

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



Rendimiento y volatilidad del mercado de valores y la actividad  
económica real en México, un análisis empírico

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

***LICENCIADO EN ECONOMÍA***

PRESENTA

**JOSÉ ISAAC VELASCO OROZCO**

DIRECTOR DE LA TESINA:

DR. RODOLFO CERMEÑO BAZÁN

México D.F. 2011

## Agradecimientos

Quisiera dedicar mi trabajo a las personas que han formado una parte importante en esta etapa de mi vida: A mis padres y a mis hermanos, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente para seguir adelante. A las personas maravillosas que he conocido en el CIDE y que afortunadamente puedo llamar amigos ahora. A mis profesores, quienes motivaron gran parte de mi curiosidad intelectual y fueron excelentes maestros en más de un ámbito.



Tesina:

Rendimiento y volatilidad del mercado de valores y la actividad económica real en  
México, un análisis empírico

1. Introducción. . . . .	01
2. Relación Entre el Sector Real y la Bolsa de Valores. . . . .	03
2.1 Literatura . . . . .	05
2.2 Literatura para el Caso de México. . . . .	07
3. Factores Económicos e Institucionales que Afectan el Desempeño de la Bolsa. . . . .	10
3.1 Perspectiva Internacional de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). . . . .	10
3.2 Perspectiva Histórica del Sistema Financiero Mexicano . . . . .	14
4. Metodología. . . . .	18
4.1 Elección de los Modelos. . . . .	18
4.2 Descripción de los Datos. . . . .	19
4.3 Modelos . . . . .	20
4.3.1 VAR Bivariado. . . . .	20
4.3.2 ARIMA-GARCH en dos etapas . . . . .	21
4.3.3 Sistema M-GARCH-M CCC. . . . .	22
5. Estimación del Modelo. . . . .	24
5.1 VAR Bivariado. . . . .	25
5.2 ARIMA-GARCH en dos etapas. . . . .	27

5.3 <i>M-GARCH-M CCC</i> .....	31
5.3 <i>Resultados</i> .....	34
6. Conclusiones .....	36
Bibliografía .....	39
Anexo .....	41
Citas.....	50

## **1. Introducción**

La relación entre actividad económica real y mercado de valores ha sido estudiada desde hace algunas décadas. Este debate ha ido adquiriendo más importancia conforme nuevos eventos arrojan resultados que parecen desafiar las primeras investigaciones y que, algunas veces, parecen contradecirse entre sí.

Una de las cuestiones centrales en el estudio de la relación entre actividad económica real y actividad bursátil es determinar de qué manera están relacionados estos dos mercados. Es decir, si un choque en la actividad económica real precede a un cambio en el mercado financiero, o si es el cambio en la bolsa el que precede a un cambio en la actividad económica real. Si bien en la literatura no hay un consenso sobre el sentido de la causalidad, la existencia de una relación entre mercado de valores y economía real es evidente.

El objetivo de esta investigación es estudiar la relación entre mercado bursátil y economía real para el caso de México; esto permitirá esclarecer el efecto que tienen algunas variables económicas sobre variables financieras –y viceversa– a la luz de dos factores fundamentales. En primer lugar, se considera el desarrollo económico y los canales de transmisión entre la economía real y el sector financiero. En segundo lugar, se destaca el papel que tienen las reglas del juego en esta relación: “Las instituciones financieras pueden magnificar o amortiguar los choques internos y externos de la economía“ (Aspe 2004).

Más allá de la formulación teórica se quiere obtener evidencia empírica para el caso específico de México<sup>1</sup>, pues determinar la magnitud de los choques externos –tanto del sector real como del sector bursátil– es primordial para entender cómo interactúan los dos mercados y más importante aún, cómo afectan las volatilidades de cada mercado a ambas variables. Debido al bajo desarrollo del mercado financiero mexicano, en comparación con economías desarrolladas y principalmente con Estados Unidos.

Los resultados del trabajo muestran que existe una relación entre actividad económica real y actividad bursátil. En principio, el rendimiento de la bolsa es un buen predictor de la economía real. Cuando se extiende el modelo y se incorporan volatilidades, la del producto impacta negativamente en el producto pero positivamente en el crecimiento de la bolsa y la volatilidad en la bolsa tiene un impacto negativo en el producto y un impacto positivo en el IPC.

El resto de este trabajo se divide de la manera siguiente. En la segunda sección se presenta la literatura relevante para el tema y se analizan los canales de transmisión entre bolsa y actividad económica real. La siguiente sección presenta el mercado bursátil mexicano desde una perspectiva internacional y una contextualización histórica de la bolsa para determinar su situación actual con respecto al desarrollo económico del país y al sistema institucional. Posteriormente se discute la elección de los modelos econométricos y se describe la metodología de series de tiempo que se utiliza en esta investigación. En la sección 5 se describen los datos y se presentan los resultados obtenidos. En la última sección se presentan las conclusiones.

## **2. Relación Entre el Sector Real y la Bolsa de Valores**

La literatura sobre el tema define como principales canales de transmisión del sistema financiero a la economía real el diferencial y la estructura de tasas de interés junto con el rendimiento de las acciones, como se verá más adelante. El objetivo principal de las instituciones financieras es la recopilación de información y su procesamiento para la captación y asignación de recursos a los proyectos más eficientes. Cuando el desarrollo financiero es bajo, un país no puede tomar ventaja de las oportunidades más productivas.

En el caso de México, se logró baja inflación, disciplina fiscal, reducir su deuda con el exterior e incrementar el comercio como porcentaje del PIB, pero su crecimiento siguió en niveles bajos. Entre 1985 y 2008, México tuvo un crecimiento per cápita del PIB de 1.1%. (Hanson, 2010). Comúnmente se atribuye el bajo crecimiento del país a que tiene un sistema financiero poco desarrollado y su sistema legal es deficiente. Sin embargo, esta afirmación es cuestionable, pues como menciona Hanson (2010), algunos países de la región, como Chile Y Brasil, con marcos institucionales similares han sido más exitosos que. Así mismo, China tiene un sistema regulatorio poco desarrollado y un sistema de aplicación de la ley débil, al igual que México; sin embargo, China ha logrado crecimiento económico a pesar de estos factores sin ninguna reforma considerable a su marco legal (Kehoe, 2010).

A pesar de lo anterior, es razonable pensar que “en la medida en que el crecimiento requiere inversión y éste requiere de ahorro, los intermediarios financieros pueden facilitar este proceso, proporcionando los instrumentos para que la gente ahorre y canalizando esos ahorros a actividades con tasas de rendimiento atractivas” (Aspe, 2004). Una consecuencia de esto, es que es deseable incrementar la bursatilización de la intermediación financiera,



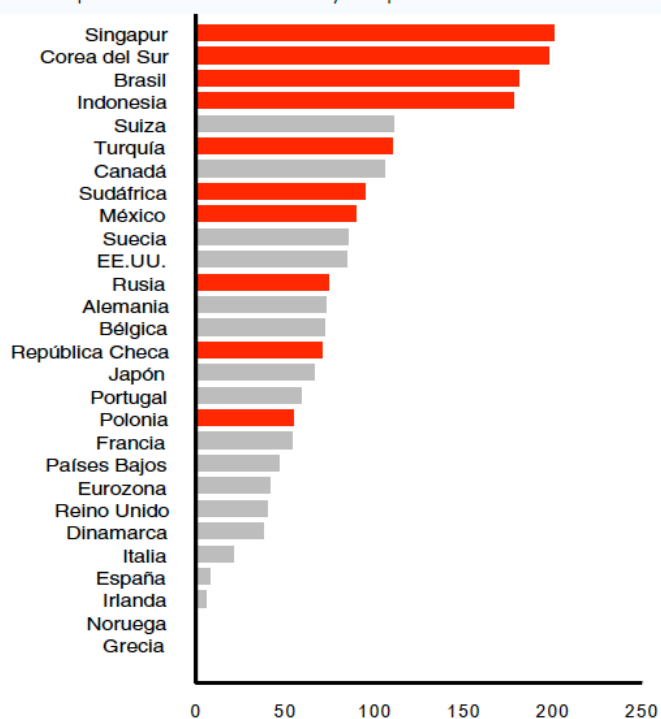
ya que esto “incrementaría la eficiencia del sistema financiero en su conjunto”. (Hernández-Trillo, 2005).

Otra manera de observar el desarrollo de México en materia bursátil es de acuerdo al desempeño después de la crisis financiera internacional. Como se muestra en el gráfico 1.1, son los países en desarrollo (en gris oscuro) los que han librado mejor la crisis en término de economía real, mientras que muchos países desarrollados (en gris claro) aún no se recuperan del todo.

Gráfico 1.1

### Gráfica 3: Recesiones y recuperaciones: datos del PIB

Proporción del PIB perdido durante la recesión y recuperado durante el cuarto trimestre de 2010



Fuentes: HSBC, Markit.

## 2.1 Literatura

La literatura sobre el tema de la relación entre bolsa y economía real se puede dividir en dos grandes vertientes. La primera de ellas estudia el impacto de las variables financieras en la economía real. La segunda corriente investiga cómo afectan las variables económicas a variables financieras.

Dentro de la primera corriente, Chiarella et al. (2002) y Hernández Perales (2000) discuten el impacto que tienen las variables financieras sobre la actividad económica real. Chiarella et al. (2002) argumentan que los principales canales de transmisión hacia la economía real de las variables financieras son: 1) diferencial de tasas de interés, 2) la estructura de tasas de interés y 3) el rendimiento de las acciones; en conjunto son capaces de capturar el desempeño futuro de la actividad económica real. El principal problema que señalan estos autores es que al probar empíricamente estas relaciones, es difícil encontrar una explicación satisfactoria. El modelo de Chiarella et al. permite efectos en ambas direcciones. Por otra parte, Forster (2005) menciona que el movimiento en el precio de las acciones puede tener un efecto en la inversión privada y en el consumo por medio de tres canales: hoja de balance, canal Q, consumo-ingreso. Foster utiliza un modelo VEC.

Kim et al. (2007) explican que las expectativas de los agentes sobre la actividad económica tienen un impacto sobre los retornos esperados. Un mal desempeño económico ocasiona mayor riesgo de mercado y por consiguiente mayor retorno esperado. Las variables centrales de este trabajo son: el riesgo de mercado (varianza condicional) y el retorno esperado (media condicional), a su vez explica que puede haber una relación tanto positiva como negativa entre estas variables.

En la misma línea, Fama (1990) menciona que existen tres variables reales que impactan al mercado financiero: 1) choques en los flujos de efectivo esperados, 2) choques en las tasas de descuentos y 3) variaciones predecibles en los retornos debido a variaciones predecibles en el tiempo en las tasas de descuento usadas para valorar los flujos de efectivo. Hay dos canales mediante los cuales la actividad económica real está conectada con los retornos en la bolsa. El primero es el efecto positivo de la tasa de crecimiento esperado de la actividad económica real sobre los flujos de efectivo futuros, lo que incrementa los precios de las acciones y los retornos de éstas. El segundo es la variación predecible de los retornos futuros por variables que están correlacionadas con la actividad económica real.

