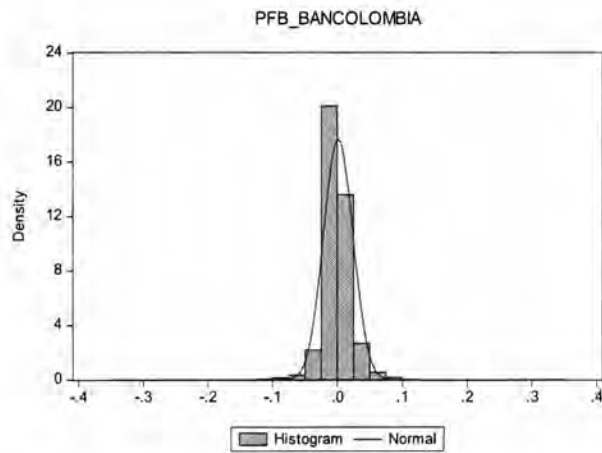
### APENDICE 1. Histogramas de rendimientos para las series de activos de Colombia y México

GRAFICA 1. Histograma de rendimientos de mercado diarios de Colombia

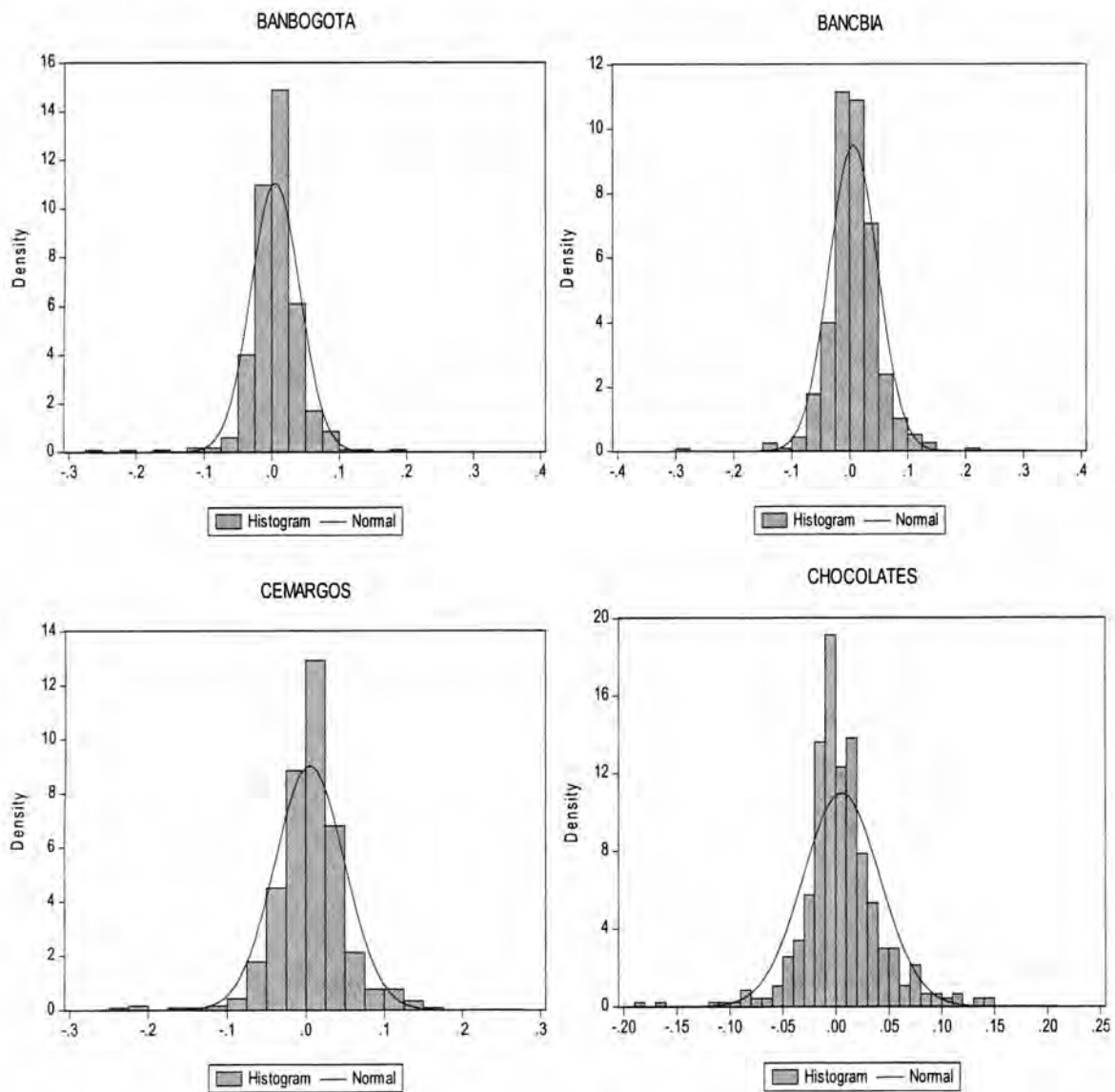


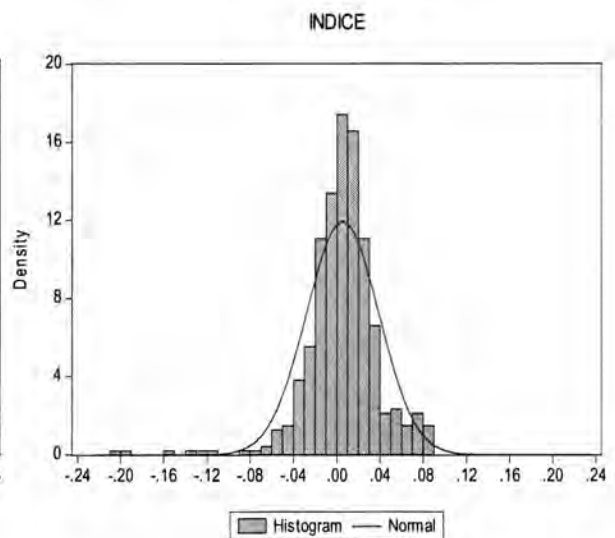
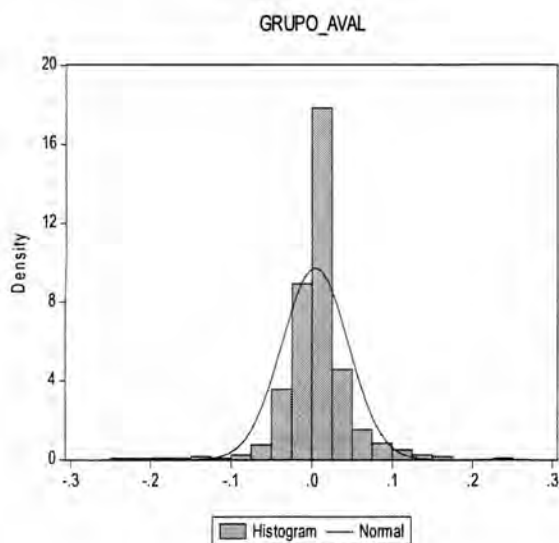
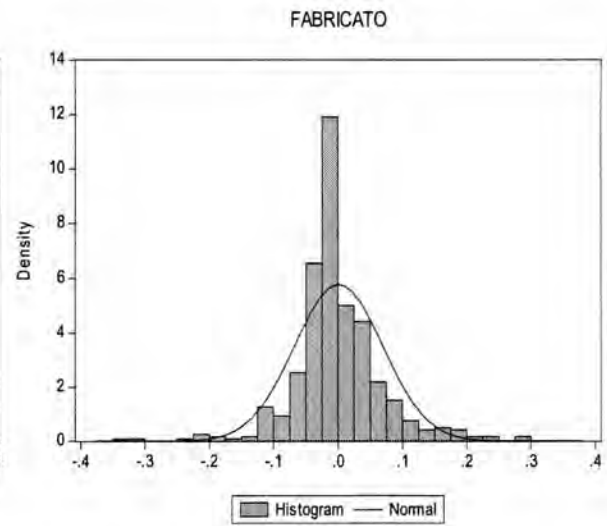
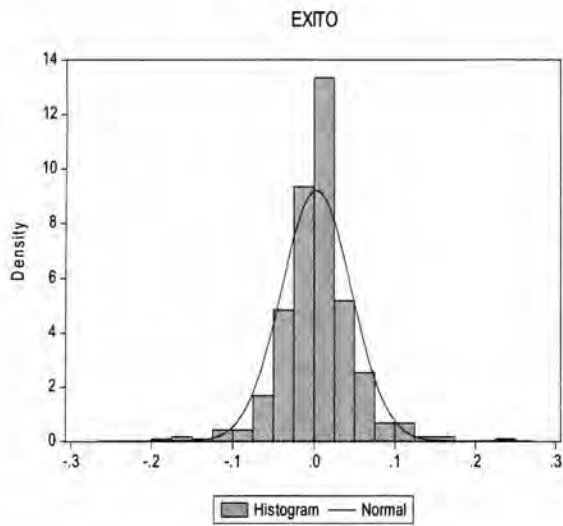
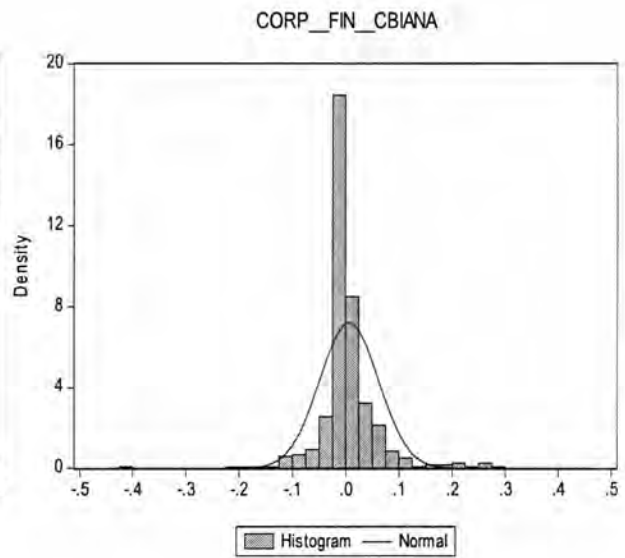
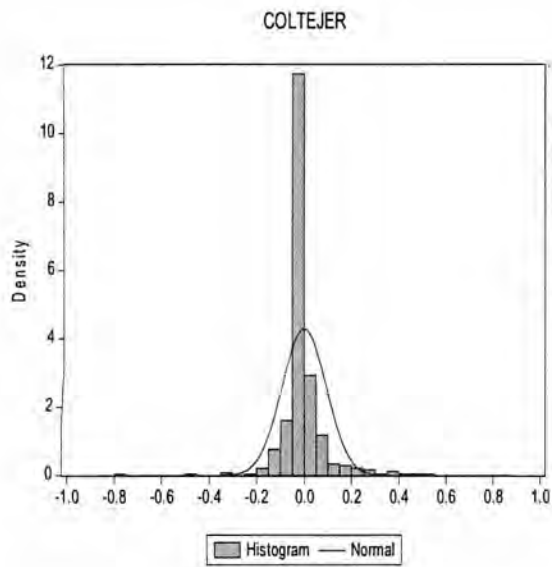


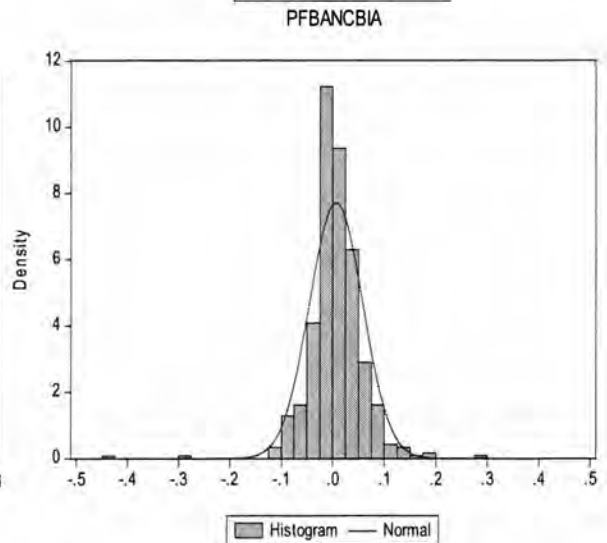
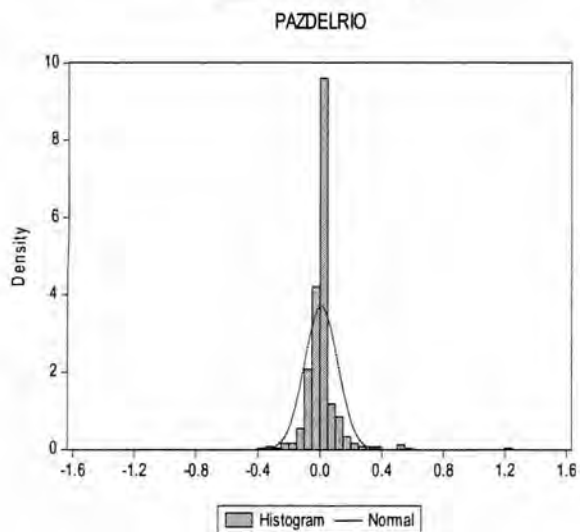
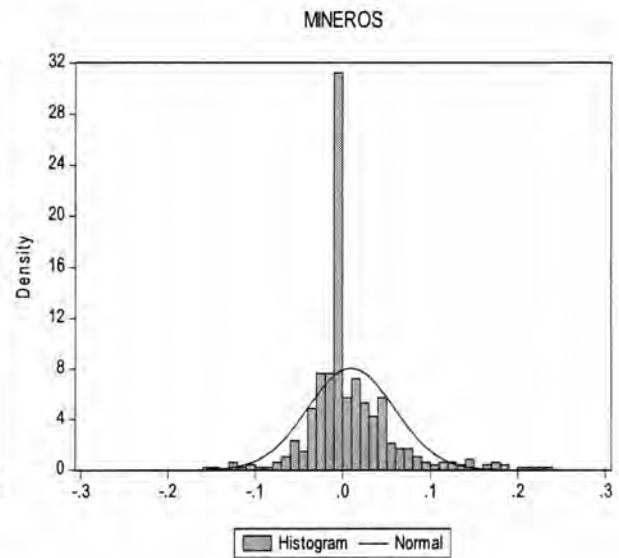
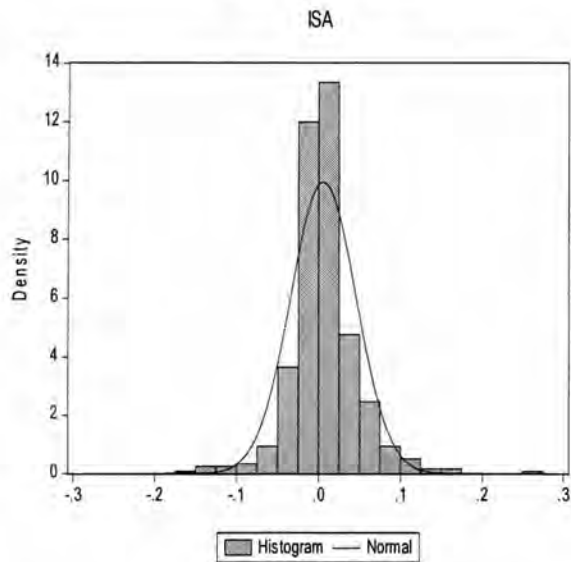
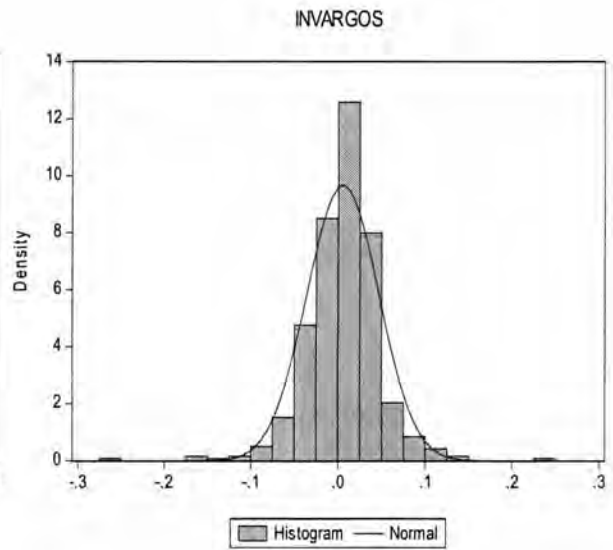
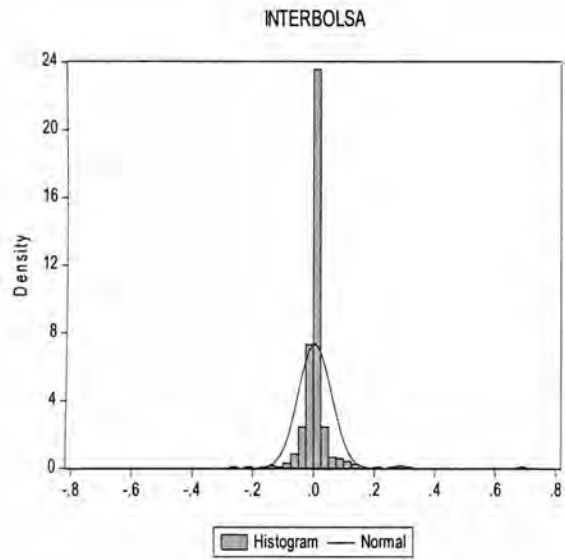