En contraste con Forster, Kim et al. y Fama; Spiro (1990) sostiene que hay una relación negativa entre estas dos variables. Los agentes invierten en bancos comerciales cuando la tasa de interés incrementa y dejan de invertir en la bolsa. En la línea opuesta, Omran (2003) sostiene que esta relación es positiva: la liquidez del mercado y su actividad están relacionadas positivamente con la tasa de interés real. Una posible explicación es que si la tasa de interés se incrementa, los agentes ahorrarán su dinero en bancos comerciales y otras instituciones financieras. A su vez, los bancos invertirán estos ahorros en activos financieros. Para Basci (2004) los mercados financieros tienen una estructura asimétrica: no responden de la misma manera a noticias buenas que a noticias malas. Basci prueba que existe una relación negativa entre el índice de precios de la bolsa y la inflación esperada.

## 2.2 Literatura para el Caso de México

Para el caso de México se ha estudiado el impacto de variables económicas sobre el mercado de capitales. López Herrera (2006) menciona que el tipo de cambio es una variable importante para explicar el comportamiento del mercado accionario mexicano, pues puede verse afectado como consecuencia de movimientos bruscos en el tipo de cambio. Lo anterior se acentúa cuando tomamos en cuenta que el mercado mexicano es menos desarrollado que el mercado estadounidense y más susceptible a especulaciones y a intervenciones gubernamentales.

Hernández Perales (2000) examina cómo responden los retornos en el mercado financiero a cambios en sus variables fundamentales económicas. El IPC (Índice de precios y cotizaciones) es un indicador líder del desempeño futuro de la actividad económica real. El comportamiento de M1 es importante para explicar el comportamiento tanto de las variables económicas reales como de las financieras.

Navarro y Santillán (2001) estudian un modelo APT para el mercado accionario mexicano y muestran que M1, CETES, bonos del tesoro y el índice Dow Jones afectan a la bolsa. De la Calle (1991) también prueba un modelo APT para analizar el riesgo de las acciones mexicanas en contraste con las acciones estadounidenses; sus resultados muestran que hay una prima de riesgo en situaciones de incertidumbre, apoyando la hipótesis de que a mayor incertidumbre en los mercados financieros, la volatilidad de éstos incrementará.

Doshi et al. (2001) mencionan que México es un buen estudio de caso porque combina inestabilidad económica, una fuerte liberalización e integración económica (TLCAN). Bailey y Chung eligen el caso mexicano porque al ser un país subdesarrollado, las

fluctuaciones del tipo de cambio y el riesgo político se acentúan: Una moderada hiperinflación en 1989, una elección controversial en 1988, reformas económicas que reestructuraron más de US\$100 mil millones de deuda y el cambio presidencial de 1994 acompañado de una rebelión. Por último, la Bolsa Mexicana de Valores ha crecido a un ritmo acelerado en los últimos 15 años (véase gráfico 1.6).

Gráfico 1.2



Fuente: INEGI

En resumen, la literatura sobre el tema define como principales canales de transmisión del sistema financiero a la economía real el diferencial y la estructura de tasas de interés junto con el rendimiento de las acciones. Para este trabajo se decidió elegir el último canal (rendimiento del índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores). Los principales canales de transmisión de la economía real al mercado de valores son el efecto positivo de la tasa de crecimiento esperado de la economía sobre los flujos de efectivo futuros y la variación predecible de los retornos futuros por variables que están correlacionadas con la actividad económica real. En este trabajo se utilizará el Índice de la Producción Industrial como referente de la actividad económica real.

### 3. Factores Económicos e Institucionales que Afectan el Desempeño de la Bolsa

#### 3.1 Perspectiva Internacional de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV)

El primer factor que se considera al analizar el impacto del sector bursátil en la economía real --y viceversa-- es el desarrollo económico. Una tendencia general indica que mientras mayor sea el grado de desarrollo económico de una región o país, ésta o éste tiende a tener un mercado de capitales más complejo y desarrollado. Estados Unidos tiene un mercado de valores que representa el 143.4% del PIB en su nivel de precrisis (2007) y tiene una capitalización<sup>2</sup> casi 40 veces mayor a la capitalización del mercado de valores mexicano (véanse gráficos 1.1 y 1.2). Así, la bolsa mexicana representa, tanto en términos reales como términos porcentuales, una pequeña parte de la actividad económica en comparación con los mercados bursátiles de economías desarrolladas

Gráfico 1.3



Fuente: Banco Mundial: Market capitalization of listed companies (% of GDP)

Gráfico 1.4

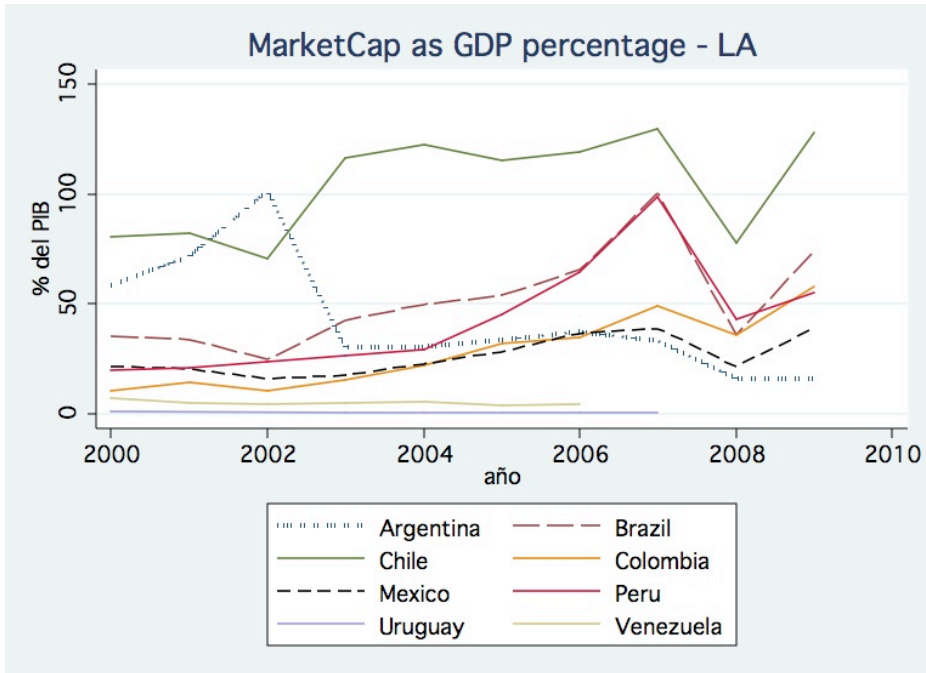


Fuente: Banco Mundial: Market capitalization of listed companies (% of GDP)

Por el contrario; no siempre un mercado bursátil más grande , en términos porcentuales o totales, representa mayor desarrollo (véase gráfico 1.3 y 1.4). Como ejemplo, Perú tiene un mercado relativamente grande: 98.6% como porcentaje del PIB, en su nivel de precrisis (2007) pero el nivel total de capitalización en US\$ es mucho menor que el de México. Aunque porcentualmente la BMV es comparable con los mercados bursátiles de otros países latinoamericanos (véase gráfico 1.3) con desarrollo similar, en términos totales la BMV es la bolsa más grande de Latinoamérica excluyendo la bolsa de Brasil (BOVESPA), la cual ha tenido un desarrollo ejemplar en los últimos 10 años (véase gráfico 1.4).

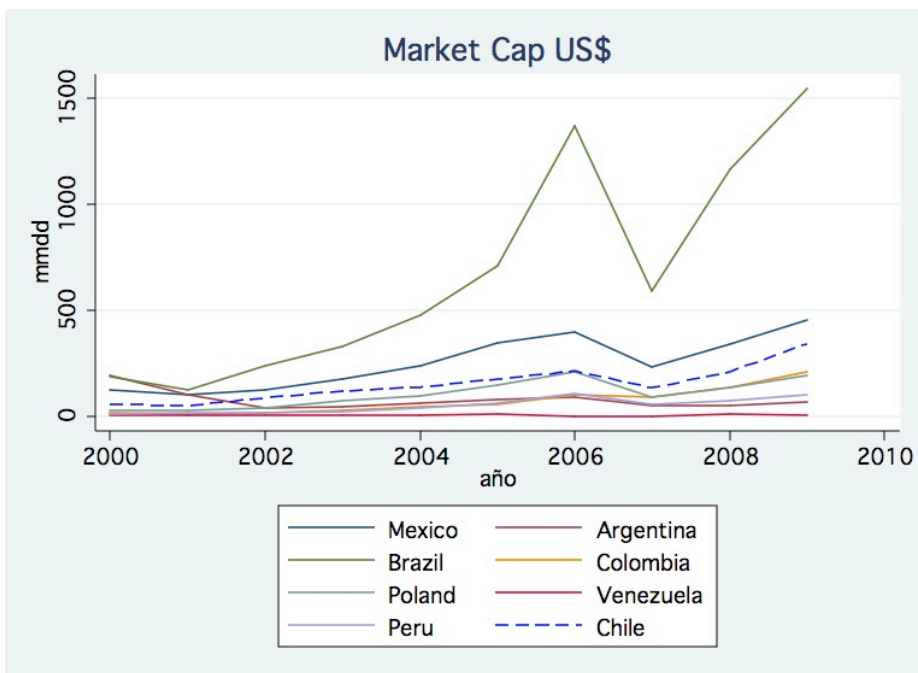


Gráfico 1.5



Fuente: Banco Mundial: Market capitalization of listed companies (% of GDP)

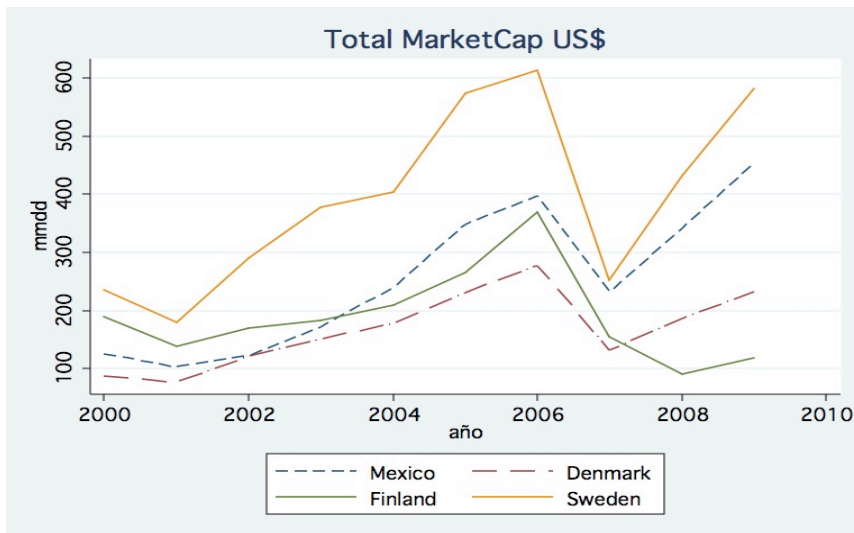
Gráfico 1.6



Fuente: Banco Mundial: Market capitalization of listed companies (% of GDP)

Otro punto importante es que una baja participación del mercado de valores como porcentaje del PIB tampoco representa bajo desarrollo. Como menciona Hernández-Trillo (2010): Los países nórdicos tienen un cociente cercano a 3 de crédito/depositos, el de México es inferior a 1. Estos países tienen un sistema financiero con una participación del mercado de crédito mucho mayor que su mercado de valores; pero en términos porcentuales, tienen una bolsa superior al 100% (en contraste con la participación como porcentaje del PIB de la bolsa mexicana, ligeramente mayor al 20%), y la capitalización total de estos países en US\$ es similar a la de México (véase gráfico 1.5).

Gráfico 1.7



Fuente: Banco Mundial: Market capitalization of listed companies (% of GDP)

En contexto, es claro que comparativamente la bolsa mexicana de valores (aunque se desarrolla rápidamente) es de un tamaño considerablemente menor, en términos reales y porcentuales, a las bolsas de los países desarrollados. Pero dentro de Latinoamérica es la segunda bolsa con mayor nivel de capitalización y crece a un ritmo acelerado cada año.

### **3.2 Perspectiva Histórica del Sistema Financiero Mexicano<sup>3</sup>**

El segundo factor que se debe analizar es el desarrollo institucional de un país para determinar cómo influye el desempeño de la bolsa en la economía real y viceversa. La historia del sistema financiero mexicano se puede trazar hacia 1925, cuando el banco de México decidió estructurar en tres niveles el sistema financiero: banca comercial, instituciones financieras y auxiliares, y banca de fomento. Durante cincuenta años el papel del mercado de valores fue casi inexistente. Tuvieron que pasar 25 años hasta que en 1975, con la creación y aprobación de la Ley del Mercado de Valores, se constituyó un marco legal para la operación de intermediarios financieros no bancarios. Conjuntamente, se creó la Comisión Nacional de Valores, cuyo objetivo era el de supervisar y regular el funcionamiento de los intermediarios financieros.

A finales de la década de 1970 el control de los agregados monetarios se hacía mediante controles cuantitativos, como el encaje legal, y tasas de interés determinadas por el banco central. En 1978 se emitieron los primeros Certificados del Tesoro (CETES) aunque su rendimiento y montos eran fijados por la autoridad, fue un intento por diversificar los instrumentos que se ofrecían al público y por desarrollar un mercado de dinero. Un efecto inmediato fue el crecimiento de las casas de bolsa, las cuales promovían el uso de instrumentos privados de inversión.

A principios de la década de 1980 era evidente que el sistema financiero generaba volatilidad en la economía real, después de la crisis de deuda soberana de 1982, México tuvo que hacer varios cambios en su política macroeconómica. El país liberalizó su comercio y la inversión, primero unilateralmente aceptando entrar al GATT y posteriormente regionalmente con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. (Hanson, 2010).

En 1989 se expidió la ley para la regulación de agrupaciones financieras, la cual hizo posible la creación de sociedades controladoras. Este tipo de sociedad permite que cada grupo ofrezca al público todo tipo de servicios, con lo que se aprovechan las economías de escala: las entidades financieras pueden aprovechar la información recopilada para ser más eficientes y poder asignar mejor los recursos de los que disponen.

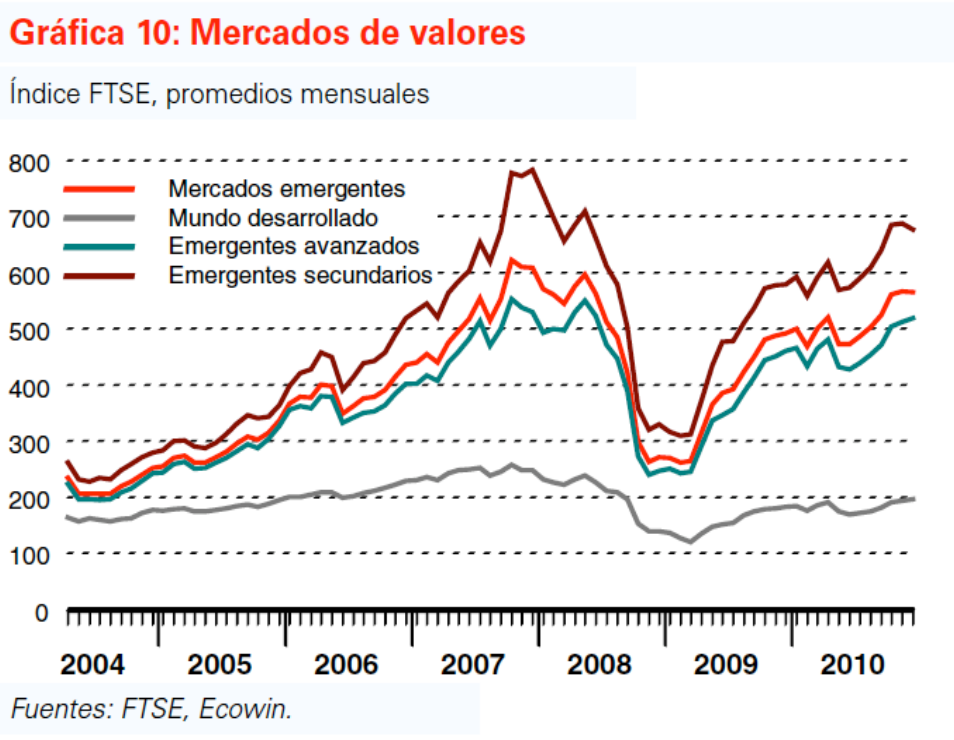
Después de la crisis de 1995, la banca ha adquirido cierta solidez debido a la renovación de su marco legal. Un aprendizaje tanto por parte de los banqueros como de los reguladores del sector y una cautela en cuanto a crédito se refiere. (Hernández-Trillo, 2010).

Posterior a la eliminación de los controles de cajones de crédito y los requisitos de reserva obligatoria se completó la transición de un sistema financiero poco desarrollado a un esquema basado en principios de mercado y de transparencia (Aspe, 2004). Como prueba de ello, entre 1991 y 1992 se desincorporaron del control estatal 18 bancos, pero fue hasta después de la crisis de 1995 cuando la banca se consolidó debido a la renovación de su marco legal (Hernández-Trillo, 2010). Después de la privatización de la banca, el marco legal mexicano se fortaleció y finalmente en 1999 se creó el IPAB, el cual se reforzó con reformas posteriores.

Desde 2003, de acuerdo con un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (Izquierdo y Talvi, 2010), las economías latinoamericanas en general tuvieron condiciones muy favorables: bajo diferencial de tasas de interés (con respecto a los bonos del tesoro), acuerdos comerciales favorables a la región y un crecimiento mundial fuerte. Estas condiciones permitieron que la recuperación de la crisis financiera fuera más rápida que para otros países. Entre 2004 y 2007 el sector experimenta otra ola de crecimiento, como

menciona Correa Vázquez et al. (2009), debido a 3 factores: a) nuevas desregulaciones en el mercado estadounidense, b) una mejoría en las calificaciones de los títulos de los mercados emergentes en general y c) mayores reformas en los mercados bursátiles de Brasil y México principalmente. Como se observa en la siguiente gráfica, según el reporte de mercados bursátiles emergentes, de HSBC, hasta 2007 los mercados emergentes mostraron un crecimiento importante, que se vio frenado temporalmente por la crisis financiera internacional, la cual ha puesto en evidencia que las economías latinoamericanas tienen que hacer reformas en materia de política pública para fortalecer sus mercados financieros (Jara et al, 2009).

Gráfico 1.8



Siguiendo la trayectoria del sector financiero mexicano podemos decir que tuvo una transición de un sistema basado en controles cuantitativos (encaje legal, tasa fijadas por la autoridad, entre otros) y sin ninguna participación bursátil, a un sistema de mercado con una bolsa saludable y en rápida expansión. Aunque todavía es posible hacer mejoras en la regulación del sector financiero para acelerar este crecimiento del mercado bursátil y hacerlo al menos comparable a los mercados de otros países con desarrollo similar que se encuentran en América Latina (Brasil, Chile).

El fin último de un sistema financiero es el de contribuir a la economía real canalizando los ahorros hacia las inversiones más productivas. El sector financiero mexicano aún necesita reformas para profundizar su impacto en el desarrollo del país. Por otra parte, las condiciones macroeconómicas de México son menos estables que en otros países, lo que conlleva más fluctuaciones. Como subraya Hernández Perales: debido a que el mercado de valores mexicano es menos desarrollado que el estadounidense, es más susceptible a ataques especulativos e intervenciones gubernamentales.