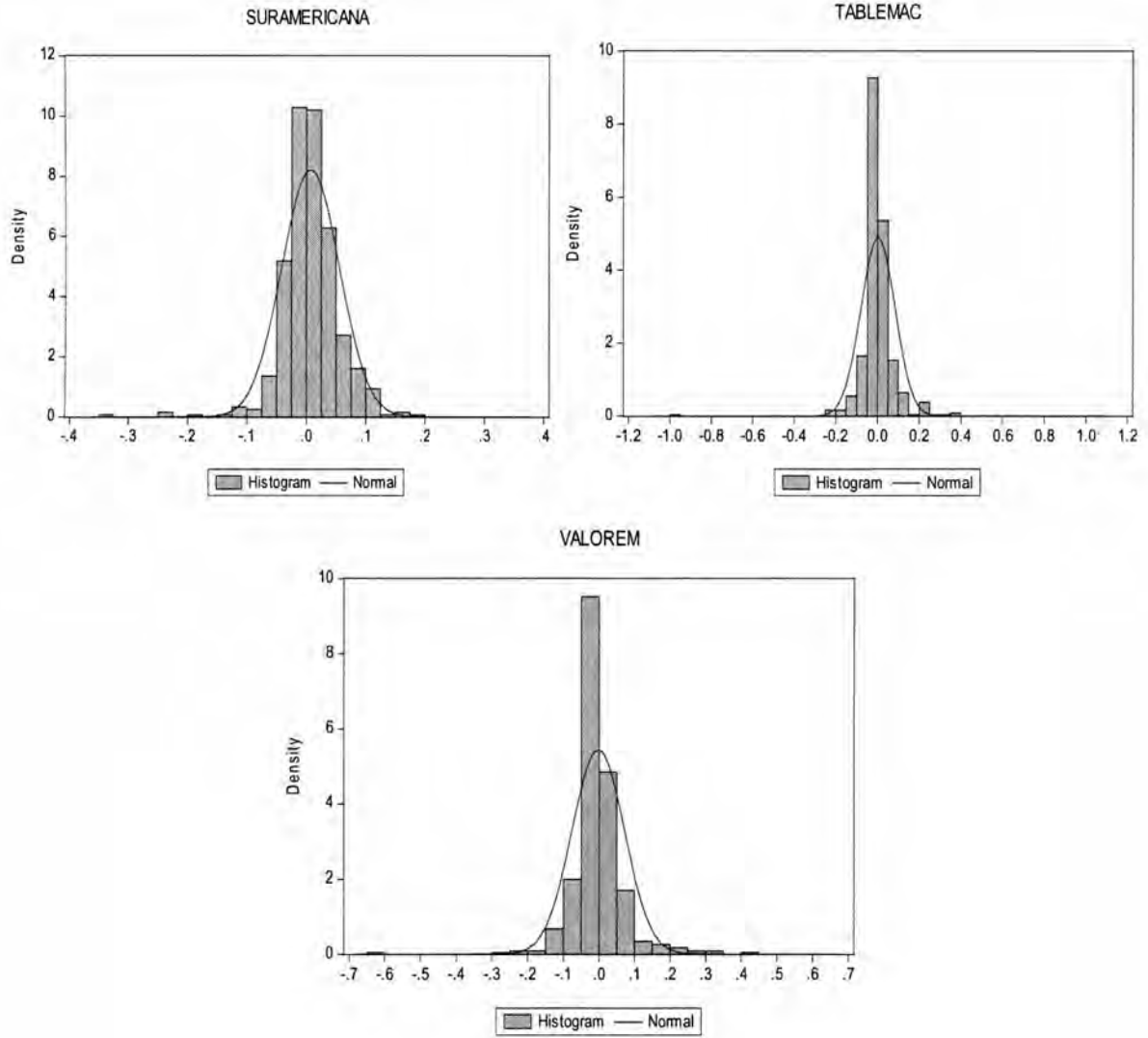


GRAFICA 2. Histograma de rendimientos de mercado semanales de Colombia

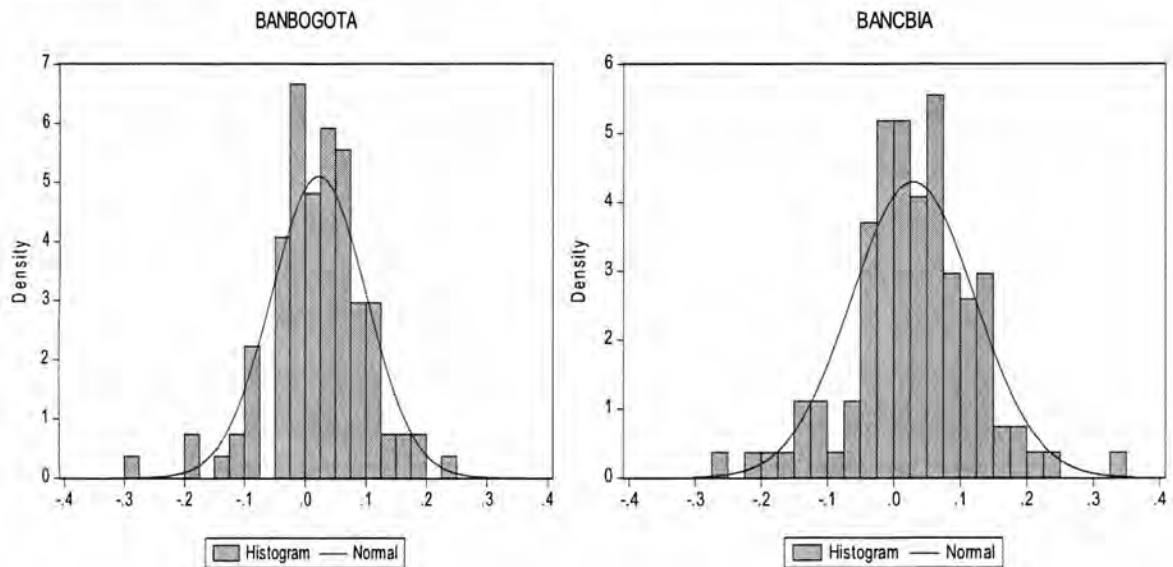




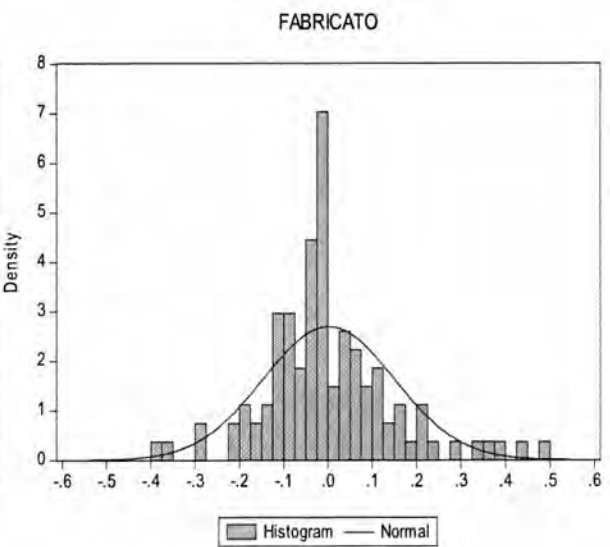
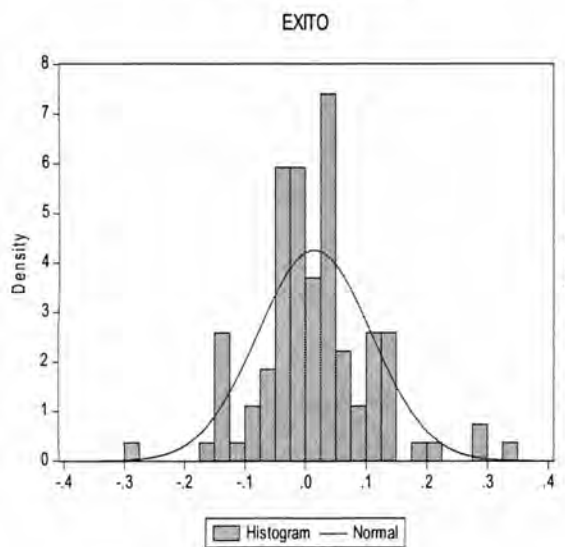
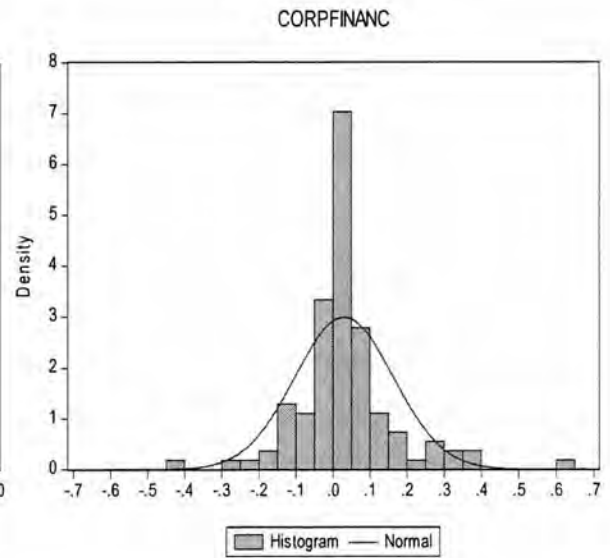
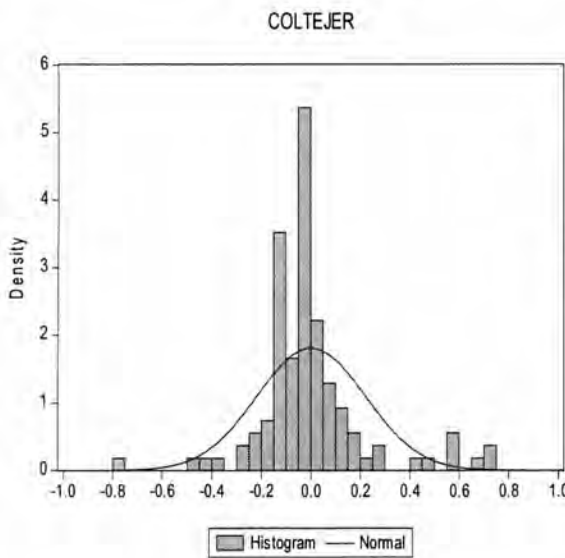
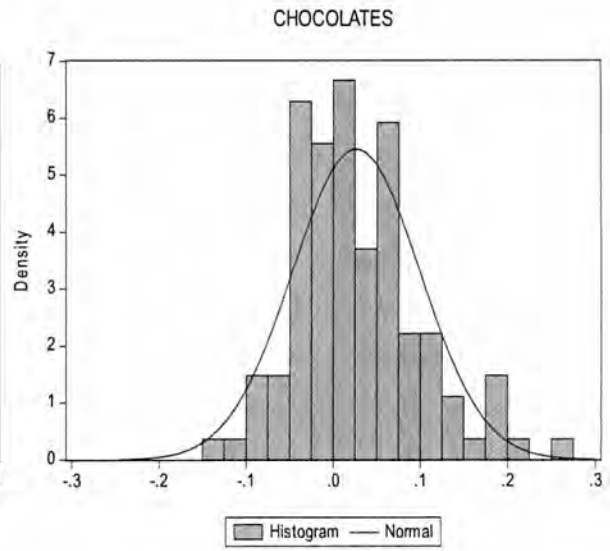
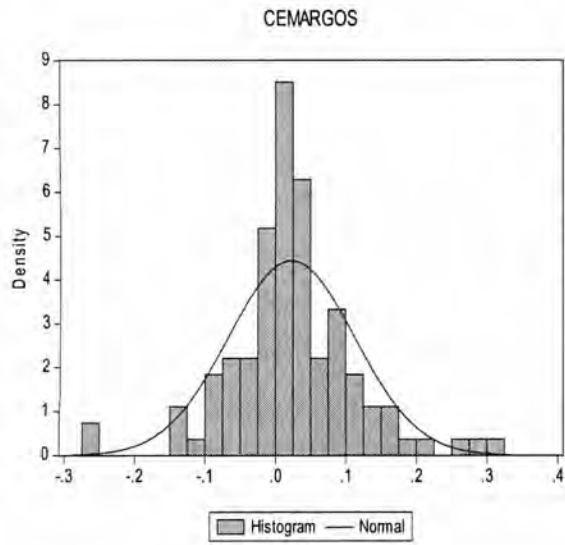


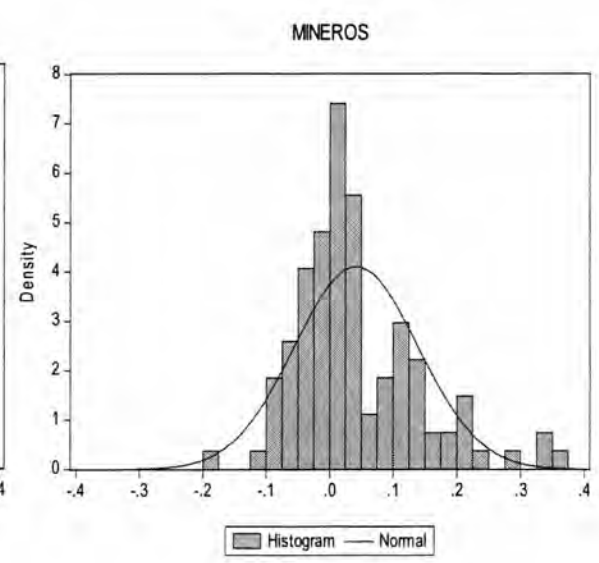
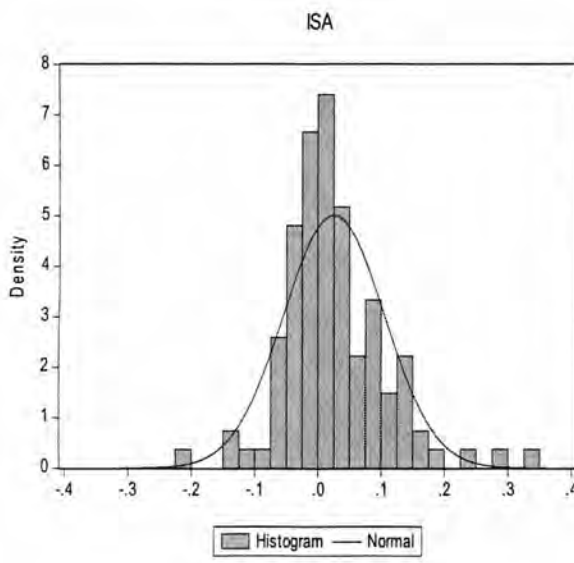
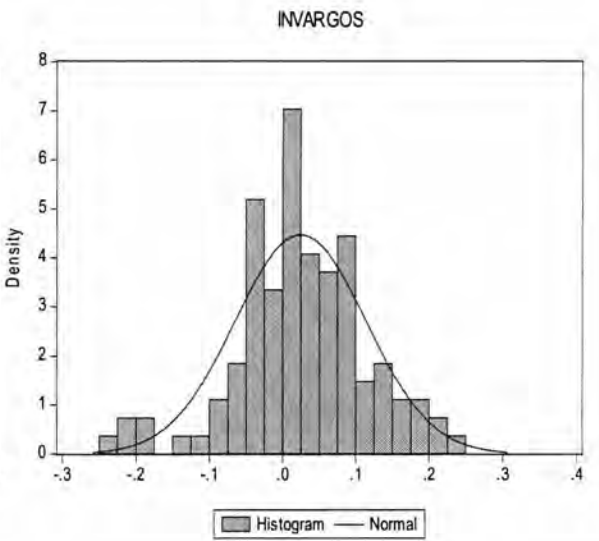
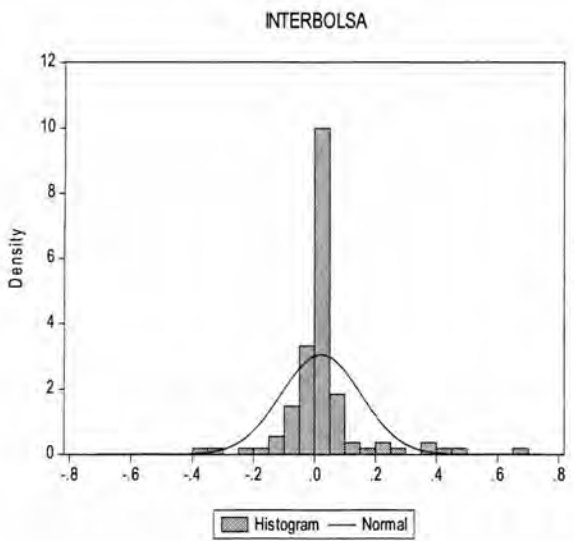
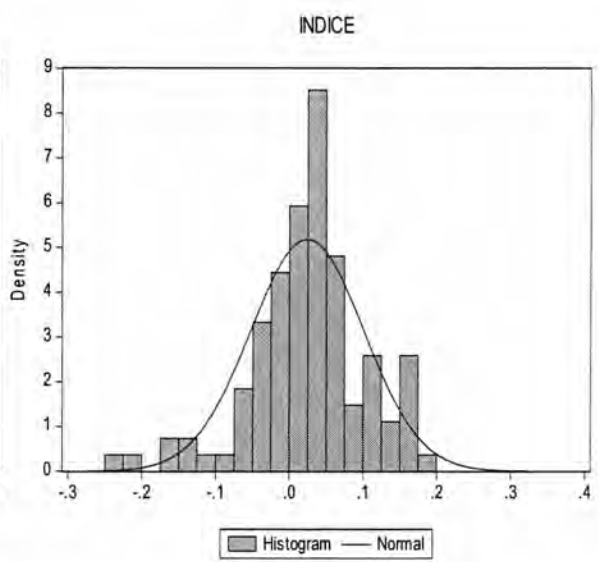
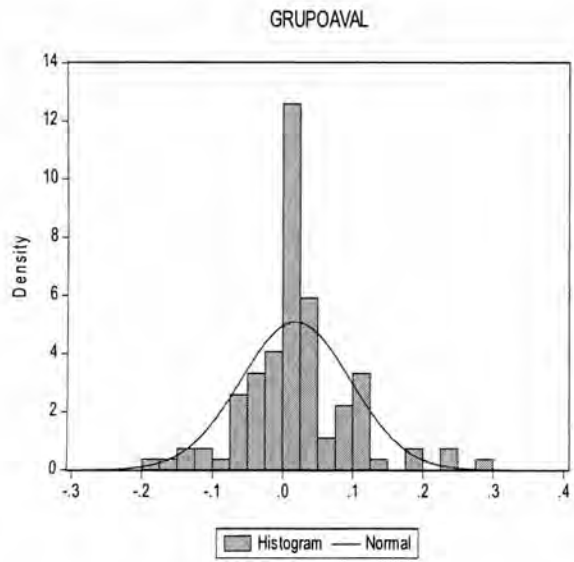


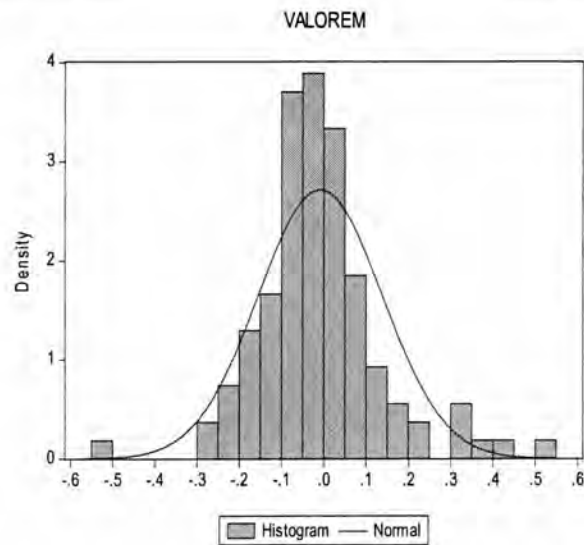
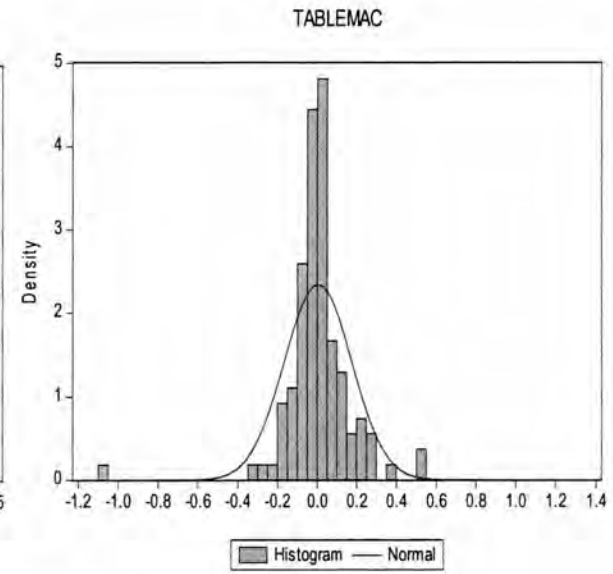
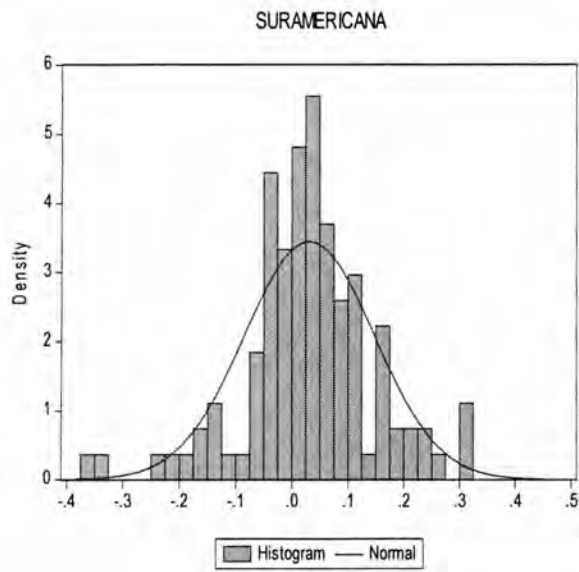
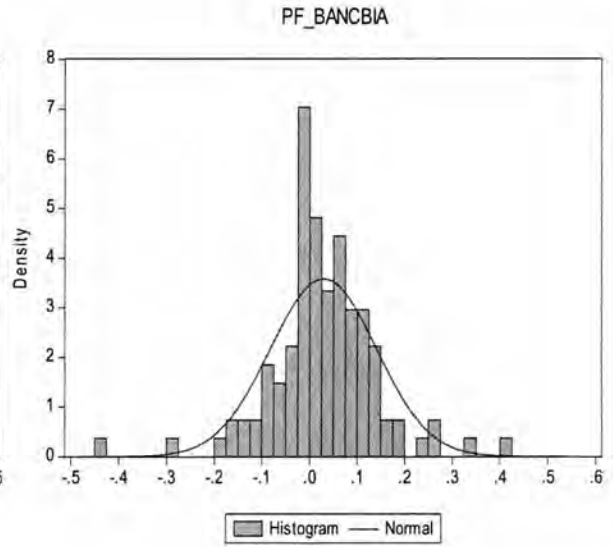
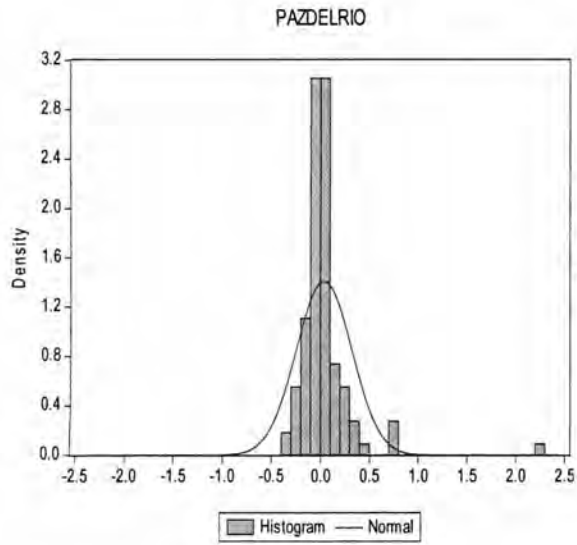
GRAFICA 3. Histograma de rendimientos de mercado mensuales de Colombia