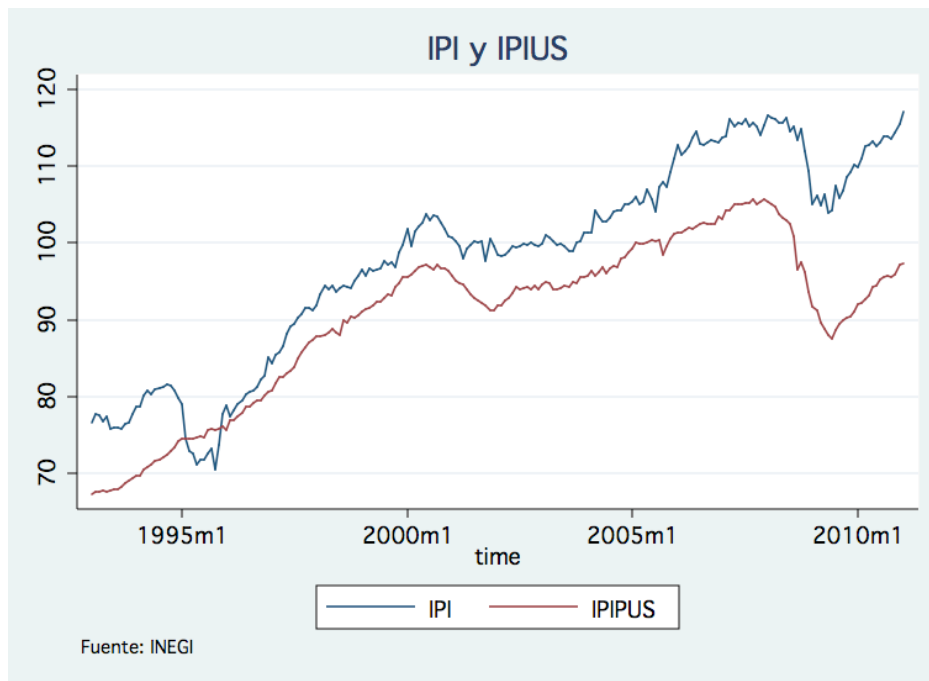
## **4. Metodología**

### **4.1 Elección de los modelos**

Para el análisis de este tema hay diferentes acercamientos, cada uno con sus debilidades y fortalezas. Por un lado, los modelos macroeconómicos de ciclos reales y crecimiento tienen una base económica sólida en la teoría pero la estimación se complica muy rápido y hay que recurrir a métodos numéricos en la mayoría de los casos. Aunado a lo anterior, surgen dificultades cuando se quieren capturar patrones líderes y de rezago en variables financieras y reales econométricamente (Chiarella et al, 2002). Por otro lado, los modelos de series de tiempo ofrecen mayor flexibilidad en la estimación y el problema de capturar patrones líderes y de rezago se resuelve utilizando modelos de vectores auto-regresivos (VAR). La debilidad de los modelos VAR es que no revelan relaciones estructurales importantes entre las variables. En este trabajo se optó por la segunda vía. Entre los métodos econométricos que se emplean se encuentran una serie de pruebas de raíces unitarias, pruebas de causalidad de Granger, funciones de impulso-respuesta, modelos VAR Y GARCH, los cuales se utilizan para determinar si las variables rezagadas influyen en el comportamiento del mercado de valores y de la economía real y para determinar el impacto de las volatilidades en estas mismas variables.

Debido a que la actividad económica de Estados Unidos y la actividad económica de México tienden a moverse en la misma dirección (véase gráfico 1.8), primero se estimará la relación para el índice de la Producción industrial y el Índice de Precios y Cotizaciones y en después se controlará por el IPI de Estados Unidos.

Gráfico 1.10



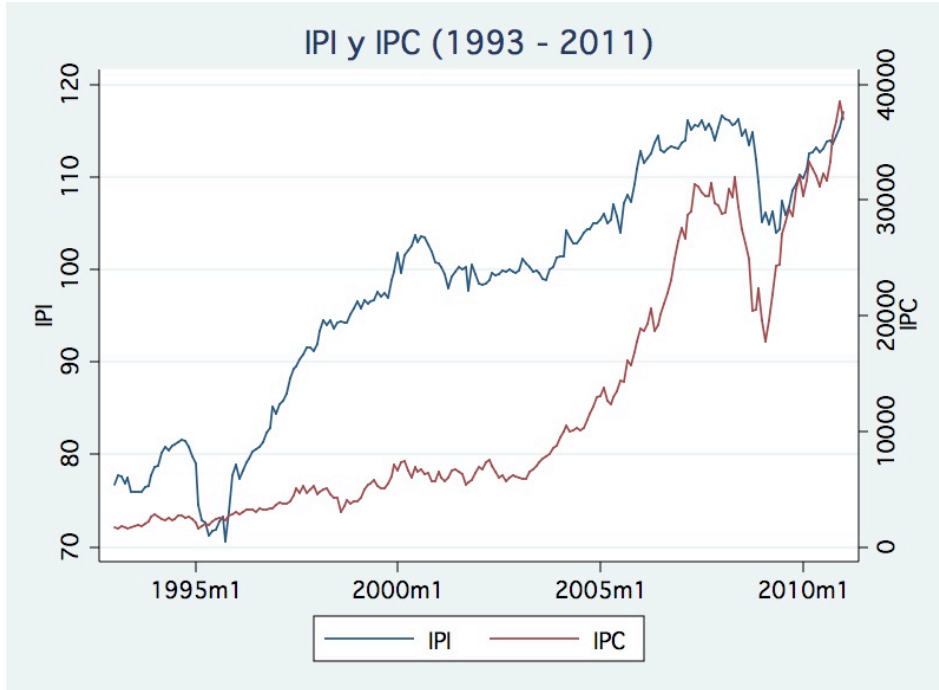
Fuente: INEGI

#### 4.2 Descripción de los datos

Para estimar el modelo, se usarán dos índices (véase el gráfico 1.7): el Índice de la Producción Industrial (IPI en lo sucesivo) y el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC en lo sucesivo) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). El Índice de la Producción Industrial mide la producción mensual de la actividad productiva de las ramas industriales: industria extractiva, manufacturera, producción y distribución de energía eléctrica, agua y gas<sup>4</sup>. Por otra parte, el IPC es una medida representativa de todas las acciones que se intercambian en la Bolsa Mexicana de Valores. Se usaron datos de enero de 1993 a enero de 2011 del Índice de la Producción Industrial para México y para Estados Unidos y la serie del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores para el mismo periodo. El número de observaciones es de 217 con frecuencia mensual.



Gráfico 1.9



Fuente: INEGI

### 4.3 Modelos

#### 4.3.1 VAR bivariado

Se eligió un modelo de vectores autoregresivos como el modelo más básico (MODELO 01). La representación del VAR se muestra en la siguiente ecuación.

$$\begin{pmatrix} ipi_t \\ ipc_t \end{pmatrix} = \Gamma_1 \begin{pmatrix} ipi_{t-1} \\ ipc_{t-1} \end{pmatrix} + \Gamma_2 \begin{pmatrix} ipi_{t-2} \\ ipc_{t-2} \end{pmatrix} + \dots + \Gamma_6 \begin{pmatrix} ipi_{t-6} \\ ipc_{t-6} \end{pmatrix} + u_t \quad (1.1)$$

Donde  $ipi_t$  es el logaritmo natural<sup>5</sup> del Índice de la Producción Industrial en el periodo  $t$ ,  $ipc_t$  es el logaritmo natural del índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores en el periodo  $t$ .  $ipi_{t-i}$  y  $ipc_{t-i}$  es el  $i$ ésimo rezago respectivo para  $ipi_t$  y  $ipc_t$ . El término de error  $u_t$  es un vector de dimensión  $2 \times 1$  ruido blanco con media cero y varianza  $(\sigma_{ipi}^2, \sigma_{ipc}^2)'$ .  $\Gamma_i$  son matrices de parámetros de dimensión  $2 \times 2$ .

Dada la alta integración con Estados Unidos, después se estimó un VAR bivariado controlando por la producción industrial de Estados Unidos (MODELO 02). Los criterios de determinación de rezagos óptimos arrojaron 6 como número óptimos 6 rezagos.

#### 4.3.2 ARIMA – GARCH en dos etapas

La segunda opción para estimar la relación entre el mercado bursátil y el producto, es un modelo ARIMA – GARCH en dos etapas. En la primera etapa se estimó por separado un ARIMA para el Índice de Precios y Cotizaciones y otro para Índice de la Producción Industrial de México, con una muestra de 209 observaciones. Alternativamente se estimó utilizando como control el Índice de la Producción Industrial de Estados Unidos. Después de determinar el número de rezagos óptimos (6 rezagos) se estimó un GARCH (1,1) para el IPI de México (controlando por el IPI de Estados Unidos) y un GARCH (1,1) para el IPC. De estos modelos se extraen las volatilidades  $(\hat{\sigma}_{ipi_t}^2, \hat{\sigma}_{ipc_t}^2)$  que se usarán en la siguiente etapa.

En la segunda fase, las volatilidades  $(\hat{\sigma}_{ipi_t}^2, \hat{\sigma}_{ipc_t}^2)$  obtenidas en la primera etapa se utilizaron para estimar un VAR tetravariado (MODELO 03) incluyendo el índice bursátil, la producción industrial y las volatilidades. En el primer caso se estimó un VAR tetravariado de la siguiente forma:  $(ipi_t, ipc_t, \hat{\sigma}_{ipi_t}^2, \hat{\sigma}_{ipc_t}^2)$ . Para el segundo caso se incluyó  $ipi_{us,t}$  como variable exógena para controlar por el IPI de Estados Unidos (MODELO 04). En ambos casos se determinó el número de rezagos óptimos, 6 para  $ipi_t$  e  $ipc_t$ . El  $ipi_{us,t}$  se introdujo sin rezagos.

Etapa 1: ARIMA

$$\begin{aligned} ipi_t = & c_1 + c_{11}ipi_{t-1} + c_{12}ipi_{t-2} + c_{13}ipi_{t-3} + c_{14}ipi_{t-4} + c_{15}ipi_{t-5} + c_{16}ipi_{t-6} \\ & + c_{21}ipc_{t-1} + c_{22}ipc_{t-2} + c_{23}ipc_{t-3} + c_{24}ipc_{t-4} + c_{25}ipc_{t-5} + c_{26}ipc_{t-6} + \varepsilon_{1t} \end{aligned} \quad (1.2)$$

$$\begin{aligned} ipc_t = & c_2 + c_{11}ipi_{t-1} + c_{12}ipi_{t-2} + c_{13}ipi_{t-3} + c_{14}ipi_{t-4} + c_{15}ipi_{t-5} + c_{16}ipi_{t-6} \\ & + c_{21}ipc_{t-1} + c_{22}ipc_{t-2} + c_{23}ipc_{t-3} + c_{24}ipc_{t-4} + c_{25}ipc_{t-5} + c_{26}ipc_{t-6} + \varepsilon_{2t} \end{aligned} \quad (1.3)$$

Etapa 2: VAR tetravariado

$$\begin{pmatrix} ipi_t \\ ipc_t \\ \hat{\sigma}_{ipi_t}^2 \\ \hat{\sigma}_{ipc_t}^2 \end{pmatrix} = \Gamma_1 \begin{pmatrix} ipi_{t-1} \\ ipc_{t-1} \\ \hat{\sigma}_{ipi_{t-1}}^2 \\ \hat{\sigma}_{ipc_{t-1}}^2 \end{pmatrix} + \Gamma_2 \begin{pmatrix} ipi_{t-2} \\ ipc_{t-2} \\ \hat{\sigma}_{ipi_{t-2}}^2 \\ \hat{\sigma}_{ipc_{t-2}}^2 \end{pmatrix} + \dots + \Gamma_{10} \begin{pmatrix} ipi_{t-10} \\ ipc_{t-10} \\ \hat{\sigma}_{ipi_{t-10}}^2 \\ \hat{\sigma}_{ipc_{t-10}}^2 \end{pmatrix} + u_t \quad (1.4)$$

En las ecuaciones (1.2) y (1.3),  $ipi_t$  y  $ipc_t$  son los logaritmos naturales del IPI y del IPC en el tiempo  $t$ .  $ipi_{t-i}$  y  $ipc_{t-i}$  representan las mismas variables pero rezagadas  $i$  periodos.  $c_{ij}$  son los parámetros que se estimarán y  $\varepsilon_t$  es un ruido blanco. En la ecuación (1.4)  $ipi_t$  y  $ipc_t$  y sus rezagos también están presentes.  $(\hat{\sigma}_{ipi_t}^2, \hat{\sigma}_{ipc_t}^2)$  son las volatilidades estimadas de las ecuaciones (1.2) y (1.3).  $\Gamma_i$  es la matriz de parámetros de dimensión 4x4 y  $u_t$  es el vector de errores de dimensión 4x1 que se comporta como un ruido blanco.

### 4.3.3 Sistema M-GARCH-M CCC

La segunda alternativa que se usa para estimar la relación es un modelo bivariado GARCH con efectos en la media. Por razones prácticas se utiliza el supuesto de correlación condicional constante, debido a Bollerssev (1990), ya que la estimación se vuelve más fácil. Como se sabe, los GARCH en la media además dejan interactuar las volatilidades directamente con las variables, lo que permite evaluar el impacto que éstas tienen en los

procesos. Un enfoque más general dejaría que las variables interactuaran con las volatilidades en las ecuaciones de éstas últimas, pero dado que el enfoque primordial es evaluar el impacto de las volatilidades en los niveles y no al revés (o de manera bicausal) se opta por el primer enfoque. En las ecuaciones (2.1) a (2.5) se muestra el sistema de ecuaciones del M-GARCH-M CCC. La ecuación (2.1) modela la relación que existe entre el IPI, sus rezagos y los rezagos del IPC. Además  $(\psi_{11}(hipi_t)^{1/2}, \psi_{12}(hipc_t)^{1/2})$  establece una relación directa de las volatilidades del IPI y IPC con respecto al IPI, el primero de estos términos establece la relación de la volatilidad del IPI con respecto al IPI y el segundo la relación de la volatilidad del IPC con respecto al IPI. Ambos incluyen una raíz cuadrada para evitar sobreestimar el efecto de las volatilidades sobre el rendimiento de la variable en cuestión. Análogamente, para la ecuación (2.2) se establece la relación del IPC con sus rezagos, los rezagos del IPI y sus respectivas volatilidades. La ecuación (2.3) muestra la volatilidad del IPI, donde el primer término es una constante, el segundo término es el efecto GARCH y el segundo término es el efecto ARCH; la ecuación (2.4) muestra la misma relación pero para el IPC. En la ecuación (2.5) se describe la correlación entre los dos términos de volatilidades, la cual se asume como constante (CCC).

$$\begin{aligned}
 ipi_t = & c_1 + c_{11}ipi_{t-1} + c_{12}ipi_{t-2} + c_{13}ipi_{t-3} + c_{14}ipi_{t-4} + c_{15}ipi_{t-5} + c_{16}ipi_{t-6} \\
 & + c_{21}ipc_{t-1} + c_{22}ipc_{t-2} + c_{23}ipc_{t-3} + c_{24}ipc_{t-4} + c_{25}ipc_{t-5} + c_{26}ipc_{t-6} + \\
 & + \psi_{11}(hipi_t)^{1/2} + \psi_{12}(hipc_t)^{1/2} + u_{1t}
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

$$\begin{aligned}
 ipc_t = & c_2 + c_{11}ipi_{t-1} + c_{12}ipi_{t-2} + c_{13}ipi_{t-3} + c_{14}ipi_{t-4} + c_{15}ipi_{t-5} + c_{16}ipi_{t-6} \\
 & + c_{21}ipc_{t-1} + c_{22}ipc_{t-2} + c_{23}ipc_{t-3} + c_{24}ipc_{t-4} + c_{25}ipc_{t-5} + c_{26}ipc_{t-6} + \\
 & + \psi_{21}(hipi_t)^{1/2} + \psi_{22}(hipc_t)^{1/2} + u_{2t}
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

$$hipi_t = \alpha_{11} + \alpha_{12}hipi_{t-1} + \alpha_{13}u_{1,t-1}^2 \tag{2.3}$$

$$hipc_t = \alpha_{21} + \alpha_{22}hipc_{t-1} + \alpha_{23}u_{2,t-1}^2 \quad (2.4)$$

$$cov(hipi_t, hipc_t) = \rho(hipi_t hipc_t)^{1/2} \quad (2.5)$$

## 5. Estimación del Modelo

Usualmente en las series económicas de producto y en series financieras se observa una tendencia creciente. Para poder estimar el modelo es necesario aplicar pruebas de raíz unitaria a dichas series y, en caso de confirmarse la presencia de raíces unitarias, poder estimar las relaciones en términos de los cambios porcentuales. Se descarta la posibilidad de hacer pruebas de cointegración porque no existe un apoyo en la teoría que señale que las variables de bolsa y producto tengan una relación de este tipo. En la tabla 1.1 se muestran las pruebas de raíz unitaria siguiendo la metodología de Dickey-Fuller para raíces unitarias. Los resultados muestran claramente que la relación debe ser estimada en diferencias logarítmicas ya que las tres series muestran presencia de una raíz unitaria. Las diferencias logarítmicas aproximan las tasas de crecimiento de las variables.

Tabla 1.1

var	t/c	c	nada	var	t/c	c	nada	var	t/c	c	nada
IPC	-1.046	1.299	2.873	IPI	-1.768	-0.889	2.235	IPIUS	-0.826	-2.904	2.754
p-values	0.9376	0.9966	-	p-values	0.7202	0.7916	-	p-values	0.9634	0.0449	-
lnIPC	-2.755	-0.631	2.669	lnIPI	-1.624	-1.093	2.285	lnIPIUS	-1.032	-3.499	3.462
p-values	0.214	0.8637	-	P values	0.7831	0.718	-	P values	0.9396	0	-
dlnIPC	-	-	-	dlnIPI	-	-	-	dlnIPIUS	-	-	-
	14.726	-14.76	14.271		14.077	14.103	13.824		11.916	11.402	10.934
p-values	0	0	-	p values	0	0	-	p values	0	0	-

Ya que las pruebas de raíz unitaria indican que existe una raíz para cada una de las series, las variables se deben estimar en diferencias logarítmicas para aproximar el cambio de las variables, los cuales se definen de la siguiente manera:

$$ipi_t = d\ln IPI_t$$

$$ipc_t = d\ln IPC_t$$

$$ipius_t = d\ln IPIUS_t$$

### 5.1 VAR bivariado

Para la estimación del primer modelo, un modelo de vectores autoregresivos con Índice de Producción Industrial e Índice de Precios y Cotizaciones, se eligieron 6 rezagos como el número óptimo de acuerdo con los criterios<sup>6</sup> que se muestran en la tabla 1.2.

Tabla 1.2

Rezago	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	860.1178	NA	8.95e-07	-8.251133	-8.219041*	-8.238157*
1	864.4614	8.561877	8.92e-07	-8.254436	-8.158161	-8.215508
2	866.2441	3.479628	9.11e-07	-8.233116	-8.072657	-8.168235
3	870.3306	7.897950	9.10e-07	-8.233948	-8.009306	-8.143114
4	877.0356	12.82980	8.87e-07	-8.259958	-7.971132	-8.143171
5	880.3912	6.356299	8.92e-07	-8.253761	-7.900753	-8.111023
6	887.9021	14.08289*	8.63e-07*	-8.287520*	-7.870328	-8.118829
7	891.7703	7.178577	8.64e-07	-8.286253	-7.804877	-8.091609
8	894.0815	4.244651	8.79e-07	-8.270015	-7.724456	-8.049419

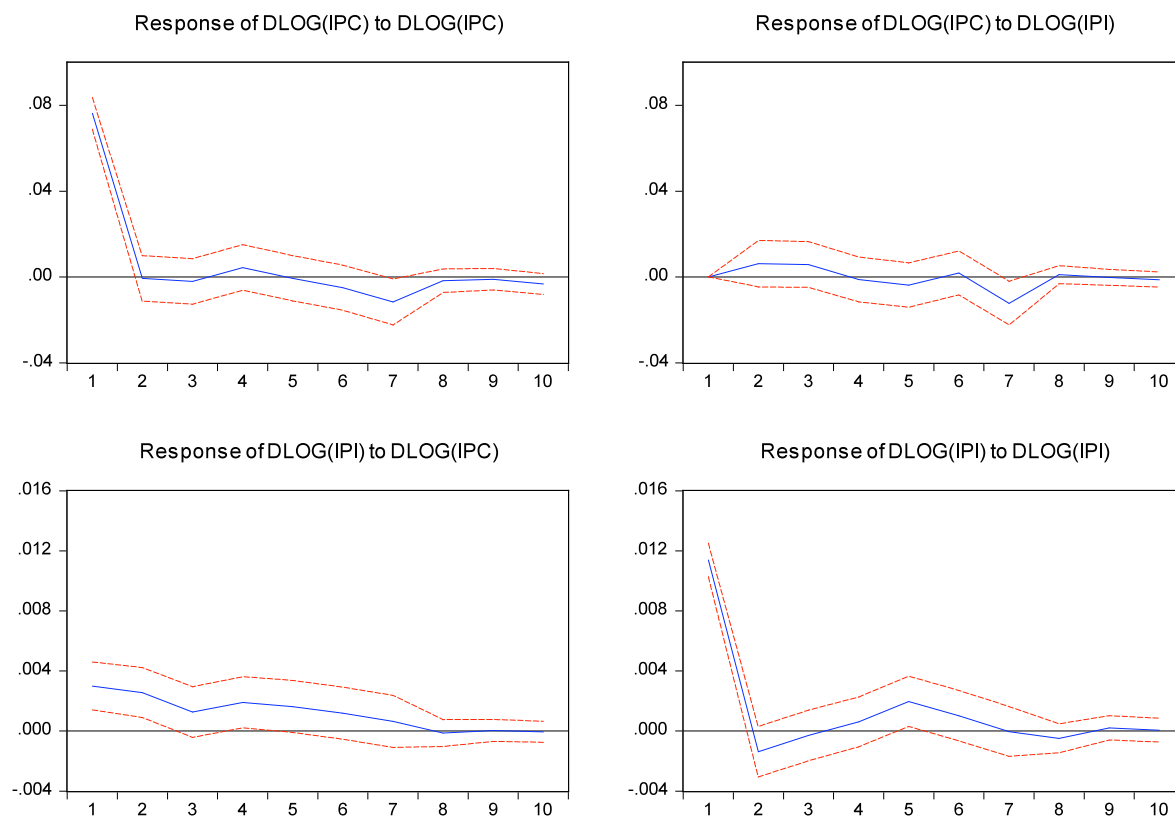
Para el modelo que incorpora como control el IPI de Estados Unidos (MODELO 02), se obtuvo un número óptimo de rezagos de 6. Así mismo, los correlogramas de los residuales para ambos modelos y las pruebas de autocorrelación en los residuales para ambos modelos muestran que no existe correlación en éstos. Después de estimar los modelos se hicieron pruebas de causalidad de Granger y ambos modelos sugieren ir en la misma dirección: El

IPI no Granger-causa el IPC pero el IPC si Granger-causa el IPI. Los resultados se muestran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3			
MODELO 01			
Variable dependiente IPI			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPC	22.32815	6	0.0011
Variable dependiente IPC			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	9.095917	6	0.1683
MODELO 02			
Variable dependiente IPI			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPC	15.79336	6	0.0149
Variable dependiente IPC			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	8.864305	6	0.1814

Gráfico 1.11

Response to Cholesky One S.D. Innovations  $\pm 2$  S.E.