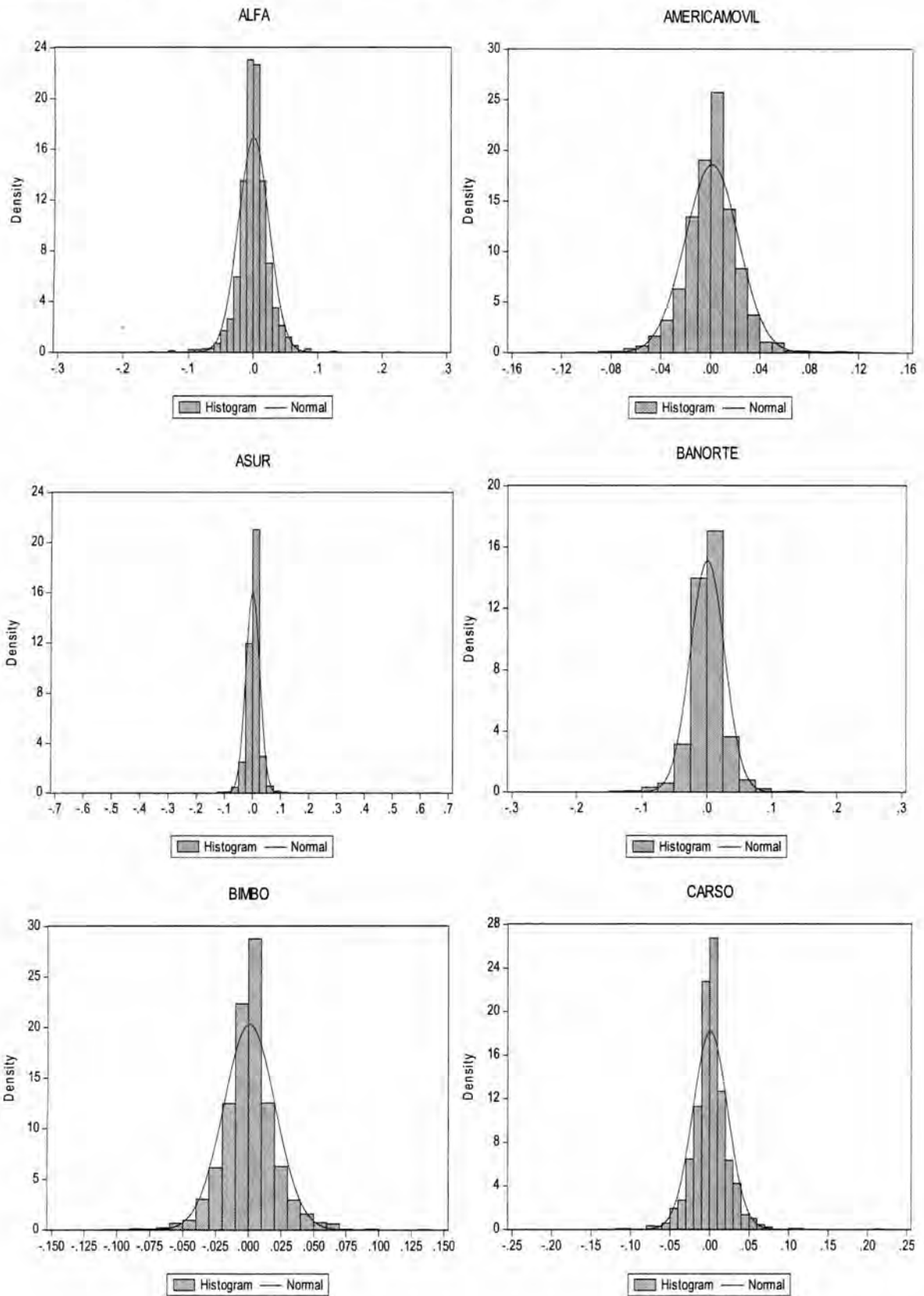


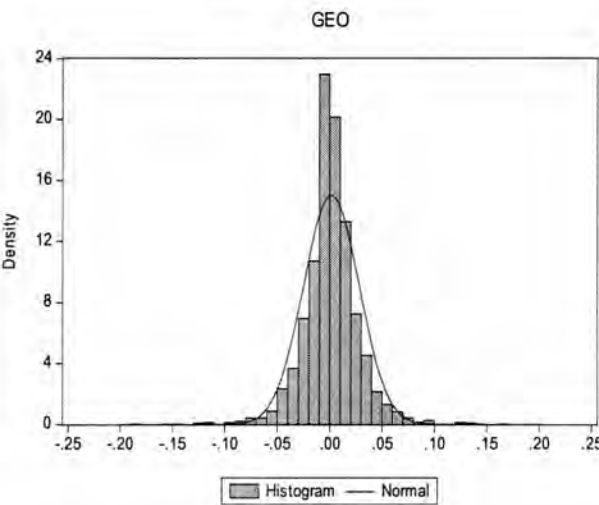
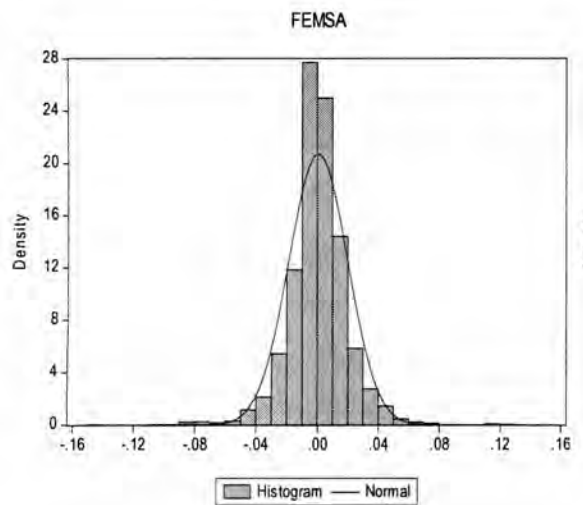
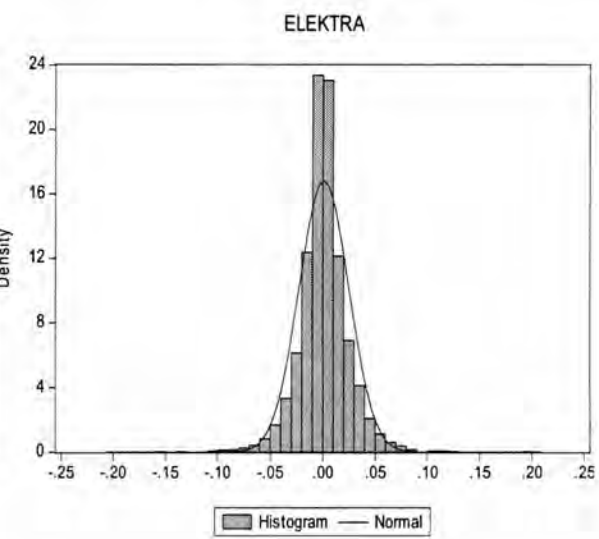
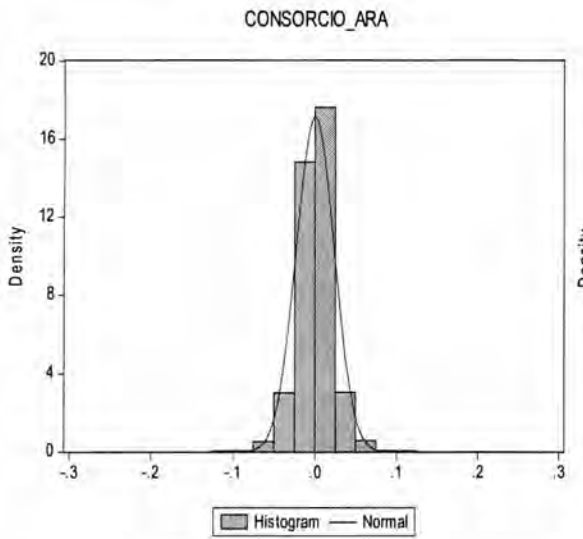
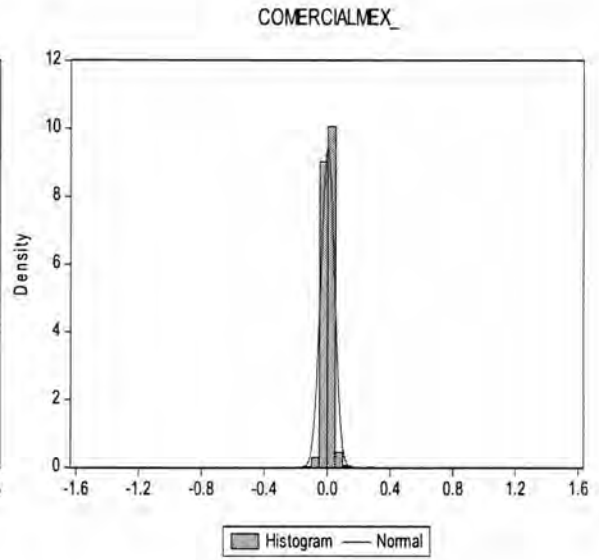
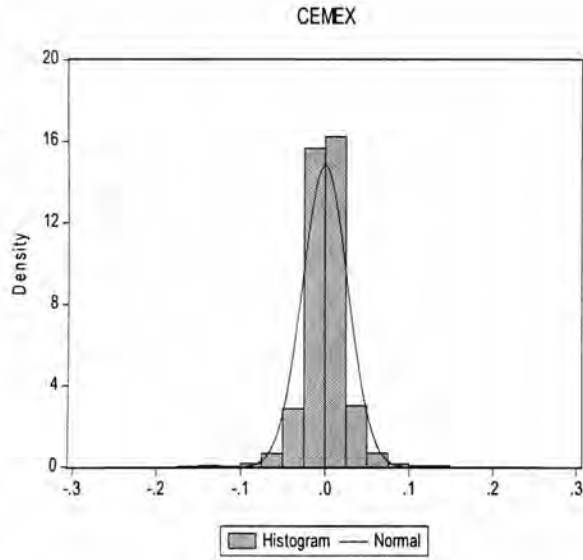


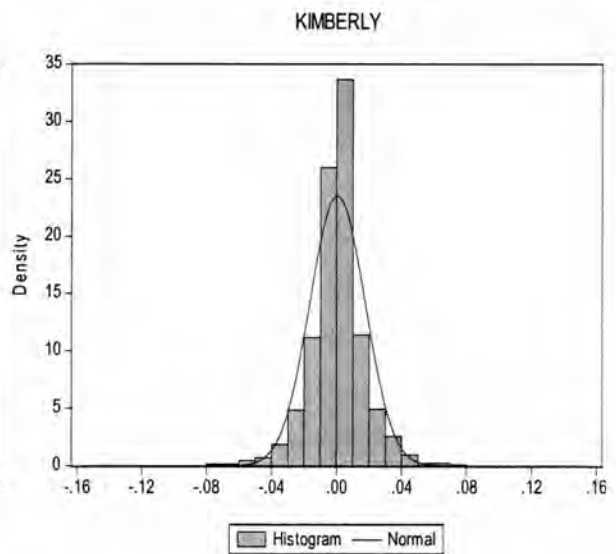
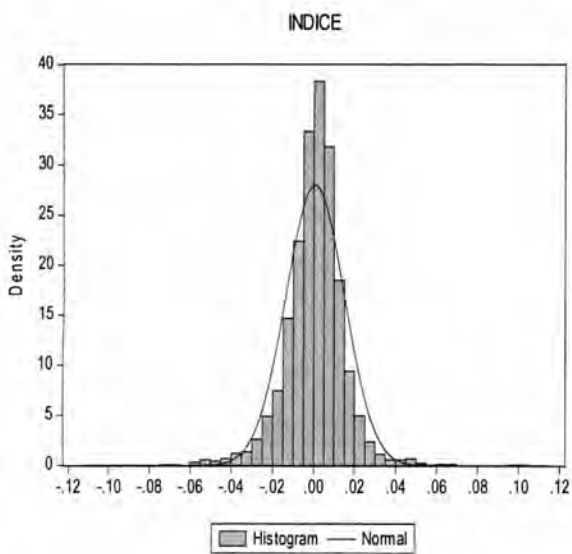
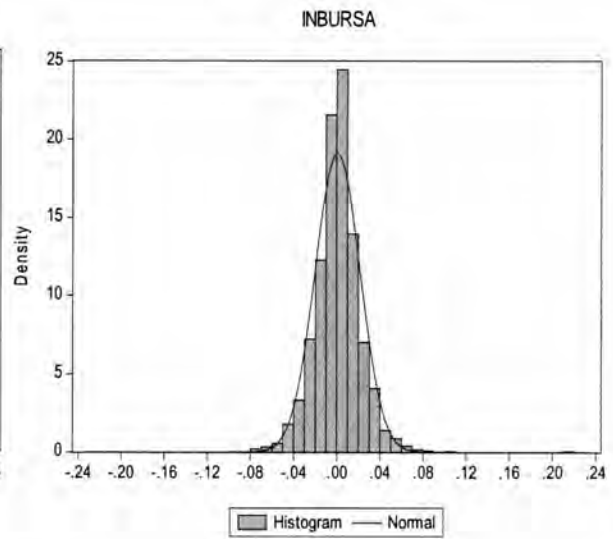
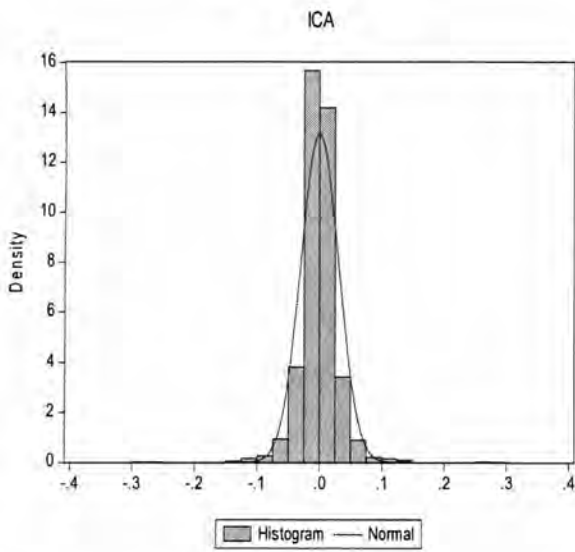
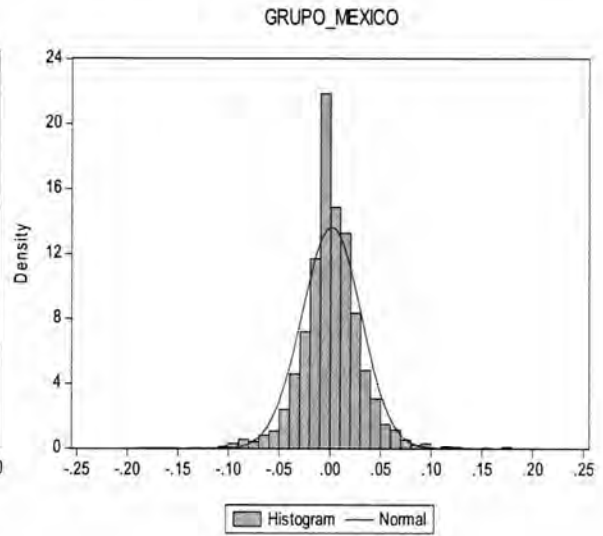
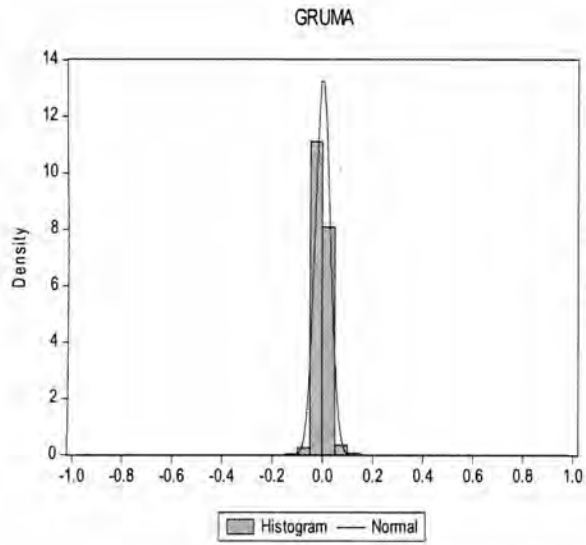