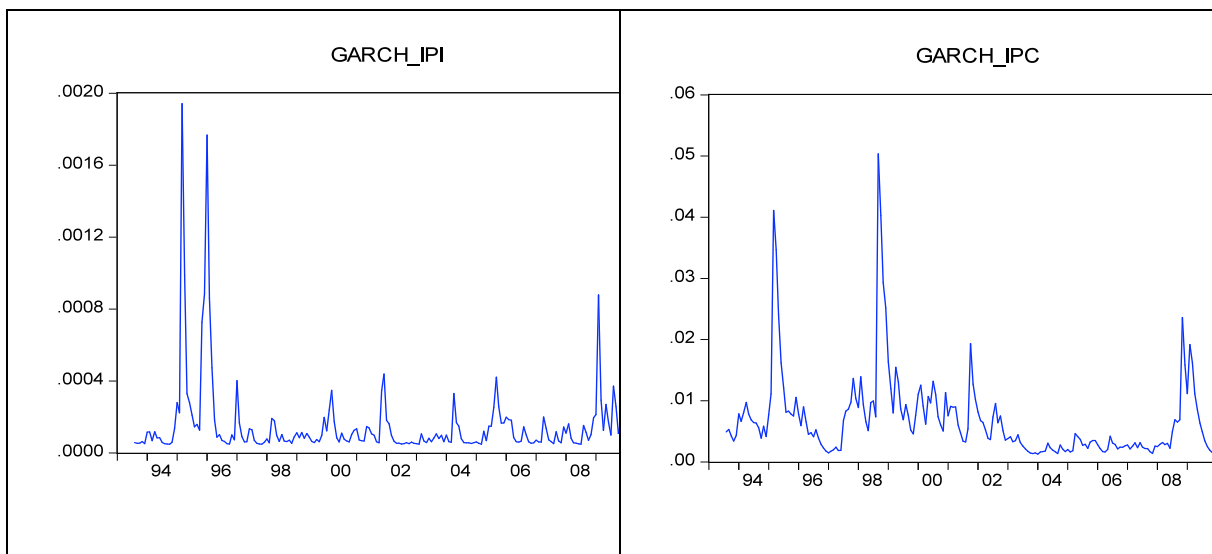


El análisis de impulso respuesta para el primer modelo muestra que ante un choque en una variable, hay una persistencia de dos periodos en esa misma variable. El impacto del producto en la bolsa no es significativo pero el impacto de la bolsa en el producto es persistente aunque la magnitud no es tan grande. Para el modelo (controlando por IPIUS) los resultados son similares.

## 5.2 ARIMA - GARCH en dos etapas

Tras estimar las ecuaciones (1.1), (1.2) y sus respectivos GARCH, se obtienen las volatilidades  $(\hat{\sigma}_{ipi}^2, \hat{\sigma}_{ipc}^2)$  que se usarán en la siguiente etapa. En el gráfico 1.9 se muestran las volatilidades estimadas. Se muestran las volatilidades que se obtuvieron del modelo con 6 rezagos. El IPC (lado derecho de la gráfica 1.9) muestra un efecto más persistente que la volatilidad del IPI. En otras palabras, un choque en el mercado bursátil ocasiona mayor persistencia en la volatilidad de la bolsa que un choque en la economía real.

Gráfico 1.12





El criterio de selección de rezagos para los VAR tetravariados indica que el número óptimo de rezagos para el modelo 3 es 10 y para el modelo con control de IPIUS (MODELO 03) es 11. Tanto los correlogramas como las pruebas LM de autocorrelación en los residuales muestran que no hay autocorrelación significativa al 5%<sup>7</sup>.

Para el modelo 3, las pruebas de causalidad de Granger que se muestran en la tabla 1.4 indican que IPC causa en el sentido de Granger el IPI, con un nivel de significancia del 5%, la volatilidad del IPI causa al IPC al 1%. El IPI causa al IPC al 5%. La volatilidad del IPI es causada en el sentido de Granger por el rendimiento del IPI al 1%. Análogamente, la volatilidad del IPC es causada al 1% por el rendimiento de la bolsa.

En contraste en el modelo 4 (tabla 1.5), el producto es causado en el sentido de Granger por su volatilidad con una significancia estadística del 5% y marginalmente (al 16%) por el rendimiento del IPC. Por otra parte, el rendimiento de la bolsa es causado por el IPI en el sentido de Granger al 1% y marginalmente por su volatilidad (al 15%). Las volatilidades del IPI y del IPC son causados en el sentido de Granger al 1% por el rendimiento del IPI y del IPC respectivamente.

Tabla 1.4

Modelo 03			
Variable dependiente IPI			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPC	19.80979	10	0.0311
$\hat{\sigma}_{ipi,t}^2$	22.92503	10	0.0110
$\hat{\sigma}_{ipc,t}^2$	6.047210	10	0.8113
Variable dependiente IPC			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	19.98938	10	0.0294
$\hat{\sigma}_{ipi,t}^2$	10.36543	10	0.4090
$\hat{\sigma}_{ipc,t}^2$	15.40526	10	0.1180
Variable dependiente	$\hat{\sigma}_{ipi,t}^2$		

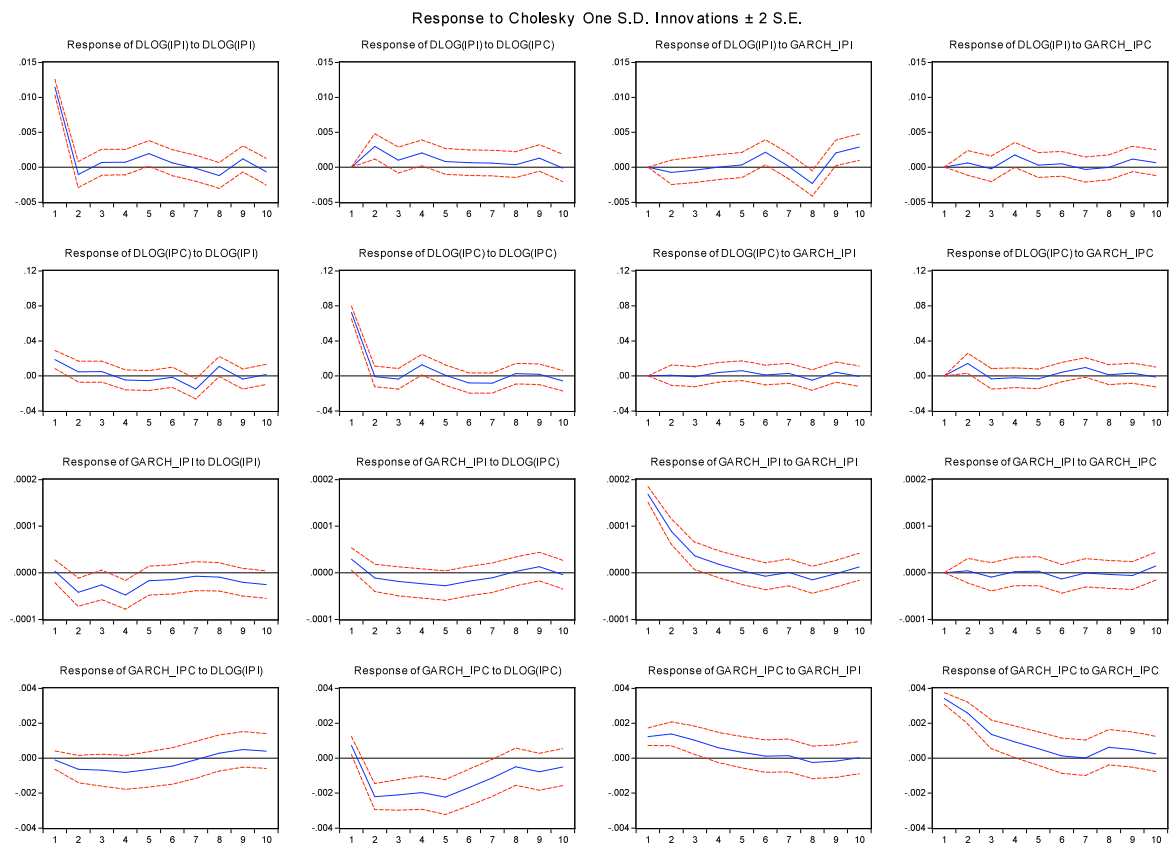
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	23.92402	10	0.0078
IPC	9.992110	10	0.4412
$\hat{\sigma}_{ipc_t}^2$	7.002397	10	0.7252
Variable dependiente $\hat{\sigma}_{ipc_t}^2$			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	7.555291	10	0.6722
IPC	99.83139	10	0.0000
$\hat{\sigma}_{ipi_t}^2$	11.54326	10	0.3168

Tabla 1.5

Modelo 04			
Variable dependiente IPI			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPC	15.67309	11	0.1537
$\hat{\sigma}_{ipi_t}^2$	22.58773	11	0.0202
$\hat{\sigma}_{ipc_t}^2$	6.353005	11	0.8488
Variable dependiente IPC			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	19.07573	11	0.0597
$\hat{\sigma}_{ipi_t}^2$	10.06970	11	0.5241
$\hat{\sigma}_{ipc_t}^2$	15.91935	11	0.1442
Variable dependiente $\hat{\sigma}_{ipi_t}^2$			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	26.52955	11	0.0054
IPC	11.25248	11	0.4224
$\hat{\sigma}_{ipc_t}^2$	6.179324	11	0.8611
Variable dependiente $\hat{\sigma}_{ipc_t}^2$			
Variable excluida	Chi cuadrada	Grados de libertad	Prob.
IPI	8.950807	11	0.6264
IPC	109.3714	11	0.0000
$\hat{\sigma}_{ipi_t}^2$	12.26370	11	0.3442

El modelo 3 estima la relación entre IPI y IPC; el modelo 4 estima la misma relación pero incorporando como control el IPI de Estados Unidos. Los dos modelos concluyen que el primer rezago del IPI es estadísticamente significativo para explicar el IPI de hoy, mientras que el primer rezago del Índice de Precios y Cotizaciones no es estadísticamente significativo para explicar el IPC de hoy. La volatilidad del periodo anterior del IPC es significativa para explicar el IPI.

Cuando se incorpora como control el IPI de Estados Unidos resulta muy significativo para explicar el IPI de México; es un resultado que no sorprende debido al alto grado de integración económica entre los dos países.



El análisis de impulso respuesta muestra que un choque en IPI y en IPC tarda en desaparecer 2 periodos, mientras que los choques en la volatilidad del IPI pueden tardar hasta 5 meses (periodos) en desaparecer y 6 meses los choques en la volatilidad del IPC. Por otra parte, la volatilidad del IPI tiene un efecto retrasado en en IPI, de 5 meses. El efecto de un choque en IPI tiene un impacto negativo en la volatilidad de IPI, aunque no muy significativo. Un choque en el IPC tiene un efecto negativo en la volatilidad del IPC. El análisis cuando se incorpora el modelo con control de IPIUS arroja las mismas conclusiones.

Gráfico 1.13

### **5.3 M-GARCH-M CCC**

La tercera manera de estimar esta relación es un modelo M-GARCH-M CCC o Modelo GARCH en la Media con Correlación Condicional Constante. Al igual que los procesos ARIMA de la sección anterior, se han escogido los rezagos (6) de acuerdo al criterio de selección óptima de rezagos. En el modelo A se estima la relación entre IPI y IPC, en el modelo B se estima la misma relación pero controlando por el IPI de Estados Unidos. Similarmente con el modelo ARIMA – GARCH, se encontró que el Índice de la Producción Industrial Estadounidense es una variable que está altamente relacionada con el IPI de México. Los resultados se presentan en la tabla 2.1. Al igual que para la producción industrial, se encontró una relación fuerte entre el IPI de Estados Unidos y el IPC. Por otra parte, los efectos de la volatilidad en la media no son significativos; lo anterior se puede deber a que hacen falta datos para la estimación o al tamaño pequeño de la bolsa de valores con respecto a bolsas de países más desarrollados.

Como se observó en el gráfico 1.9, la volatilidad de la bolsa tiene un efecto de plazo más largo que la volatilidad del producto, esta información la respalda la estimación de las ecuaciones 2.3 y 2.4. Los resultados se presentan en la tabla 2.2. En el producto el efecto ARCH es más significativo que el efecto GARCH, mientras que en la bolsa la relación es la contraria: el efecto GARCH es el que predomina.

Por último, podemos decir de acuerdo con tabla 2.3 (que presenta la estimación de la ecuación 2.5) que la relación entre ambas volatilidades es positiva: a mayor volatilidad en el producto habrá mayor volatilidad en el mercado bursátil.

Tabla 2.1

	MODELO A	MODELO B		MODELO A	MODELO B
Eq01	ipi	ipc	Eq02	ipi	ipc
IPI	(std error)	(std error)	IPC	(std error)	(std error)
$c_1$	3.3134	1.5686	$c_2$	45.1682	41.6104
	(3.4542)	(3.6131)		(25.2840)	(28.4483)
$ipi_{t-1}$	-0.1611**	-0.1621**	$ipi_{t-1}$	0.3890	0.2232
	(0.0749)	(0.0786)		(0.4471)	(0.4464)
$ipi_{t-2}$	-0.0629	-0.0717	$ipi_{t-2}$	0.4638	0.6300
	(0.0658)	(0.0652)		(0.4025)	(0.4210)
$ipi_{t-3}$	0.0305	-0.0147	$ipi_{t-3}$	0.1033	-0.0233
	(0.0617)	(0.0629)		(0.4076)	(0.3705)
$ipi_{t-4}$	0.0880	0.0880*	$ipi_{t-4}$	-0.2902*	-0.1806
	(0.0532)	(0.0512)		(0.3514)	(0.3529)
$ipi_{t-5}$	0.1482**	0.1245**	$ipi_{t-5}$	-0.3227	-0.1565
	(0.0604)	(0.0590)		(0.3790)	(0.3797)
$ipi_{t-6}$	0.0769	0.0641	$ipi_{t-6}$	-1.1862***	-1.0321***
	(0.0478)	(0.0489)		(0.3509)	(0.3315)
$ipc_{t-1}$	0.0122	0.0083	$ipc_{t-1}$	-0.1037	-0.0873
	(0.0095)	(0.0093)		(0.0844)	(0.0814)
$ipc_{t-2}$	0.0157	0.0108	$ipc_{t-2}$	-0.0508*	-0.0307
	(0.0085)	(0.0086)		(0.0814)	(0.0748)
$ipc_{t-3}$	0.0093	0.0062	$ipc_{t-3}$	-0.0697	-0.0525
	(0.0084)	(0.0081)		(0.0741)	(0.0726)

$ipc_{t-4}$	0.0155**	0.0161*	$ipc_{t-4}$	0.0171*	0.0246
	(0.0085)	(0.0088)		(0.0663)	(0.0640)
$ipc_{t-5}$	0.0080	0.0049	$ipc_{t-5}$	-0.0876	-0.0524
	(0.0088)	(0.0092)		(0.0728)	(0.0677)
$ipc_{t-6}$	-0.0016	-0.0064	$ipc_{t-6}$	-0.2062***	-0.2195***
	(0.0100)	(0.0089)		(0.0681)	(0.0611)
$ipi_{us,t}$	-	0.2456**	$ipi_{us,t}$	-	-1.6027**
	-	(0.1246)		-	(0.6469)
$(hipi_t)^{1/2}$	0.0413	0.1881	$(hipi_t)^{1/2}$	1.1868	1.8711
	(0.2297)	(0.2272)		(1.0242)	(1.5146)
$(hipc_t)^{1/2}$	-0.0276	-0.0270	$(hipc_t)^{1/2}$	-0.2617	-0.3146
	(0.0288)	(0.0272)		(0.2245)	(0.2108)

\* significancia al 10%, \*\* significancia al 5%, \*\*\* significancia al 1%.

Tabla 2.2

	MODELO A	MODELO B		MODELO A	MODELO B
Eq03	coeff	Coeff	Eq04	coeff	Coeff
HIP101	(std error)	(std error)	HIPC02	(std error)	(std error)
$\alpha_{11}$	53.9879***	61.1127***	$\alpha_{21}$	415.2790	487.4102*
	(18.4607)	(20.0472)		(265.5454)	(279.0347)
$hipi_{t-1}$	0.2447	0.1735	$hipc_{t-1}$	0.6438***	0.5761***
	(0.1670)	(0.1609)		(0.1130)	(0.1056)
$u_{1,t-1}^2$	0.5400***	0.5649***	$u_{2,t-1}^2$	0.3641***	0.4350***
	(0.1667)	(0.1641)		(0.1457)	(0.1453)

\* significancia al 10%, \*\* significancia al 5%, \*\*\* significancia al 1%.

Tabla 2.3

	MODELO A	MODELO B
Eq05	coeff	coeff
corr	std error	std error
$\rho$	0.2277***	0.2392***
	(0.0670)	(0.0664)

\* significancia al 10%, \*\* significancia al 5%, \*\*\* significancia al 1%.

### 5.3 Resultados

Todos los modelos arrojan resultados similares. El primero de ellos es que existe una relación positiva entre la bolsa de valores y la economía real. Cuando se introduce en el modelo la producción de Estados Unidos, el modelo se ajusta mejor a los datos. Esto es natural debido a que el ciclo de México está muy ligado al ciclo de Estados Unidos.

El segundo resultado importante es que el primer rezago de la producción impacta negativamente en ambos índices, mientras que el primer rezago de la bolsa impacta positivamente.

En tercer lugar, las volatilidades están relacionadas negativamente con el producto y con la bolsa. Es decir que más volatilidad en el IPI o en el IPC ocasiona menos crecimiento tanto en la bolsa como en la economía real.

En el modelo GARCH-M CCC, se muestra que para el IPI, los primeros rezagos de la misma variable están relacionados negativamente, mientras que los rezagos del IPC están relacionados positivamente. Para el IPC, los rezagos primeros del IPI están relacionados positivamente, mientras que el sexto rezago, que es el significativo, está relacionado negativamente. La bolsa muestra una relación negativa con sus rezagos.

Por otra parte, el IPI de Estados Unidos se relaciona positivamente con el IPI de México, esto es debido a la alta relación entre los ciclos económicos de ambos países. Un resultado sorprendente es que la relación de la bolsa con la producción de Estados Unidos es inversa, si mejora el desempeño de la economía estadounidense, empeora el desempeño de la bolsa mexicana. Lo anterior podría explicarse ya que cuando la economía de Estados Unidos tiene mal desempeño los capitales migran hacia bolsas de otros países, entre ellos las bolsas latinoamericanas, que en años recientes han mejorado considerablemente su calificación y se han convertido en mercados más atractivos. De esta forma, cuando la

economía de Estados Unidos mejora, estos capitales regresan y las bolsas latinoamericanas sufren un flujo negativo de capitales. No obstante, es un resultado contra intuitivo y los resultados no son significativamente estadísticos, por lo que deben tratarse con cuidado y no apresurarse a conclusiones erróneas así que debe estudiarse más a fondo.

De los modelos VAR, un resultado importante es que más volatilidad en el IPI impacta negativamente en el crecimiento del producto pero positivamente en el crecimiento de la bolsa, es decir que mayor incertidumbre en la economía real tiene un efecto negativo en el rendimiento de la inversión real y un efecto positivo en la inversión de portafolio. Otro resultado importante es que más volatilidad en la bolsa tiene un impacto negativo en el producto y un impacto positivo en el IPC debido a que la incertidumbre en el mercado bursátil aumenta el riesgo y con éste aumenta el rendimiento, volviendo más atractiva la inversión de cartera.

Otro resultado es que las fluctuaciones en el Índice de Precios y Cotizaciones tienen un efecto más persistente que las fluctuaciones en la economía real. Es decir, la volatilidad del IPI sigue un proceso ARCH mientras que la volatilidad de la bolsa sigue un proceso GARCH.

De los modelos 01 y 02 se obtuvo que el IPC causa al IPI pero no en la otra dirección en el sentido de Granger, mientras que los modelos 03 y 04 indican una causalidad bidireccional. La volatilidad del IPI causa al IPC. Las volatilidades son causadas por los rendimientos respectivamente.



## **6. Conclusiones**

La situación del sistema financiero mexicano dentro de un contexto internacional es buena. La BMV ha crecido considerablemente en la última década a pesar de la reciente crisis financiera. Su marco regulatorio sigue mejorando ajustándose rápidamente a la estructura cambiante del entorno financiero internacional.

La hipótesis que se ha probado en este trabajo es si existe una relación entre los rendimientos del producto y del mercado de valores y sus volatilidades. Más allá de intentar explicar el comportamiento causal entre estas variables, es crucial saber si inestabilidad o incertidumbre en un mercado tiene efectos positivos o negativos en ese mismo mercado o en el otro.