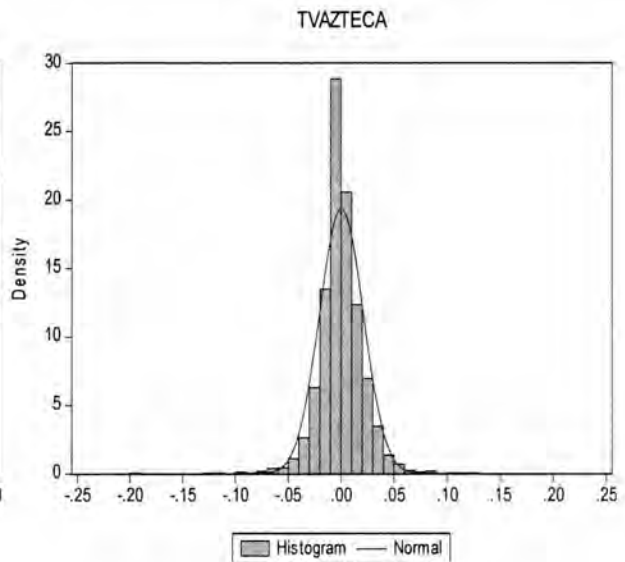
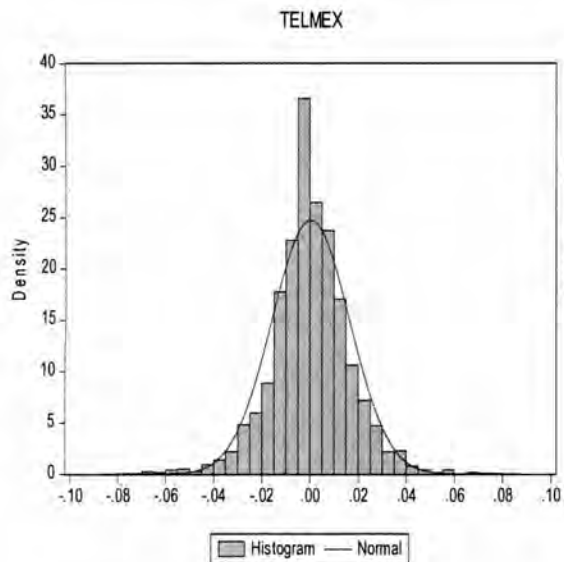
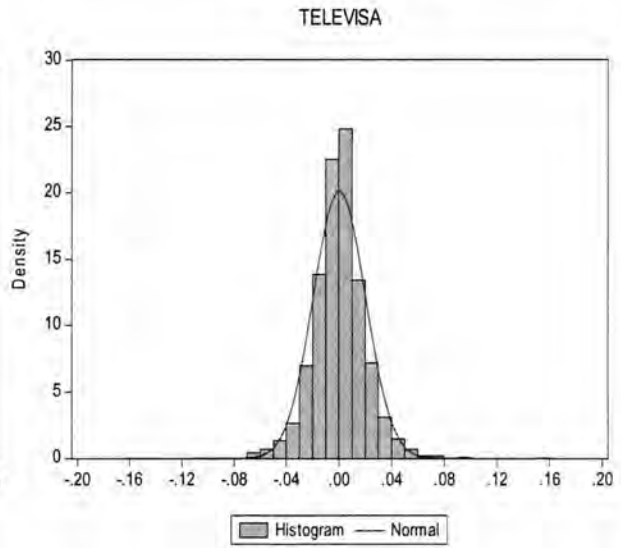
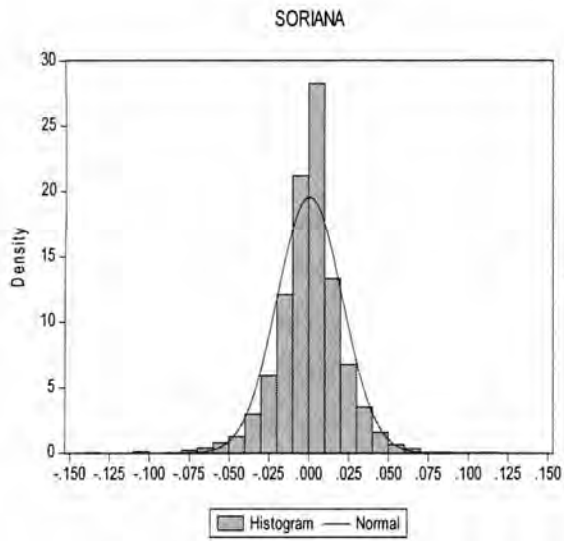
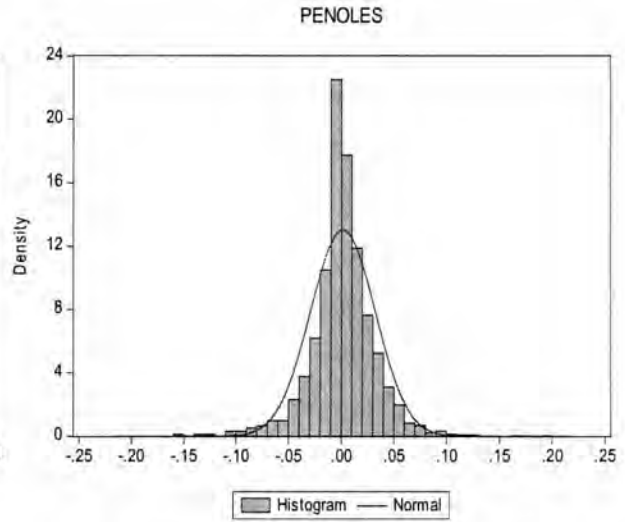
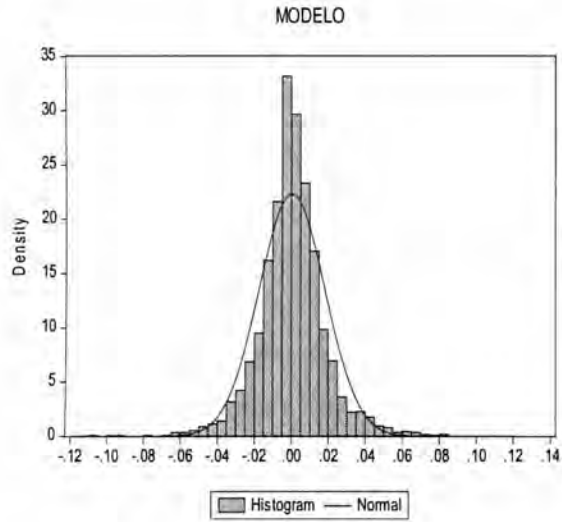


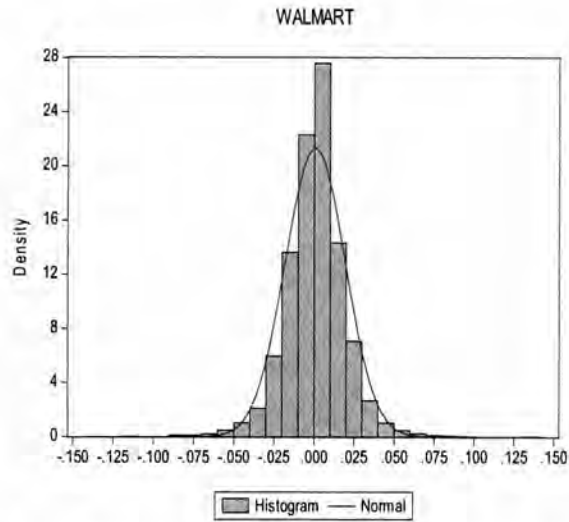
GRAFICA 4. Histograma de rendimientos de mercado diarios de México



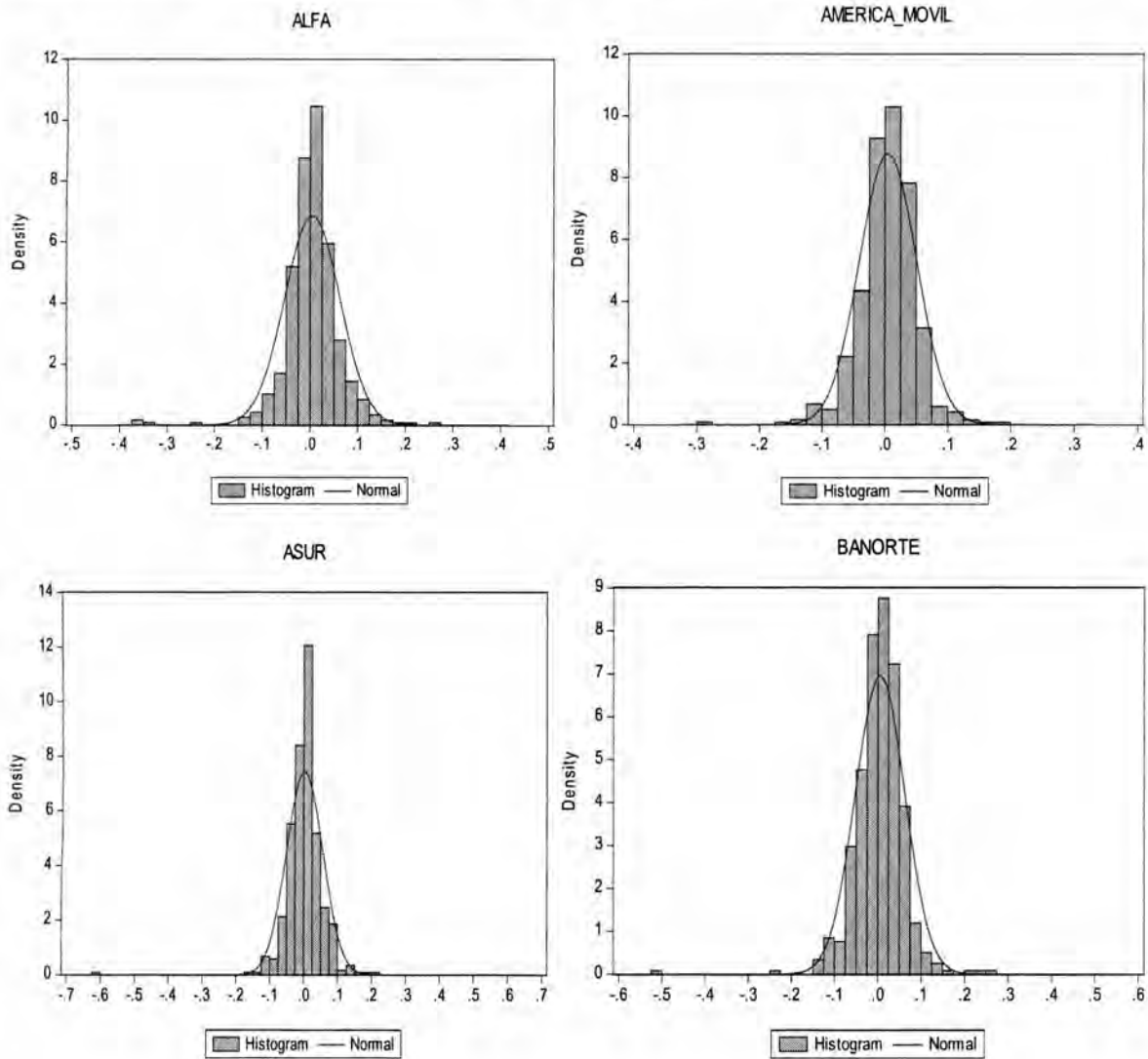




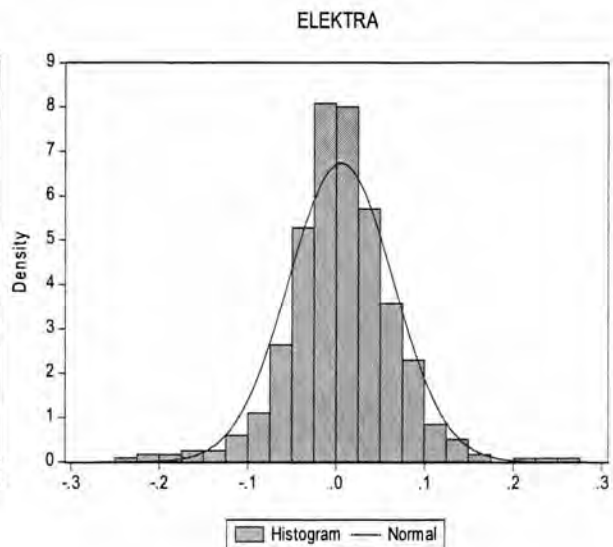
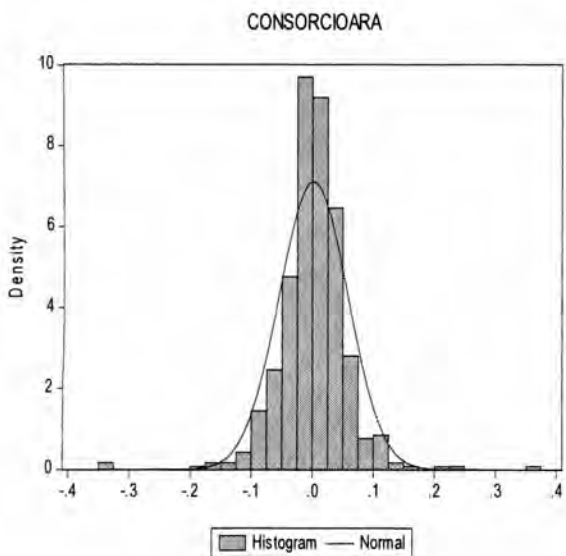
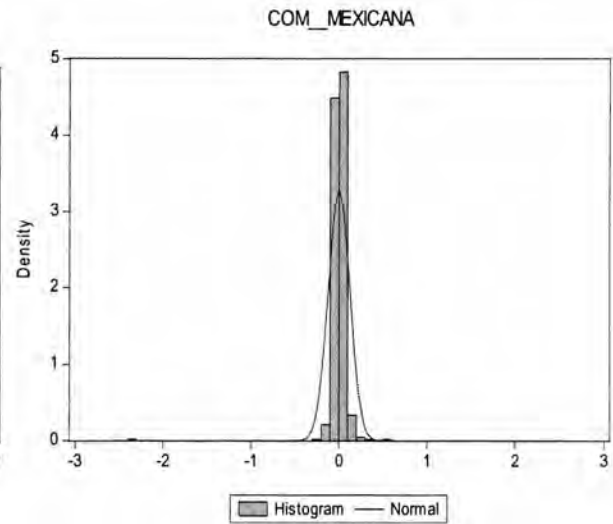
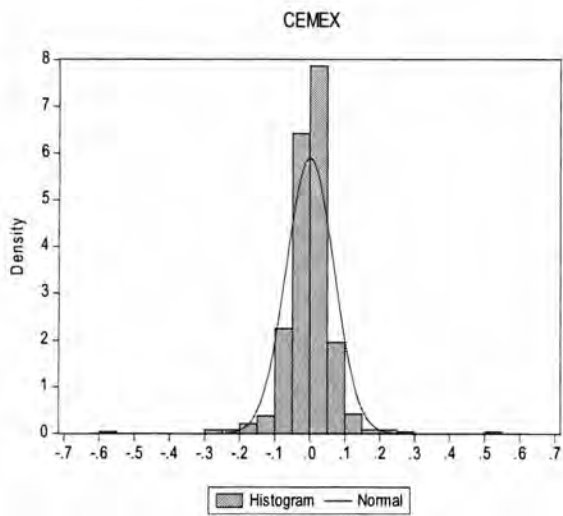
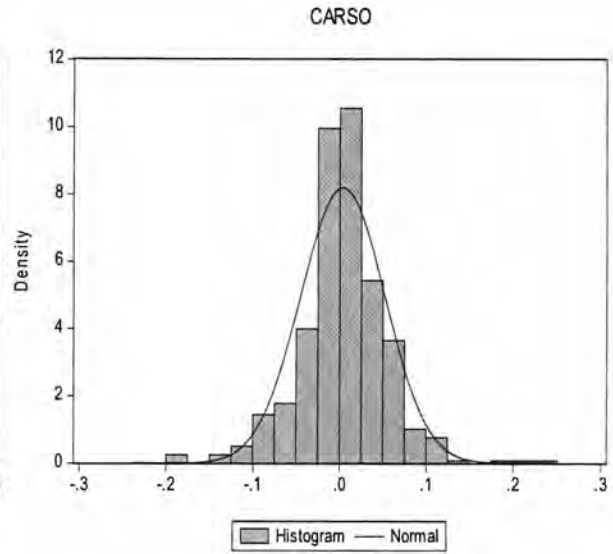
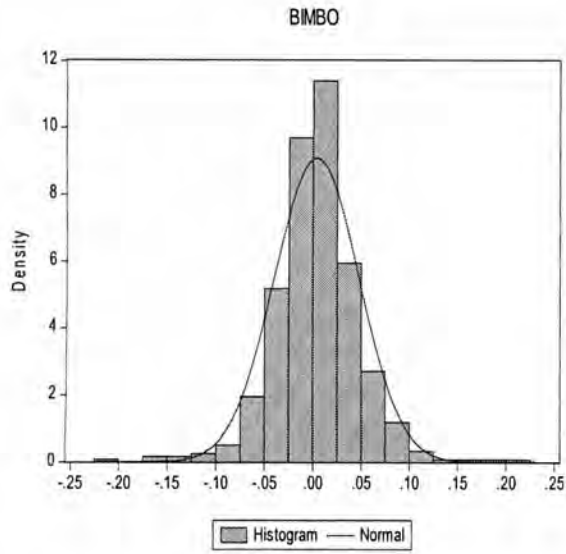


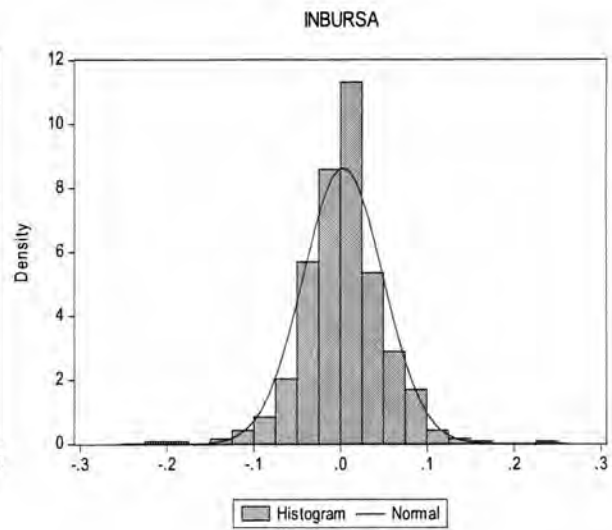
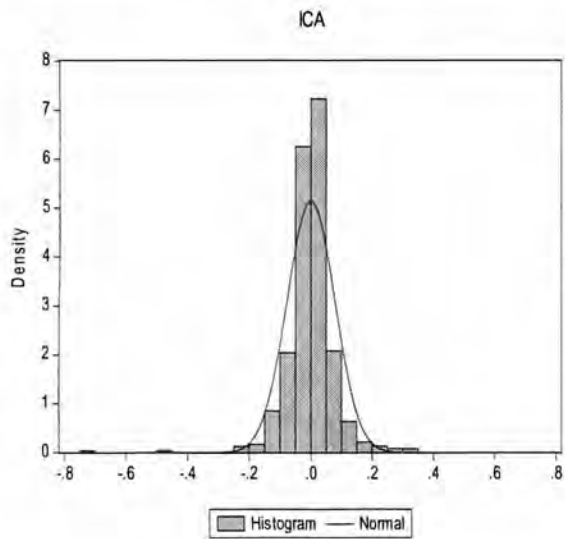
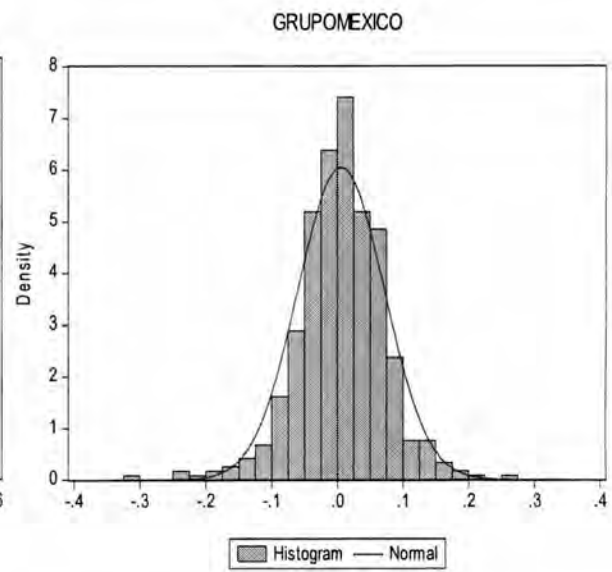
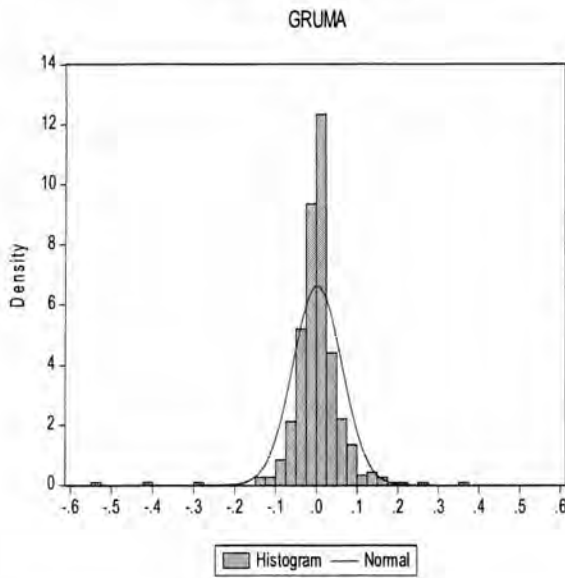
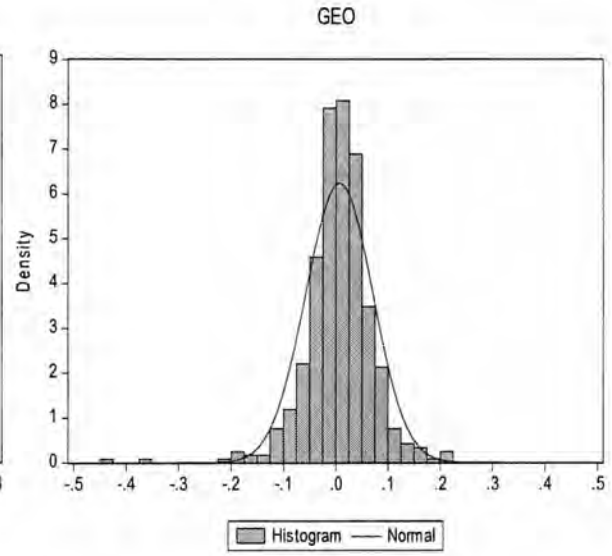
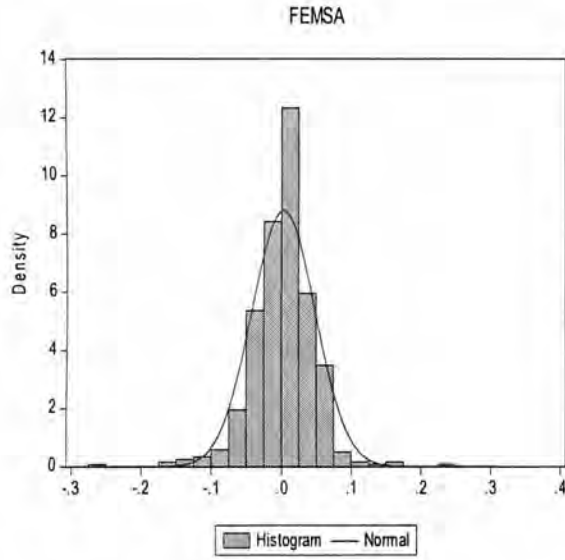


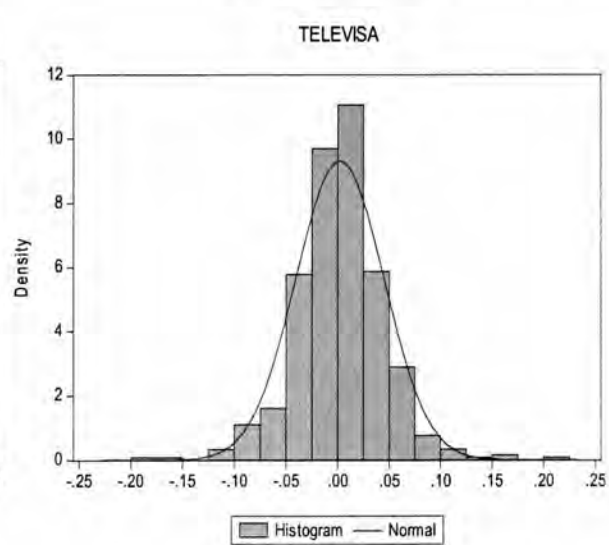
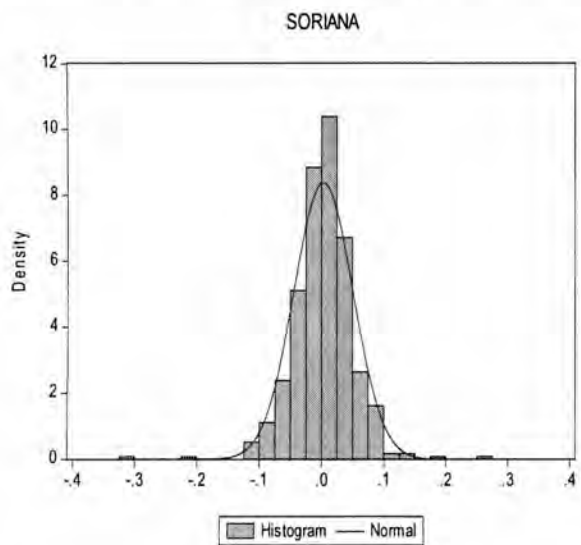
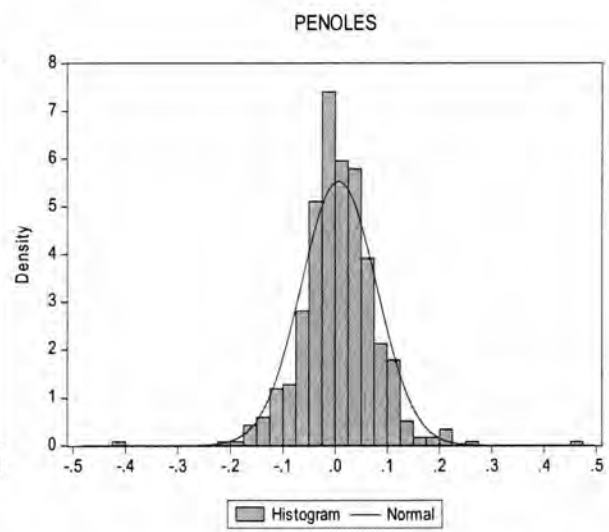
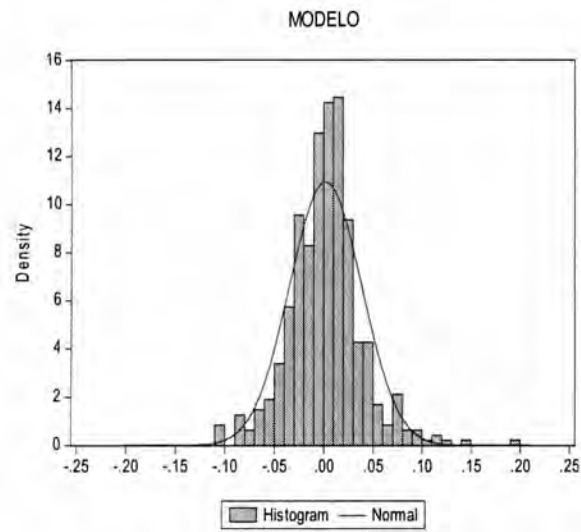
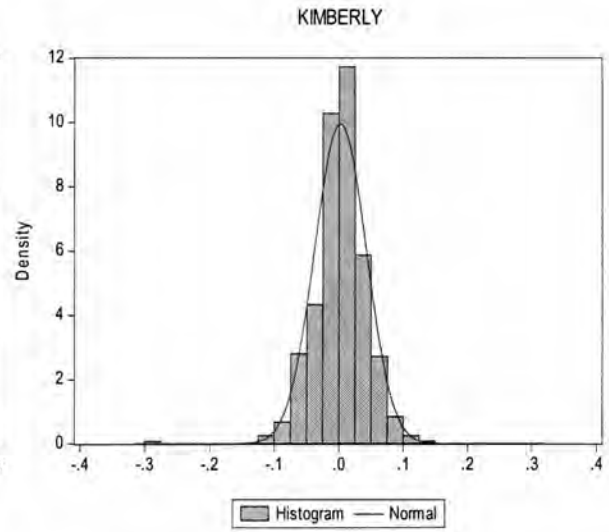
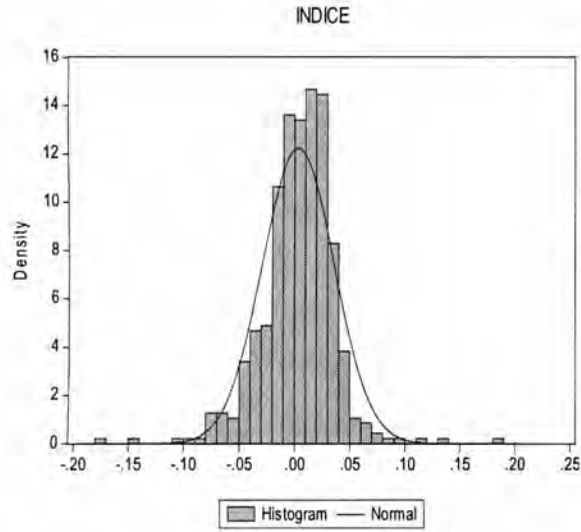
GRAFICA 5. Histograma de rendimientos de mercado semanales de México

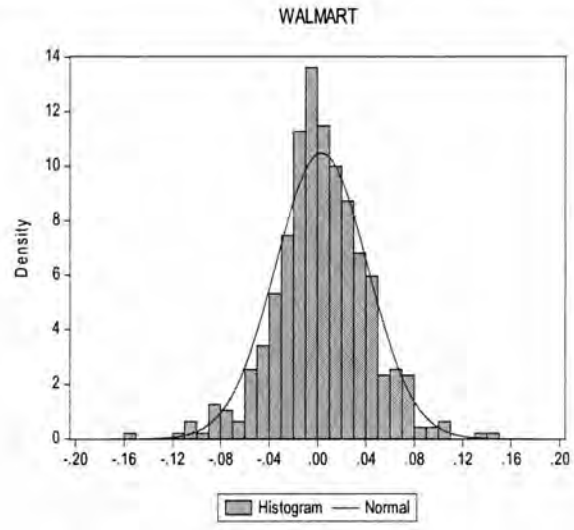
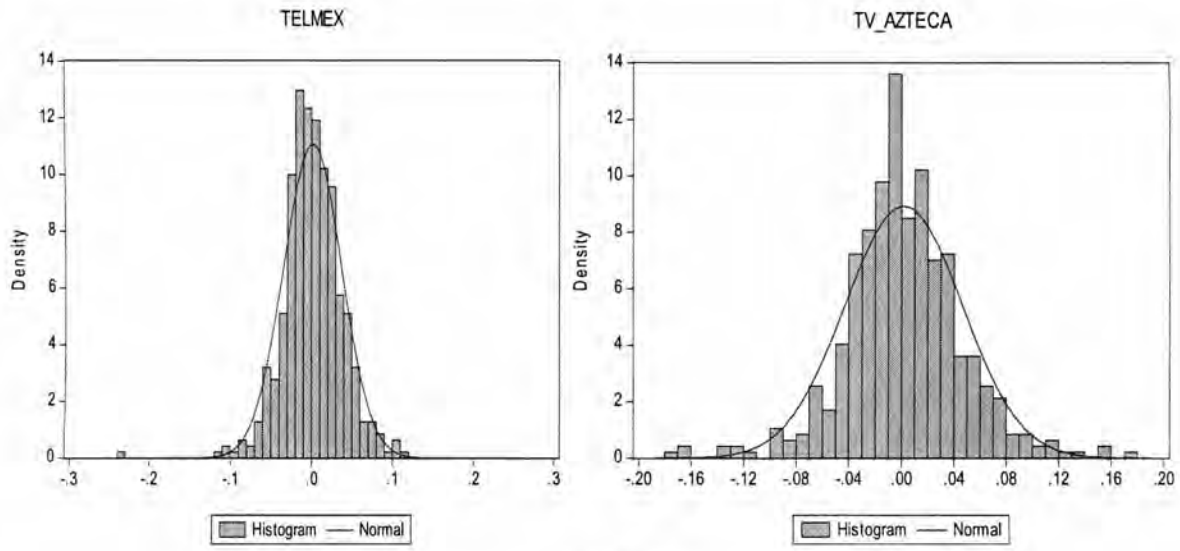




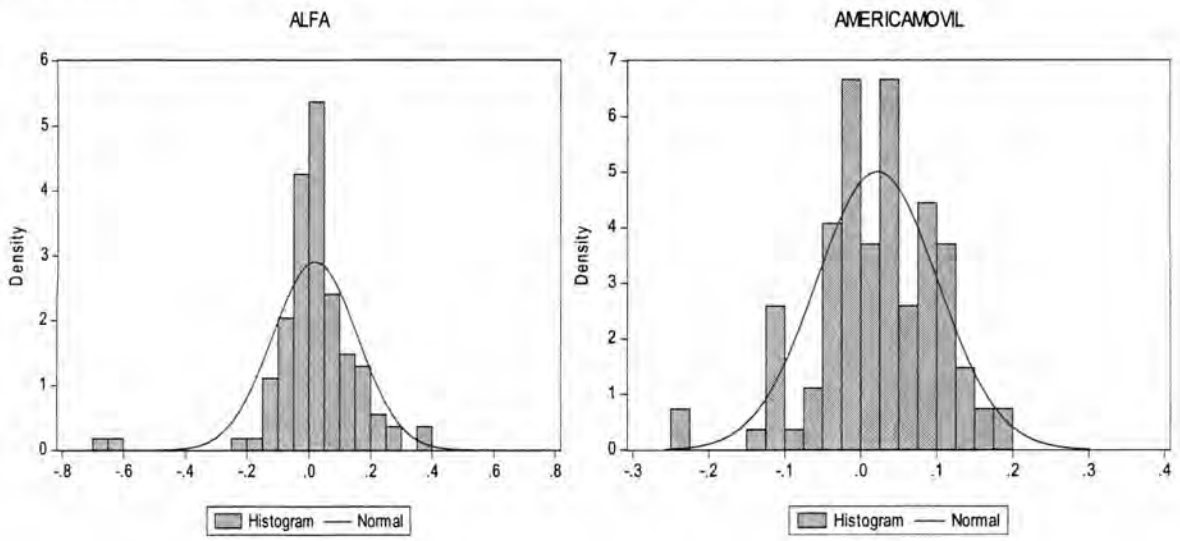


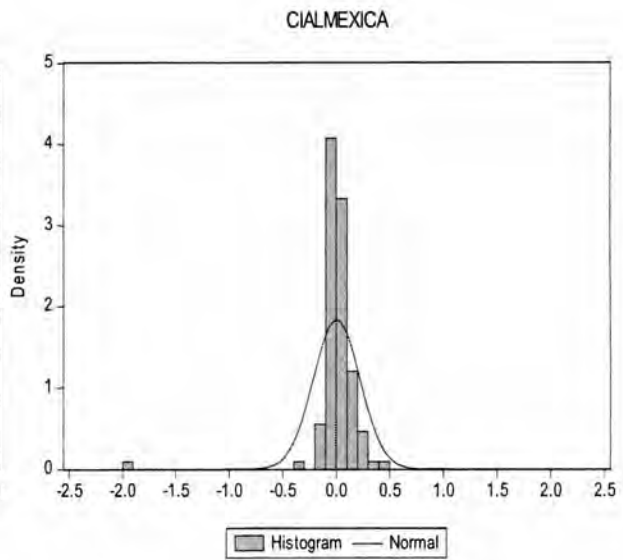
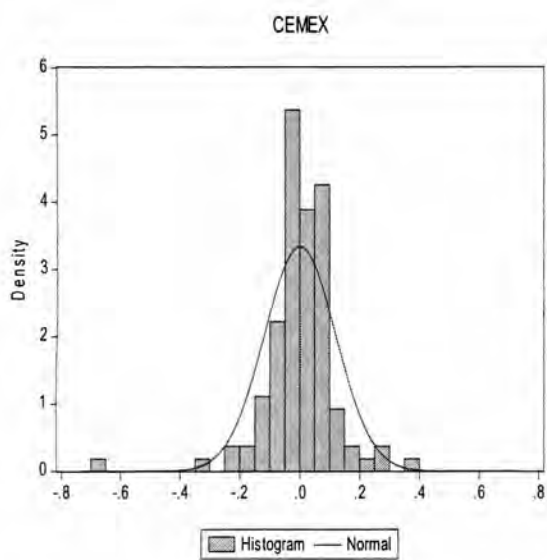
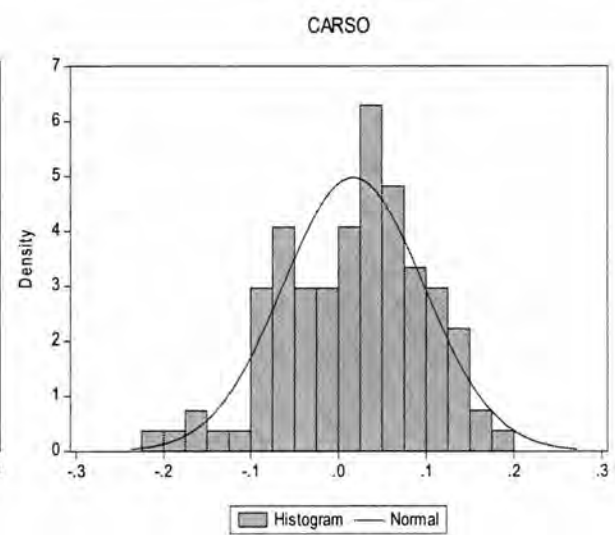
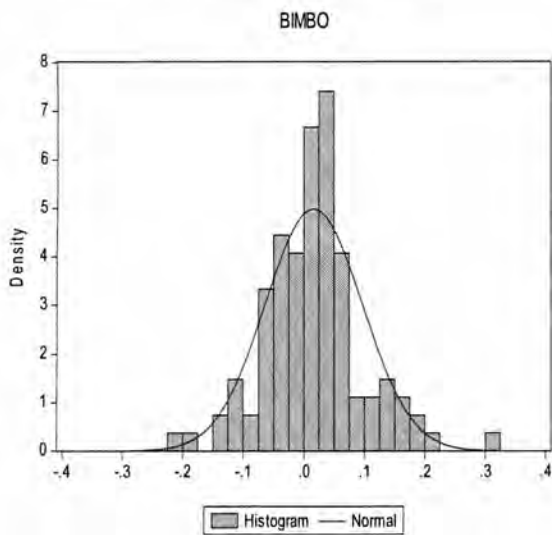
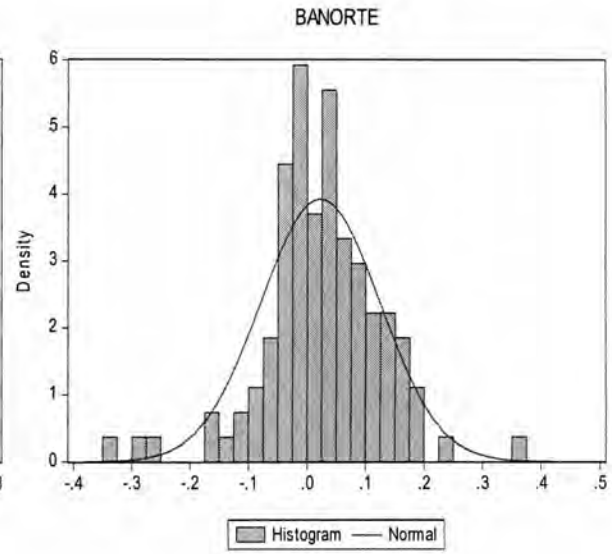
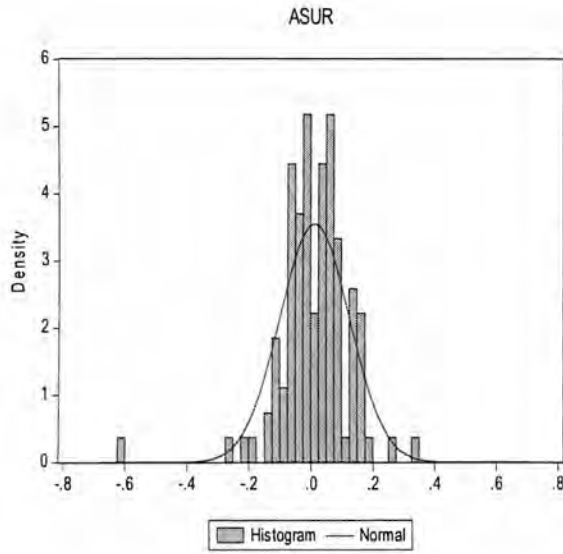


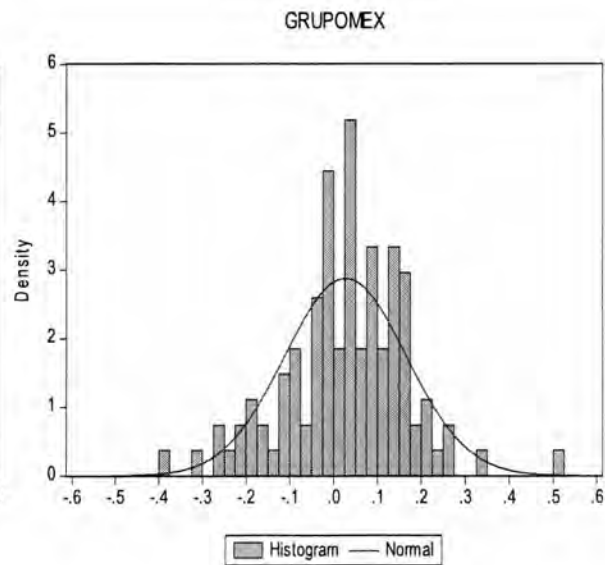
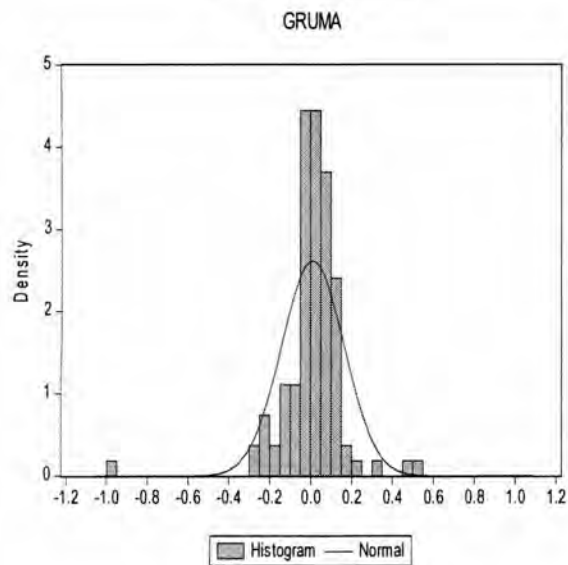
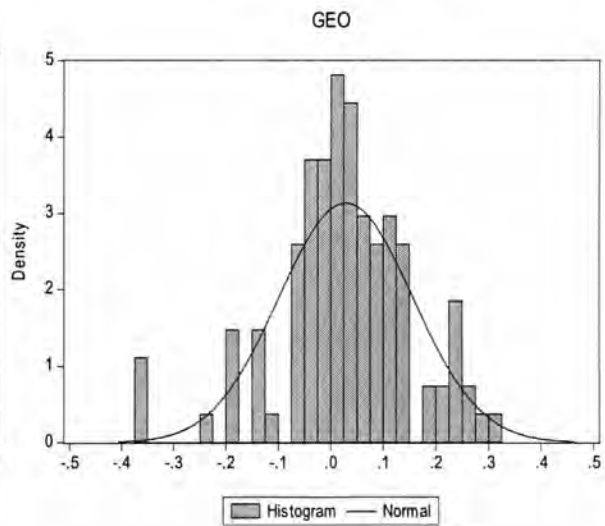
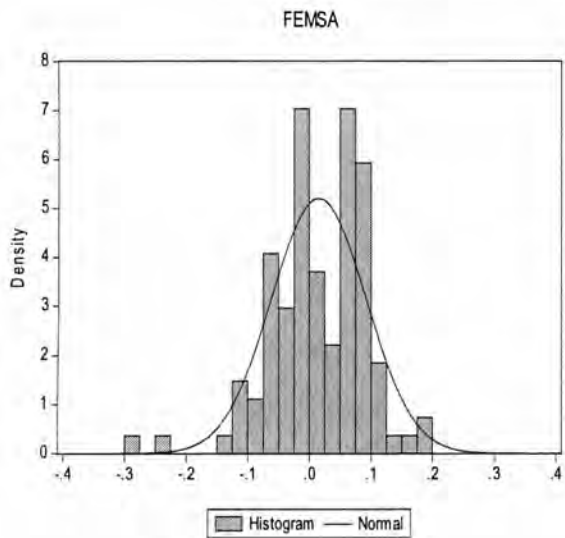
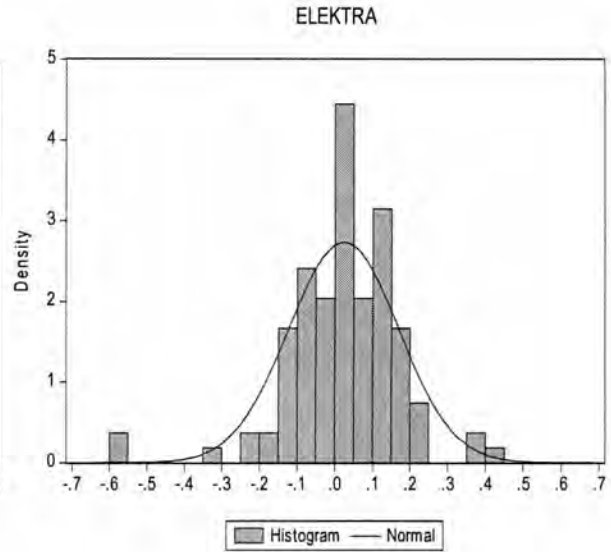
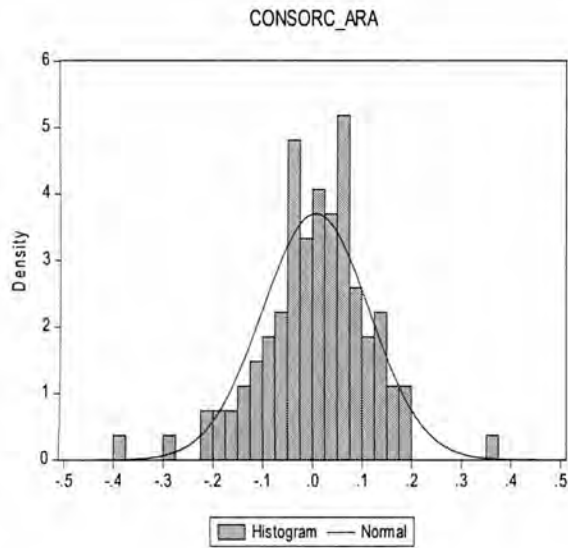


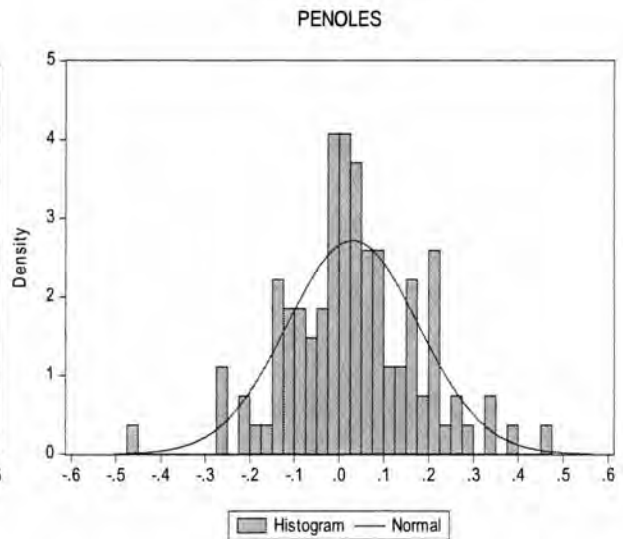
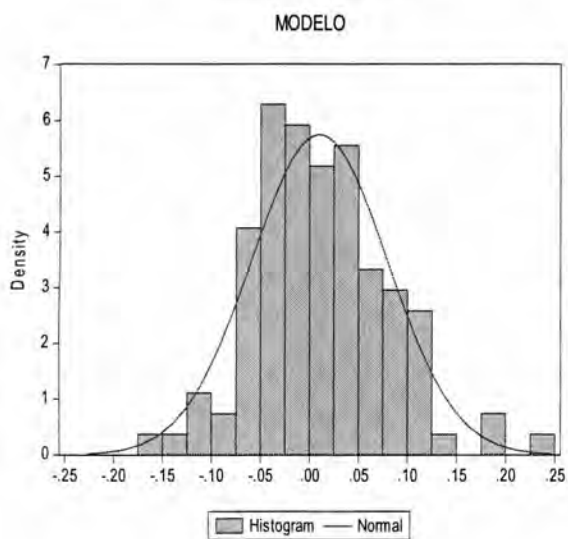
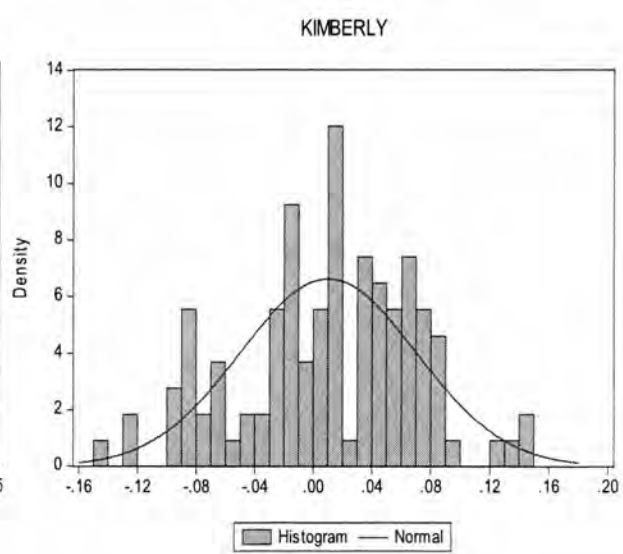
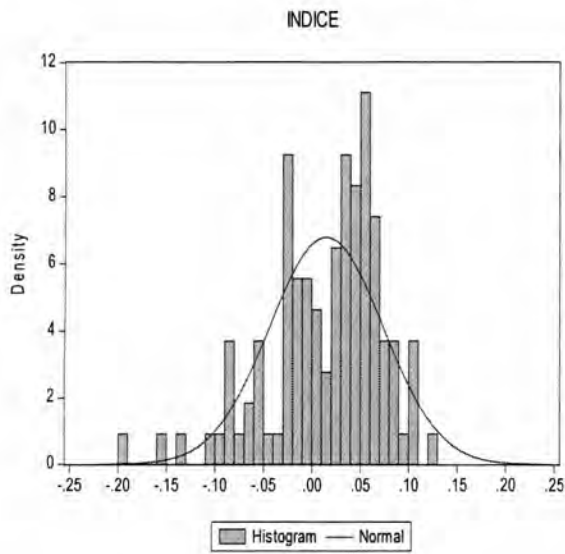
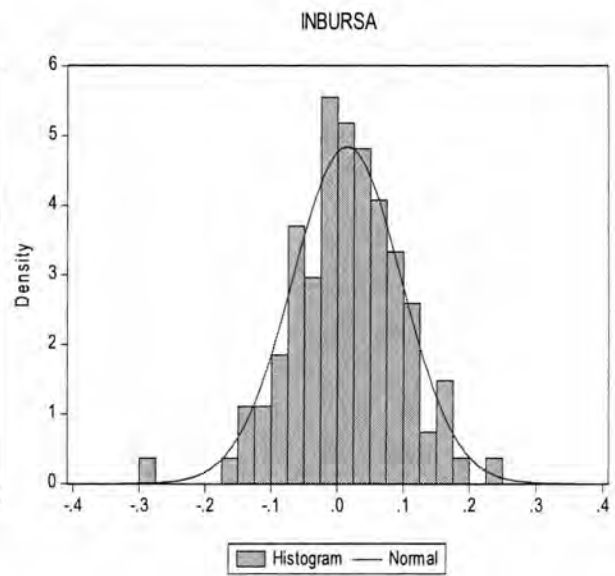
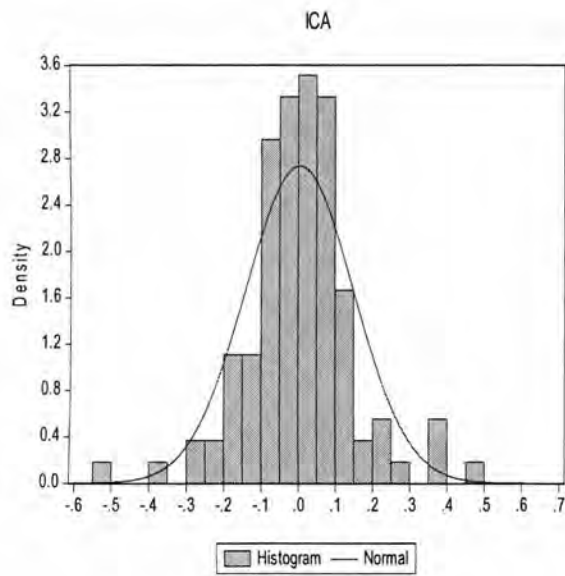


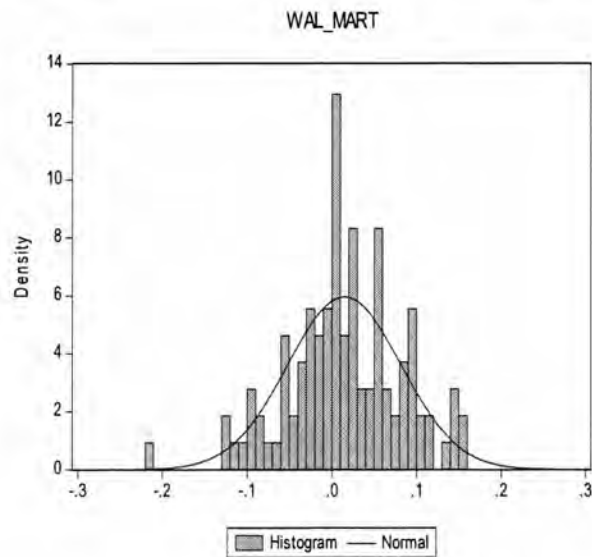
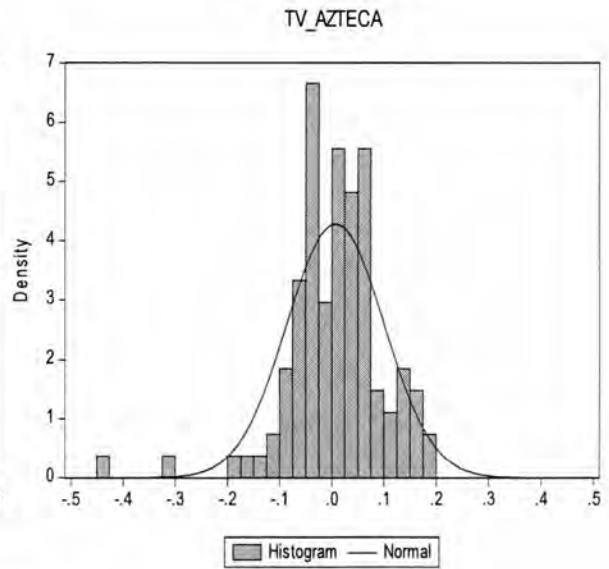
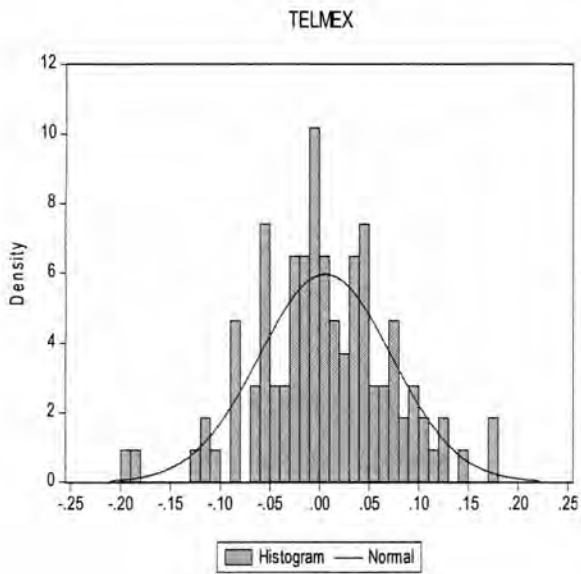
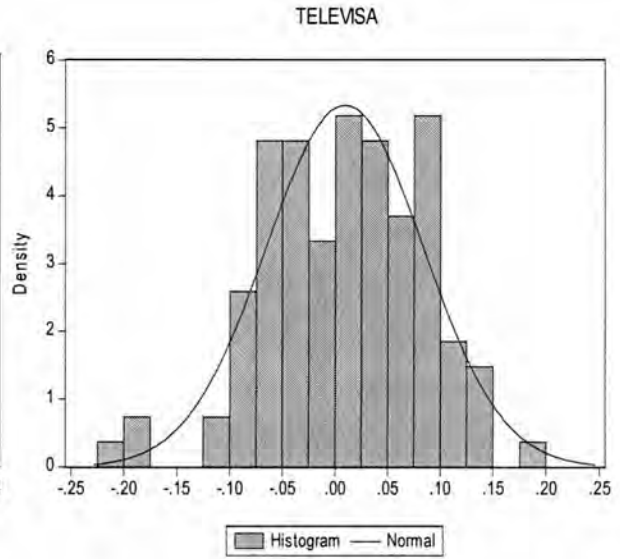
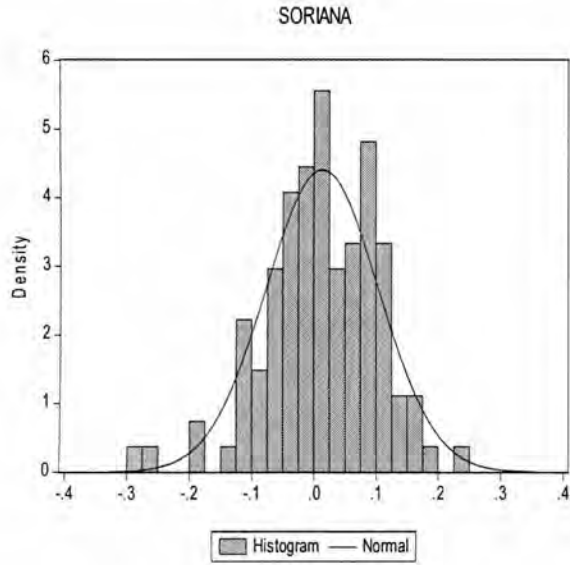
GRAFICA 6. Histograma de rendimientos de mercado mensuales de México













CUADRO 1. Correlaciones de los rendimientos semanales de Colombia

	BANBOGOTA	BANCOLOMB	CEMARGOS	CHOCOLATES	COLTEJER	CORP.FIN.CB	EXITO	FABRICATO	GRUPOAVAL	INDICE	INTERBOLSA	INVARGOS	ISA	MINEROS	ACERIAS	PFBANCOLO	SURAMERICA	TABLEMAC	VALOREM
BANBOGOTA	1.0000																		
ANCOLOMBI	0.6347	1.0000																	
CEMARGOS	0.5526	0.6177	1.0000																
CHOCOLATES	0.5463	0.5427	0.5919	1.0000															
COLTEJER	0.1581	0.1169	0.2364	0.0851	1.0000														
DRP.FIN.CBIA	0.4250	0.3873	0.3800	0.3749	0.1065	1.0000													
EXITO	0.3829	0.4877	0.4625	0.4262	0.1668	0.2875	1.0000												
FABRICATO	0.3019	0.2908	0.3542	0.2872	0.4217	0.2287	0.2341	1.0000											
GRUPOAVAL	0.5614	0.5309	0.5213	0.4642	0.1545	0.4368	0.3852	0.2372	1.0000										
INDICE	0.7092	0.8041	0.7890	0.6909	0.2189	0.4892	0.5541	0.4590	0.6029	1.0000									
INTERBOLSA	0.2693	0.1911	0.2114	0.2147	0.1281	0.1948	0.1788	0.1993	0.2197	0.2956	1.0000								
INVARGOS	0.5394	0.6163	0.7996	0.5995	0.2231	0.3862	0.4447	0.4041	0.5045	0.8227	0.2901	1.0000							
ISA	0.5003	0.5402	0.5834	0.5375	0.1485	0.3319	0.4333	0.2693	0.5022	0.6577	0.2230	0.5411	1.0000						
MINEROS	0.3243	0.2911	0.3754	0.2870	0.0988	0.2450	0.2831	0.1035	0.2249	0.3790	0.1269	0.3435	0.3031	1.0000					
ACERIAS	0.1992	0.1765	0.2055	0.2320	0.1502	0.2371	0.2225	0.2295	0.2297	0.3100	0.1511	0.2388	0.2973	0.1018	1.0000				
PFBANCOLO	0.4666	0.6983	0.4746	0.4179	0.1250	0.3099	0.3768	0.2329	0.3874	0.5992	-0.1236	0.4493	0.3595	0.2444	0.1208	1.0000			
JRAMERICAN	0.6758	0.7255	0.7262	0.6287	0.1690	0.4361	0.4875	0.3838	0.5751	0.8793	0.2316	0.7440	0.5970	0.3586	0.2664	0.5546	1.0000		
TABLEMAC	0.2658	0.2526	0.2371	0.1583	0.0220	0.1698	0.1531	0.2896	0.2207	0.3061	0.1606	0.2459	0.2330	0.1503	0.1497	0.2226	0.2705	1.0000	
VALOREM	0.2287	0.2712	0.3372	0.2319	-0.0292	0.1770	0.1867	0.1483	0.1653	0.3935	0.0571	0.3754	0.2050	0.2298	0.1479	0.1883	0.3174	0.0598	1.0000

CUADRO 2. Correlaciones de los  
rendimientos mensuales de  
Colombia

	BANBOGOTA	BANCOLOMBI	CEMARGOS	CHOCOLATES	COLTEJER	CORP.FIN.CB	EXITO	FABRICATO	GRUPOAVAL	INDICE	INTERBOLSA	INVARGOS	ISA	MINEROS	ACERIAS	PFBANCOLO	SURAMERICA	TABLEMAC	VALOREM
BANBOGOTA	1.0000																		
BANCOLOMBI	0.7194	1.0000																	
CEMARGOS	0.6445	0.7007	1.0000																
CHOCOLATES	0.5254	0.5576	0.5621	1.0000															
COLTEJER	0.2759	0.3532	0.3747	0.2151	1.0000														
DRP.FIN.CBIA	0.4798	0.3295	0.3545	0.4064	0.2022	1.0000													
EXITO	0.3602	0.4712	0.4418	0.3059	0.2380	0.1754	1.0000												
FABRICATO	0.3342	0.3998	0.4314	0.2870	0.5637	0.2446	0.3979	1.0000											
GRUPOAVAL	0.5999	0.6536	0.5289	0.3870	0.3415	0.5010	0.4252	0.3094	1.0000										
INDICE	0.7815	0.8761	0.8107	0.6200	0.3756	0.4694	0.5547	0.5376	0.6750	1.0000									
INTERBOLSA	0.3317	0.3226	0.3454	0.1551	0.3298	0.3379	0.2481	0.2751	0.3615	0.3751	1.0000								
INVARGOS	0.6953	0.7714	0.8405	0.6205	0.3570	0.4205	0.4169	0.4969	0.6276	0.8736	0.3460	1.0000							
ISA	0.5134	0.4675	0.5968	0.4462	0.2449	0.3876	0.4551	0.2408	0.5666	0.6094	0.2235	0.5168	1.0000						
MINEROS	0.3880	0.4000	0.4017	0.4525	0.2249	0.2836	0.1943	0.2604	0.2443	0.4723	0.2601	0.4422	0.3349	1.0000					
ACERIAS	0.1847	0.1534	0.1795	0.1790	0.1784	0.2518	0.1898	0.2621	0.1812	0.2906	0.1702	0.2169	0.3470	0.0749	1.0000				
PFBANCOLOM	0.6464	0.8582	0.6392	0.5005	0.3129	0.2234	0.4098	0.3496	0.5271	0.7605	0.0306	0.6944	0.4376	0.3403	0.1189	1.0000			
JRAMERICAN	0.7337	0.8418	0.7181	0.5962	0.3341	0.3850	0.4533	0.4570	0.6366	0.9168	0.3396	0.7968	0.5371	0.4002	0.2553	0.7054	1.0000		
TABLEMAC	0.3341	0.2425	0.4233	0.2639	0.4061	0.3216	0.2572	0.4685	0.3261	0.4118	0.2053	0.3904	0.3111	0.2505	0.2272	0.2288	0.2735	1.0000	

CUADRO 3. Correlaciones de los  
rendimientos semanales de México

	ALFA	AMERICAMC	ASUR	BANORTE	BIMBO	CARSO	CEMEX	CIALMEXICA	CONSORCIO	ELEKTRA	FEMSA	GEO	GRUMA	GRUPOMEXI	ICA	INBURSA	INDICE	KIMBERLY	GRUPOMOD	PEÑOLES	SORIANA	TELEvisa	TELMEX	TVAZTECA	WALMART
ALFA	1.0000																								
AMERICAMC	0.4546	1.0000																							
ASUR	0.2957	0.1314	1.0000																						
BANORTE	0.5077	0.4728	0.1823	1.0000																					
BIMBO	0.3874	0.4071	0.0385	0.3910	1.0000																				
CARSO	0.4198	0.4298	0.1742	0.5398	0.3898	1.0000																			
CEMEX	0.4705	0.5045	0.1934	0.6378	0.3756	0.4993	1.0000																		
CIALMEXICA	0.4355	0.2532	0.1040	0.5734	0.3511	0.3276	0.5367	1.0000																	
CONSORCIO	0.4667	0.4817	0.1522	0.4872	0.3719	0.4350	0.5033	0.4030	1.0000																
ELEKTRA	0.4255	0.3011	0.2156	0.3434	0.3494	0.4113	0.2947	0.1809	0.3104	1.0000															
FEMSA	0.4677	0.5420	0.2052	0.4115	0.4336	0.4087	0.4656	0.2895	0.3974	0.3252	1.0000														
GEO	0.4332	0.3857	0.1945	0.5700	0.3214	0.4500	0.5697	0.4629	0.5184	0.2673	0.3392	1.0000													
GRUMA	0.3517	0.1753	0.1691	0.3437	0.1668	0.2425	0.3698	0.3793	0.2120	0.1643	0.2270	0.2975	1.0000												
GRUPOMEXI	0.3450	0.3633	0.2521	0.4841	0.2773	0.4620	0.4635	0.3038	0.4043	0.2944	0.2937	0.4348	0.2499	1.0000											
ICA	0.5048	0.3655	0.0907	0.4890	0.3665	0.4135	0.5128	0.5366	0.4831	0.2769	0.3852	0.5074	0.2659	0.3878	1.0000										
INBURSA	0.3458	0.3265	0.0988	0.3653	0.3271	0.4860	0.3336	0.1684	0.3067	0.4047	0.3574	0.3047	0.2030	0.2824	0.3390	1.0000									
INDICE	0.6103	0.8029	0.2405	0.6993	0.5856	0.6955	0.7354	0.4203	0.6240	0.4894	0.6492	0.5910	0.3017	0.5715	0.5514	0.5400	1.0000								
KIMBERLY	0.3454	0.3935	0.1231	0.4558	0.3793	0.3504	0.4370	0.4255	0.3829	0.2446	0.4352	0.4068	0.2016	0.3385	0.3661	0.2042	0.5567	1.0000							
GRUPOMOD	0.3039	0.3805	0.2523	0.3908	0.2307	0.3730	0.3731	0.2443	0.3550	0.2503	0.4810	0.3539	0.2484	0.3344	0.2122	0.2412	0.5176	0.3376	1.0000						
PEÑOLES	0.2235	0.3243	0.1453	0.3334	0.2862	0.3402	0.3243	0.1587	0.3687	0.2336	0.2429	0.3370	0.0248	0.3521	0.2552	0.2957	0.4794	0.2922	0.2117	1.0000					
SORIANA	0.4757	0.4330	0.2253	0.4770	0.4588	0.4724	0.4504	0.3611	0.4872	0.3612	0.4037	0.4228	0.1720	0.3481	0.4021	0.3855	0.6438	0.3341	0.3658	0.3719	1.0000				
TELEvisa	0.4218	0.5958	0.1399	0.4587	0.4225	0.4402	0.5255	0.2606	0.4195	0.3096	0.5201	0.3811	0.1637	0.3185	0.3759	0.3693	0.7357	0.4251	0.3435	0.2450	0.4683	1.0000			
TELMEX	0.3694	0.5206	0.1686	0.3699	0.3232	0.4245	0.4015	0.1189	0.3027	0.2648	0.4431	0.2699	0.1144	0.2562	0.2523	0.2525	0.6595	0.3689	0.3552	0.2274	0.3623	0.5176	1.0000		
TVAZTECA	0.3698	0.3613	0.2696	0.3759	0.3934	0.4080	0.3393	0.1957	0.3196	0.4553	0.3734	0.3393	0.1260	0.3536	0.2522	0.2741	0.5416	0.3195	0.3238	0.2521	0.3954	0.5106	0.3861	1.0000	
WALMART	0.3051	0.4446	0.1740	0.4287	0.3856	0.4477	0.3812	0.1187	0.3289	0.2969	0.3408	0.3731	0.1525	0.3652	0.2703	0.3394	0.6903	0.3497	0.3339	0.2852	0.4523	0.5329	0.4552	0.3925	1.0000

CUADRO 4. Correlaciones  
de los rendimientos  
mensuales de México

	ALFA	AMERICAMC	ASUR	BANORTE	BIMBO	CARSO	CEMEX	CIALMEXICA	CONSORCIO	ELEKTRA	FEMSA	GEO	GRUMA	GRUPOMEXI	ICA	INBURSA	INDICE	KIMBERLY	GRUPOMOD	PEÑOLES	SORIANA	TELEvisa	TELMEX	TVAZTECA	WALMART
ALFA	1.0000																								
AMERICAMC	0.5007	1.0000																							
ASUR	0.6138	0.3675	1.0000																						
BANORTE	0.7065	0.4939	0.5113	1.0000																					
BIMBO	0.3077	0.3220	0.0968	0.4004	1.0000																				
CARSO	0.4817	0.4131	0.4369	0.5161	0.4117	1.0000																			
CEMEX	0.6496	0.6144	0.4045	0.6540	0.3801	0.4435	1.0000																		
CIALMEXICA	0.6199	0.4724	0.3709	0.5648	0.3281	0.4321	0.6832	1.0000																	
CONSORCIO	0.5663	0.5893	0.3598	0.6014	0.2818	0.5071	0.5061	0.3560	1.0000																
ELEKTRA	0.4471	0.2999	0.4315	0.4412	0.3485	0.4334	0.2718	0.2646	0.3841	1.0000															
FEMSA	0.6560	0.5396	0.5178	0.4960	0.3697	0.4901	0.5500	0.4322	0.4764	0.4739	1.0000														
GEO	0.5918	0.4686	0.4712	0.5566	0.2691	0.5386	0.5379	0.5074	0.5966	0.2473	0.4382	1.0000													
GRUMA	0.6009	0.4494	0.2708	0.6004	0.3246	0.4215	0.5880	0.6980	0.5090	0.2493	0.4189	0.5166	1.0000												
GRUPOMEXI	0.4336	0.3728	0.3225	0.4686	0.2123	0.4471	0.2969	0.2309	0.4430	0.2996	0.4267	0.2522	0.3134	1.0000											
ICA	0.4518	0.4236	0.3871	0.4290	0.1821	0.4581	0.4293	0.4865	0.3917	0.3272	0.4412	0.4509	0.4119	0.3349	1.0000										
INBURSA	0.3670	0.4519	0.3828	0.3953	0.2733	0.5000	0.2633	0.3138	0.3475	0.4493	0.4191	0.3429	0.2331	0.2951	0.4234	1.0000									
INDICE	0.7069	0.7983	0.5606	0.7510	0.5437	0.6826	0.7388	0.5888	0.6948	0.5499	0.7163	0.5894	0.5845	0.5205	0.5383	0.5895	1.0000								
KIMBERLY	0.2628	0.3791	0.2904	0.2919	0.3905	0.2361	0.2796	0.2793	0.3575	0.1658	0.3279	0.2973	0.2899	0.0890	0.2187	0.2602	0.4577	1.0000							
GRUPOMOD	0.4693	0.3697	0.4218	0.4688	0.2011	0.3798	0.3963	0.3363	0.5122	0.3311	0.5191	0.3638	0.4106	0.3861	0.2476	0.2924	0.5725	0.2000	1.0000						
PEÑOLES	0.2826	0.3331	0.2279	0.4507	0.1217	0.2337	0.2945	0.2182	0.3895	0.3034	0.2112	0.2357	0.2488	0.4512	0.2533	0.1531	0.4684	0.1867	0.3516	1.0000					
SORIANA	0.5672	0.5226	0.5967	0.5970	0.3379	0.5488	0.5398	0.4334	0.5483	0.5680	0.5507	0.5682	0.4033	0.4093	0.4235	0.5206	0.7536	0.3913	0.5109	0.3791	1.0000				
TELEvisa	0.4800	0.6729	0.4638	0.4700	0.4067	0.4205	0.4532	0.2906	0.5260	0.3997	0.4884	0.4794	0.3111	0.2849	0.3691	0.5677	0.7252	0.3810	0.3542	0.2424	0.5456	1.0000			
TELMEX	0.4322	0.4463	0.3211	0.3941	0.4166	0.3362	0.5722	0.3796	0.2945	0.2756	0.3588	0.2767	0.2571	0.0579	0.2749	0.2807	0.6197	0.3277	0.3272	0.2263	0.4167	0.4361	1.0000		
TVAZTECA	0.5163	0.4045	0.4183	0.4706	0.3323	0.4009	0.3085	0.2927	0.3690	0.4900	0.4671	0.4186	0.1973	0.2464	0.1871	0.4078	0.5284	0.2267	0.3024	0.2160	0.4538	0.6240	0.3280	1.0000	
WALMART	0.4308	0.4277	0.4233	0.5292	0.3913	0.5165	0.3747	0.3661	0.4896	0.4395	0.4547	0.3551	0.3204	0.2742	0.2846	0.4699	0.7295	0.3969	0.3587	0.3161	0.6080	0.4739	0.4060	0.3934	1.0000

CUADRO 5. Tau a y b de  
Kendall de los rendimientos  
semanales de Colombia

	BANBOGOTA	BANCOLOME	CEMARGOS	CHOCOLATES	COLTEJER	CORP.FIN.CB	EXITO	FABRICATO	GRUPOAVAL	INDICE	INTERBOLSA	INVARGOS	ISA	MINEROS	ACERIAS	PFBANCOLO	SURAMERICA	TABLEMAC	VALOREM
BANBOGOTA	1.0000																		
	0.9976																		
BANCOLOME	0.4101	1.0000																	
	0.4095	0.9995																	
CEMARGOS	0.3102	0.3789	1.0000																
	0.3092	0.3781	0.9962																
CHOCOLATES	0.2967	0.3405	0.3628	1.0000															
	0.2961	0.3401	0.3618	0.9981															
COLTEJER	0.0693	0.0882	0.1702	0.0782	1.0000														
	0.0648	0.0825	0.1590	0.0732	0.8769														
CORP.FIN.CB	0.2855	0.3071	0.2976	0.2343	0.1073	1.0000													
	0.2723	0.2932	0.2836	0.2235	0.0960	0.9117													
EXITO	0.1910	0.2973	0.2793	0.2729	0.0782	0.2017	1.0000												
	0.1897	0.2956	0.2773	0.2711	0.0728	0.1916	0.9893												
FABRICATO	0.1468	0.1543	0.1838	0.1362	0.2800	0.1758	0.1099	1.0000											
	0.1454	0.1530	0.1819	0.1350	0.2600	0.1665	0.1084	0.9837											
GRUPOAVAL	0.2964	0.2797	0.2740	0.2148	0.1197	0.3371	0.2092	0.1112	1.0000										
	0.2884	0.2725	0.2665	0.2091	0.1092	0.3136	0.2028	0.1075	0.9494										
INDICE	0.4399	0.5681	0.5469	0.4529	0.1823	0.3947	0.3538	0.2815	0.3490	1.0000									
	0.4394	0.5679	0.5459	0.4525	0.1707	0.3769	0.3519	0.2792	0.3400	1.0000									
INTERBOLSA	0.1682	0.1712	0.1884	0.1383	0.1329	0.1799	0.0831	0.1364	0.1578	0.2110	1.0000								
	0.1565	0.1595	0.1752	0.1287	0.1159	0.1600	0.0770	0.1261	0.1432	0.1965	0.8680								
INVARGOS	0.3188	0.4131	0.5624	0.3943	0.1561	0.2878	0.3094	0.2232	0.2876	0.5912	0.2039	1.0000							
	0.3180	0.4125	0.5606	0.3934	0.1460	0.2744	0.3074	0.2211	0.2799	0.5905	0.1897	0.9975							
ISA	0.3047	0.3613	0.3983	0.3043	0.0999	0.2918	0.2685	0.1697	0.2982	0.4808	0.1755	0.3756	1.0000						
	0.3039	0.3606	0.3969	0.3035	0.0934	0.2782	0.2666	0.1680	0.2900	0.4800	0.1632	0.3745	0.9966						
MINEROS	0.1736	0.1771	0.2161	0.1838	0.0564	0.1480	0.1606	0.0289	0.1576	0.2254	0.0956	0.1893	0.1766	1.0000					
	0.1679	0.1715	0.2089	0.1778	0.0511	0.1368	0.1547	0.0277	0.1487	0.2183	0.0863	0.1831	0.1708	0.9380					
ACERIAS	0.1573	0.1477	0.1846	0.1320	0.1754	0.2112	0.1558	0.2103	0.1739	0.2676	0.1517	0.2019	0.2184	0.0923	1.0000				
	0.1498	0.1407	0.1757	0.1257	0.1565	0.1923	0.1477	0.1989	0.1615	0.2552	0.1347	0.1922	0.2078	0.0852	0.9089				
PFBANCOLO	0.3205	0.5886	0.3278	0.3086	0.1049	0.2791	0.2489	0.1270	0.2417	0.4717	0.1219	0.3404	0.2914	0.1741	0.1593	1.0000			
	0.3187	0.5857	0.3257	0.3069	0.0978	0.2653	0.2464	0.1254	0.2345	0.4696	0.1131	0.3384	0.2896	0.1679	0.1512	0.9909			
SURAMERICA	0.3999	0.4787	0.4786	0.3874	0.1430	0.3156	0.2836	0.2138	0.3279	0.6629	0.1718	0.5020	0.4242	0.1879	0.2089	0.4048	1.0000		
	0.3992	0.4784	0.4775	0.3869	0.1339	0.3012	0.2820	0.2120	0.3193	0.6626	0.1600	0.5012	0.4233	0.1819	0.1991	0.4028	0.9991		
TABLEMAC	0.1909	0.1692	0.1986	0.1401	0.1439	0.1878	0.1109	0.2484	0.1275	0.2483	0.0928	0.1745	0.1831	0.1066	0.2216	0.2071	0.2076	1.0000	
	0.1877	0.1665	0.1952	0.1378	0.1327	0.1766	0.1086	0.2426	0.1223	0.2445	0.0851	0.1716	0.1800	0.1017	0.2080	0.2030	0.2043	0.9696	
VALOREM	0.1583	0.1985	0.2278	0.1477	0.0683	0.1575	0.1583	0.1233	0.1274	0.2625	0.0927	0.2322	0.1756	0.1340	0.1081	0.1446	0.2122	0.1089	1.0000
	0.1569	0.1969	0.2256	0.1465	0.0634	0.1492	0.1562	0.1214	0.1232	0.2605	0.0857	0.2301	0.1740	0.1288	0.1023	0.1428	0.2105	0.1065	0.9847

CUADRO 6. Tau a y b de Kendall  
de los rendimientos mensuales  
de Colombia

	BANBOGOTA	BANCOLOME	CEMARGOS	CHOCOLATE	COLTEJER	CORP.FIN.CB	EXITO	FABRICATO	GRUPOAVAL	INDICE	INTERBOLSA	INVARGOS	ISA	MINEROS	ACERIAS	PFBANCOLO	SURAMERICA	TABLEMAC	VALOREM
BANBOGOTA	1.0000																		
	0.9998																		
BANCOLOME	0.5391	1.0000																	
	0.5389	0.9995																	
CEMARGOS	0.4691	0.4650	1.0000																
	0.4690	0.4649	0.9998																
CHOCOLATE	0.4183	0.4323	0.4440	1.0000															
	0.4183	0.4322	0.4439	1.0000															
COLTEJER	0.1831	0.2399	0.2221	0.1791	1.0000														
	0.1822	0.2387	0.2210	0.1783	0.9903														
CORP.FIN.CB	0.3339	0.2875	0.2883	0.2750	0.1608	1.0000													
	0.3271	0.2816	0.2825	0.2695	0.1568	0.9600													
EXITO	0.2408	0.3161	0.2623	0.2555	0.1401	0.2700	1.0000												
	0.2406	0.3157	0.2620	0.2553	0.1393	0.2643	0.9981												
FABRICATO	0.2148	0.2699	0.2033	0.1630	0.3757	0.1843	0.2538	1.0000											
	0.2146	0.2696	0.2032	0.1629	0.3737	0.1805	0.2534	0.9988											
GRUPOAVAL	0.4025	0.4713	0.3869	0.3259	0.3011	0.4568	0.2885	0.1984	1.0000										
	0.4012	0.4697	0.3856	0.3249	0.2987	0.4462	0.2873	0.1976	0.9936										
INDICE	0.5682	0.6739	0.5838	0.4926	0.2908	0.3973	0.3740	0.3541	0.4964	1.0000									
	0.5682	0.6738	0.5838	0.4926	0.2894	0.3892	0.3737	0.3539	0.4948	1.0000									
INTERBOLSA	0.1712	0.2087	0.1546	0.1311	0.1564	0.1680	0.1977	0.1068	0.2338	0.2261	1.0000								
	0.1677	0.2044	0.1514	0.1284	0.1525	0.1613	0.1935	0.1045	0.2283	0.2215	0.9598								
INVARGOS	0.4854	0.5533	0.6502	0.4768	0.2492	0.3452	0.2568	0.2892	0.4654	0.6731	0.1882	1.0000							
	0.4853	0.5531	0.6501	0.4768	0.2480	0.3382	0.2565	0.2890	0.4638	0.6731	0.1843	0.9998							
ISA	0.3469	0.3601	0.4023	0.3211	0.2089	0.3074	0.2952	0.1940	0.4112	0.4651	0.1578	0.3905	1.0000						
	0.3468	0.3600	0.4022	0.3210	0.2079	0.3011	0.2949	0.1938	0.4098	0.4650	0.1546	0.3904	0.9998						
MINEROS	0.2532	0.2997	0.2431	0.2835	0.1114	0.1070	0.1659	0.1471	0.2141	0.3203	0.2040	0.2657	0.1741	1.0000					
	0.2525	0.2989	0.2425	0.2828	0.1106	0.1045	0.1653	0.1466	0.2129	0.3195	0.1994	0.2650	0.1736	0.9948					
ACERIAS	0.1981	0.2509	0.2180	0.1550	0.2491	0.1642	0.1923	0.3106	0.2350	0.3153	0.1373	0.2463	0.2561	0.0900	1.0000				
	0.1963	0.2485	0.2160	0.1535	0.2456	0.1594	0.1904	0.3075	0.2321	0.3124	0.1333	0.2440	0.2537	0.0890	0.9815				
PFBANCOLO	0.4956	0.7494	0.4468	0.3984	0.2341	0.2655	0.3019	0.2615	0.4558	0.6087	0.1664	0.4939	0.3643	0.2855	0.2462	1.0000			
	0.4952	0.7485	0.4463	0.3981	0.2328	0.2600	0.3013	0.2612	0.4540	0.6082	0.1629	0.4934	0.3640	0.2845	0.2437	0.9983			
SURAMERICA	0.5024	0.6223	0.5554	0.4877	0.2824	0.3390	0.3276	0.3053	0.4745	0.7432	0.2099	0.5997	0.4090	0.2707	0.2434	0.5630	1.0000		
	0.5024	0.6222	0.5554	0.4877	0.2811	0.3321	0.3273	0.3051	0.4730	0.7432	0.2056	0.5997	0.4090	0.2700	0.2411	0.5625	1.0000		
TABLEMAC	0.2725	0.2286	0.2701	0.2076	0.2946	0.2886	0.2412	0.3424	0.3057	0.3455	0.1606	0.2961	0.2074	0.1806	0.3651	0.2455	0.2769	1.0000	
	0.2722	0.2283	0.2698	0.2073	0.2928	0.2825	0.2407	0.3418	0.3044	0.3451	0.1571	0.2958	0.2072	0.1800	0.3614	0.2451	0.2766	0.9979	
VALOREM	0.2316	0.2081	0.2510	0.1785	0.0120	0.1339	0.1650	0.2020	0.1744	0.2602	0.1687	0.2642	0.1669	0.1484	0.1936	0.1620	0.2117	0.2411	1.0000
	0.2316	0.2080	0.2510	0.1784	0.0119	0.1312	0.1648	0.2018	0.1738	0.2601	0.1653	0.2641	0.1668	0.1480	0.1918	0.1618	0.2117	0.2407	0.9995

CUADRO 7. Tau a y b de Kendall de los rendimientos semanales de México

	ALFA	AMERICAMC	ASUR	BANORTE	BIMBO	CARSO	CEMEX	CIAMERICA	CONSORCIO	ELEKTRA	FEMSA	GEO	GRUMA	GRUPOMEXI	ICA	INBURSA	INDICE	KIMBERLY	GRUPMOD	PEÑÓLES	SORIANA	TELEvisa	TELMEK	TVAZTECA	WALMART
ALFA	1.0000																								
AMERICAMC	0.2845	1.0000																							
ASUR	0.2156	0.1542	1.0000																						
BANORTE	0.2671	0.3154	0.1215	1.0000																					
BIMBO	0.2277	0.2476	0.1247	0.1883	1.0000																				
CARSO	0.2158	0.2894	0.0954	0.2869	0.2394	1.0000																			
CEMEX	0.3018	0.3913	0.1759	0.3190	0.2431	0.2762	1.0000																		
CIAMERICA	0.3017	0.3912	0.1753	0.3190	0.2431	0.2762	1.0000																		
CONSORCIO	0.2573	0.2685	0.1309	0.2932	0.2115	0.2609	0.2584	1.0000																	
ELEKTRA	0.2483	0.1876	0.1233	0.1755	0.2067	0.2303	0.2140	0.2011	1.0000																
FEMSA	0.2549	0.3598	0.1943	0.2167	0.2689	0.2357	0.3333	0.1674	0.2005	0.1813	1.0000														
GEO	0.2431	0.2712	0.1251	0.2626	0.1653	0.2212	0.2990	0.2352	0.3162	0.1688	0.2033	1.0000													
GRUMA	0.1785	0.1965	0.1196	0.2227	0.1852	0.2184	0.1973	0.1705	0.1911	0.1771	0.1809	0.1765	1.0000												
GRUPOMEXI	0.2218	0.2472	0.1652	0.2667	0.1583	0.2670	0.2619	0.1986	0.2296	0.1770	0.1833	0.2133	0.2344	1.0000											
ICA	0.2687	0.2719	0.1323	0.2379	0.2063	0.2404	0.2660	0.2001	0.2530	0.1939	0.2440	0.2698	0.1723	0.2573	1.0000										
INBURSA	0.1527	0.1632	0.0888	0.1704	0.1921	0.2810	0.1634	0.1376	0.1633	0.2272	0.1720	0.1559	0.1711	0.1600	0.1825	1.0000									
INDICE	0.3975	0.5960	0.2457	0.4330	0.3646	0.4562	0.5464	0.3515	0.3695	0.3004	0.4340	0.3607	0.2963	0.3860	0.3807	0.3072	1.0000								
KIMBERLY	0.1863	0.2534	0.1377	0.2108	0.1868	0.1672	0.2451	0.1475	0.2203	0.1309	0.2555	0.2008	0.1415	0.1826	0.1764	0.0801	0.3425	1.0000							
GRUPMOD	0.2052	0.2471	0.2029	0.2210	0.1607	0.2207	0.2538	0.1946	0.2083	0.1576	0.2883	0.2098	0.1655	0.2045	0.1405	0.1472	0.3638	0.2077	1.0000						
PEÑÓLES	0.1319	0.1557	0.1064	0.1756	0.1361	0.1983	0.1992	0.1437	0.1802	0.1496	0.1033	0.2008	0.1304	0.2388	0.1936	0.1785	0.2936	0.1815	0.1045	1.0000					
SORIANA	0.2685	0.2258	0.1775	0.2598	0.2790	0.2718	0.2739	0.2947	0.2422	0.2288	0.2127	0.2369	0.1890	0.2199	0.2186	0.1995	0.3843	0.1897	0.2514	0.1982	1.0000				
TELEvisa	0.2684	0.2257	0.1769	0.2597	0.2790	0.2718	0.2738	0.2946	0.2421	0.2288	0.2127	0.2368	0.1887	0.2199	0.2185	0.1994	0.3842	0.1897	0.2513	0.1982	0.9996				
TELMEK	0.2660	0.3327	0.1661	0.2653	0.2027	0.2712	0.3259	0.2357	0.2018	0.1767	0.3047	0.1941	0.1489	0.1690	0.1990	0.1459	0.4860	0.2648	0.2582	0.1031	0.2063	0.3546	0.9997		
TVAZTECA	0.2720	0.2813	0.1810	0.2525	0.3206	0.2695	0.2684	0.2456	0.2092	0.2830	0.2481	0.2264	0.1845	0.2180	0.1887	0.1674	0.3993	0.2220	0.2089	0.1491	0.2695	0.3499	0.2815	0.9990	
WALMART	0.2204	0.2688	0.1806	0.2881	0.2532	0.2542	0.2874	0.2282	0.2341	0.1549	0.2573	0.2346	0.1903	0.2220	0.2342	0.1751	0.4961	0.2580	0.2270	0.1815	0.3056	0.3376	0.3083	0.2586	1.0000
	0.2204	0.2688	0.1800	0.2881	0.2532	0.2542	0.2874	0.2282	0.2341	0.1549	0.2573	0.2346	0.1900	0.2220	0.2342	0.1751	0.4961	0.2580	0.2270	0.1815	0.3055	0.3375	0.3083	0.2585	1.0000

CUADRO 8. Tau a y b de Kendall  
de los rendimientos mensuales de  
México

	ALFA	AMERICAMC	ASUR	BANORTE	BIMBO	CARSO	CEMEK	CIALMEXICA	CONSORCIO	ELEKTRA	FEMSA	GEO	GRUMA	GRUPOMEXI	ICA	INBURSA	INDICE	KIMBERLY	GRUPOMOD	PEROLES	SORIANA	TELEvisa	TELMEX	TVAZTECA	WALMART
ALFA	1.000																								
AMERICAMC	0.329	1.000																							
ASUR	0.288	0.207	1.000																						
BANORTE	0.430	0.307	0.269	1.000																					
BIMBO	0.292	0.301	0.085	0.277	1.000																				
CARSO	0.218	0.255	0.182	0.309	0.288	1.000																			
CEMEK	0.218	0.255	0.182	0.309	0.288	1.000																			
CIALMEXICA	0.388	0.429	0.196	0.362	0.270	0.261	1.000																		
CONSORCIO	0.388	0.429	0.196	0.362	0.270	0.261	1.000																		
ELEKTRA	0.246	0.306	0.204	0.333	0.247	0.367	0.301	1.000																	
FEMSA	0.246	0.306	0.204	0.333	0.247	0.367	0.301	1.000																	
GEO	0.396	0.414	0.193	0.366	0.247	0.357	0.379	0.317	1.000																
GRUMA	0.252	0.207	0.190	0.278	0.250	0.246	0.235	0.242	0.236	1.000															
GRUPOMEXI	0.252	0.207	0.190	0.278	0.250	0.246	0.235	0.242	0.236	1.000															
ICA	0.369	0.353	0.257	0.279	0.252	0.253	0.376	0.201	0.313	0.292	1.000														
INBURSA	0.369	0.353	0.257	0.279	0.252	0.253	0.376	0.201	0.313	0.292	1.000														
INDICE	0.330	0.288	0.229	0.326	0.202	0.315	0.298	0.316	0.412	0.184	0.232	1.000													
KIMBERLY	0.330	0.288	0.229	0.326	0.202	0.315	0.298	0.316	0.412	0.184	0.232	1.000													
PEROLES	0.288	0.241	0.117	0.311	0.188	0.296	0.284	0.208	0.302	0.244	0.216	0.274	1.000												
SORIANA	0.288	0.241	0.117	0.311	0.188	0.296	0.284	0.208	0.302	0.244	0.216	0.274	1.000												
TELEvisa	0.253	0.247	0.229	0.329	0.167	0.289	0.249	0.247	0.284	0.211	0.247	0.133	0.238	1.000											
WALMART	0.236	0.272	0.206	0.280	0.139	0.278	0.221	0.242	0.270	0.228	0.305	0.208	0.237	0.206	1.000										
ALFA	0.236	0.272	0.206	0.280	0.139	0.278	0.221	0.242	0.270	0.228	0.305	0.208	0.237	0.206	1.000										
AMERICAMC	0.214	0.273	0.249	0.241	0.179	0.317	0.164	0.297	0.265	0.242	0.226	0.197	0.213	0.174	0.287	1.000									
ASUR	0.214	0.273	0.249	0.241	0.179	0.317	0.164	0.297	0.265	0.242	0.226	0.197	0.213	0.174	0.287	1.000									
BANORTE	0.466	0.598	0.307	0.495	0.414	0.431	0.534	0.437	0.484	0.369	0.468	0.351	0.355	0.348	0.375	0.388	1.000								
BIMBO	0.466	0.598	0.307	0.495	0.414	0.431	0.534	0.437	0.484	0.369	0.468	0.351	0.355	0.348	0.375	0.388	1.000								
CARSO	0.201	0.266	0.179	0.193	0.315	0.164	0.159	0.216	0.300	0.154	0.219	0.201	0.177	0.068	0.163	0.157	0.311	1.000							
CEMEK	0.201	0.266	0.179	0.193	0.315	0.164	0.159	0.216	0.300	0.154	0.219	0.201	0.177	0.068	0.163	0.157	0.311	1.000							
CIALMEXICA	0.328	0.254	0.255	0.285	0.187	0.252	0.304	0.180	0.350	0.207	0.363	0.213	0.263	0.307	0.161	0.226	0.413	0.138	1.000						
CONSORCIO	0.328	0.254	0.255	0.285	0.187	0.252	0.304	0.180	0.350	0.207	0.363	0.213	0.263	0.307	0.161	0.226	0.413	0.138	1.000						
ELEKTRA	0.173	0.198	0.132	0.335	0.095	0.145	0.181	0.129	0.252	0.235	0.130	0.126	0.172	0.344	0.190	0.102	0.307	0.123	0.230	1.000					
FEMSA	0.173	0.198	0.132	0.335	0.095	0.145	0.181	0.129	0.252	0.235	0.130	0.126	0.172	0.344	0.190	0.102	0.307	0.123	0.230	1.000					
GEO	0.330	0.352	0.333	0.388	0.243	0.341	0.379	0.325	0.352	0.335	0.334	0.370	0.313	0.326	0.282	0.354	0.531	0.250	0.388	0.271	1.000				
GRUMA	0.330	0.352	0.333	0.388	0.243	0.341	0.379	0.325	0.352	0.335	0.334	0.370	0.313	0.326	0.282	0.354	0.531	0.250	0.388	0.271	1.000				
GRUPOMEXI	0.391	0.481	0.286	0.338	0.298	0.239	0.372	0.303	0.414	0.279	0.297	0.282	0.243	0.191	0.221	0.377	0.540	0.276	0.274	0.187	0.365	1.000			
ICA	0.391	0.481	0.286	0.338	0.298	0.239	0.372	0.303	0.414	0.279	0.297	0.282	0.243	0.191	0.221	0.377	0.540	0.276	0.274	0.187	0.365	1.000			
INBURSA	0.253	0.298	0.145	0.210	0.268	0.196	0.296	0.221	0.208	0.174	0.178	0.147	0.107	0.037	0.174	0.175	0.403	0.224	0.192	0.131	0.225	0.310	1.000		
INDICE	0.253	0.298	0.145	0.210	0.268	0.196	0.296	0.221	0.208	0.174	0.178	0.147	0.107	0.037	0.174	0.175	0.403	0.224	0.192	0.131	0.225	0.310	1.000		
KIMBERLY	0.314	0.252	0.150	0.279	0.254	0.245	0.220	0.241	0.290	0.348	0.226	0.222	0.170	0.164	0.080	0.235	0.333	0.146	0.241	0.157	0.262	0.400	0.213	1.000	
PEROLES	0.314	0.252	0.150	0.279	0.254	0.245	0.220	0.241	0.290	0.348	0.226	0.222	0.170	0.164	0.080	0.235	0.333	0.146	0.241	0.157	0.262	0.400	0.213	1.000	
SORIANA	0.240	0.275	0.251	0.334	0.281	0.308	0.283	0.381	0.317	0.224	0.275	0.231	0.191	0.203	0.202	0.310	0.510	0.256	0.231	0.211	0.411	0.316	0.257	0.221	1.000
TELEvisa	0.240	0.275	0.251	0.334	0.281	0.308	0.283	0.381	0.317	0.224	0.275	0.231	0.191	0.203	0.202	0.310	0.510	0.256	0.231	0.211	0.411	0.316	0.257	0.221	1.000
WALMART	0.240	0.275	0.251	0.334	0.281	0.308	0.283	0.381	0.317	0.224	0.275	0.231	0.191	0.203	0.202	0.310	0.510	0.256	0.231	0.211	0.411	0.316	0.257	0.221	1.000