La literatura sobre el tema define como principales canales de transmisión del sistema financiero a la economía real el diferencial y la estructura de tasas de interés junto con el rendimiento de las acciones. Algunos puntos de la literatura que se han corroborado para el caso de México son los siguientes: Como mencionan Chiarella y Hernández Perales, la bolsa es por lo general un indicador líder del desempeño de la actividad económica real. Esto se ve confirmado en este análisis empírico. Otro punto importante, como menciona Kim, un mal desempeño económico ocasiona mayor riesgo de mercado y por lo tanto mayor retorno esperado. Igualmente Navarro menciona que hay una prima de riesgo en situaciones de incertidumbre, lo cual se relaciona directamente con mayor volatilidad.

Como se señaló en los resultados, la volatilidad del producto impacta negativamente en el producto pero positivamente en el crecimiento de la bolsa, esto se explica ya que la volatilidad en la economía real genera incertidumbre, por lo que la producción de bienes reales tiende a desacelerarse; por otro lado, mayor incertidumbre implica mayor riesgo, y el

riesgo está relacionado positivamente con los retornos de los activos, esto explica la relación positiva entre bolsa y volatilidad en el producto. De igual manera, más volatilidad en la bolsa tiene un impacto negativo en el producto y un impacto positivo en el IPC, esta relación se puede explicar por un argumento similar al anterior. Esto es congruente con la teoría, Kim et al (2007) explican que “un mal desempeño económico ocasiona mayor riesgo de mercado y por consiguiente mayor retorno esperado”. Fama (1990) menciona que las expectativas sobre el crecimiento económico impactan sobre los retornos esperados de las acciones, incrementando su valor.

Otro resultado importante es que la volatilidad en la bolsa tiene un efecto más persistente que la volatilidad en el producto, es decir los periodos de volatilidad alta duran más en la bolsa que en el producto. Además, existe una relación positiva entre las volatilidades del producto y la bolsa, y esta relación es estadísticamente significativa.

El análisis de causalidad de Granger, muestra que en los modelos más sencillos (que no incorporan volatilidades), el rendimiento de la bolsa es un indicador líder del desempeño futuro del IPI, mientras que no se puede afirmar que el IPI pueda predecir el rendimiento de la bolsa. En los siguientes modelos, que incorporan volatilidades, la causalidad de Granger es bidireccional entre los rendimientos y además, el IPI y el IPC predicen el comportamiento de sus respectivas volatilidades y viceversa.

No se puede decir que el efecto de las volatilidades sea tan importante de acuerdo con los resultados obtenidos, pero si se puede decir que la relación se corroboró y existe, más que en las volatilidades, en los niveles: Choques en una variable impactan en la otra variables más que sus respectivas volatilidades.

Comparativamente, al igual que muchos países en desarrollo, México ha librado mejor la crisis financiera, esto se debe a que los mercados son más pequeños en términos totales y relativos, aunado a esto, la profundización del sector es menor; sin embargo, son mercados menos estables y más volátiles. La explicación es que la misma volatilidad es la que ha ayudado a los mercados a recobrase junto con la profundización menor de los mercados en desarrollo.

Se deben buscar medidas para que la bolsa siga creciendo a las tasas que ha crecido en los últimos años y de la misma manera tan estable. No se debe perder de vista que cuánto más desarrollado es un sistema financiero, se vuelve más complejo y si no se regula adecuadamente, el impacto de choques externos puede ser catastrófico para la economía en su conjunto.

## Bibliografía

Aspe, Pedro. (2004), Reforma fiscal y financiera, en El camino mexicano de la transformación económica. *FCE*, pp. 63 - 110.

Bailey, Warren y Chung, Peter. (1994), Exchange rate Fluctuations, Political Risk and Stock Returns: Some Evidence from an Emerging Market, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 30, No. 4. p. 541 - 561.

Basci, Sidika. (2004), Modelling Stock Returns and Volatility with Forward Looking Inflation: A Case for Turkey. *Atilim University*.

Binswanger, Mathias. (2000), Stock Market Booms and Real Economic Activity: Is this Time Different? *Universidad de St. Gallen*.

Blanchard, O. (1981), Output, the Stock Market, and Interest Rate. *American Economic Review*, 71, 1. 132 p. 143.

Blanchard, O. (1997), Macroeconomics. *Prentice Hall*. Upper Saddle River.

Bollerslev, T. (1990) "Modeling the coherence in short-run nominal exchange rates: a multivariate generalized arch approach" *Review of Economics and Statistics* 72: 498-505.

Chiarella et al. (2002), Stock Market, Interest Rate and Output: A Model and Estimation for US Time Series Data. *Center for Empirical Macroeconomics*.

Correa Vázquez, Eugenia et al. (2009), Cambios en la estructura financiera en América Latina: Brasil, México y Argentina. *UNAM*.

De la Calle, Luis F. (1991), Diversification of Macroeconomic Risk and International Integration of Capital Markets: The Case of Mexico, *The World Bank Economic Review*, p. 415 – 436.

Doshi Kokla et al. (2001), Privatization, Financial Liberalization and Stock Market Performance: The Case of Mexico. en Market Revolution in Latin America: Beyond Mexico, Kotabe, Masaaki y Leal, Ricardo (eds.), *Elsevier Science*. p. 185 - 211.

Engle, Robert y Sheppard, Kevin. (2001), Theoretical and Empirical Properties of Dynamic Conditional Correlation Multivariate GARCH, *NBER Working Papers* (8554).

Fama, Eugene. (1990), Stock Returns, Expected Returns and Real Activity. *Journal of Finance*, 45. p. 1089 - 1108.

Forster, Katrin. (2005), Stock Prices and Real Economic Activity. Empirical Results for Germany. *Deutsche Bank Research*.

Hanson, Gordon H., (2010), Why Isn't Mexico Rich? *NBER Working Paper Series*.

Hernández Perales (2000), Norma A. The Relationships Between Mexican Stock Market Returns and Real, Monetary and Economic Variables, *ITESM*.

Hernández Trillo, Fausto. (2005), Primero lo primero: ¿cómo financiar el desarrollo económico en México? en Aguilar Rivera, José Antonio., México: Crónicas de un país posible, *FCE*, pp. 127 - 150.

Hernández Trillo, Fausto. (2010), Obstáculos al desarrollo del sistema financiero en México, *IPAB*.

Izquierdo, Alejandro y Talvi, Ernesto (coords.). (2010), Policy Trade-offs for Unprecedented Times, *Banco Interamericano de Desarrollo*.

Jara, Alejandro; Moreno, Ramón; Tovar, E. Camilo. (2009), The Global Crises and Latin America: Financial Impact and Policy Responses. *BIS Quarterly Review*.

Kehoe, J. Timothy & Ruhl, J. Kim, (2010), Why Have Economic Reforms in Mexico not Generated Growth?, *NBER Working Paper Series*.

Kim et al. (2007), Business Conditions, Stock Market Volatility and Expected Return. *University of Washington*.

López Herrera, Francisco (2006), Riesgo Sistemático en el Mercado de Capitales: un caso de segmentación parcial. *Contaduría y Administración*, mayo - agosto, no. 219. UNAM, p. 86 - 113.

Navarro, Cora y Santillán, Roberto (2001) A Test of the APT in the Mexican Stock Market, *EGADE-ITESM*.

Omran, Mohammed. (2003), Time Series Analysis of the Impact of Real Interest Rates on Stock Market Activity and Liquidity in Egypt: Co-integration and Error Correction Model Approach. *International Journal of Business*.

Tse, Y.K. (2000), A Test for Constant Correlations in a Multivariate GARCH Model, *Journal of Econometrics*, p. 107 - 127.

#### Referencias Electrónicas

Índice Nacional de Estadística: “<http://www.ine.es/daco/daco43/notaipi.htm>”, consultado el 18 de mayo de 2011.

Anexo

Correlogramas para IPI y dlog(IPI) respectivamente

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.985	0.985	213.41	0.000		1	0.115	0.115	2.9206	0.087
		2	0.971	0.037	421.85	0.000		2	0.079	0.067	4.3000	0.116
		3	0.957	-0.017	625.20	0.000		3	0.150	0.136	9.2516	0.026
		4	0.942	-0.036	823.18	0.000		4	0.181	0.152	16.563	0.002
		5	0.926	-0.057	1015.2	0.000		5	-0.010	-0.061	16.584	0.005
		6	0.907	-0.073	1200.7	0.000		6	-0.156	-0.200	22.021	0.001
		7	0.889	-0.010	1379.7	0.000		7	0.145	0.147	26.759	0.000
		8	0.872	0.029	1552.8	0.000		8	-0.048	-0.075	27.273	0.001
		9	0.854	-0.031	1719.6	0.000		9	-0.053	-0.003	27.920	0.001
		10	0.837	0.013	1880.5	0.000		10	-0.102	-0.075	30.294	0.001
		11	0.820	0.007	2035.7	0.000		11	0.015	-0.006	30.343	0.001
		12	0.805	0.057	2185.9	0.000		12	0.104	0.138	32.837	0.001
		13	0.792	0.043	2331.9	0.000		13	-0.207	-0.178	42.758	0.000
		14	0.778	-0.015	2473.5	0.000		14	0.086	0.113	44.495	0.000
		15	0.765	0.026	2611.2	0.000		15	0.058	0.038	45.281	0.000
		16	0.753	0.006	2745.2	0.000		16	0.039	-0.006	45.632	0.000
		17	0.742	0.021	2876.1	0.000		17	-0.134	-0.092	49.885	0.000
		18	0.731	-0.011	3003.8	0.000		18	0.075	0.082	51.207	0.000
		19	0.719	-0.039	3127.9	0.000		19	0.008	-0.127	51.221	0.000
		20	0.709	0.039	3249.3	0.000		20	-0.117	0.005	54.510	0.000
		21	0.699	0.001	3367.8	0.000		21	-0.128	-0.152	58.467	0.000
		22	0.688	-0.051	3483.1	0.000		22	-0.119	-0.086	61.915	0.000
		23	0.677	0.003	3595.3	0.000		23	-0.023	0.003	62.049	0.000
		24	0.664	-0.043	3704.0	0.000		24	-0.061	0.072	62.948	0.000
		25	0.653	0.014	3809.4	0.000		25	-0.061	0.005	63.871	0.000
		26	0.636	-0.174	3910.1	0.000		26	-0.075	-0.117	65.269	0.000
		27	0.617	-0.093	4005.3	0.000		27	-0.062	-0.065	66.214	0.000
		28	0.596	-0.068	4094.7	0.000		28	0.045	0.109	66.724	0.000
		29	0.575	-0.028	4178.3	0.000		29	0.044	0.122	67.221	0.000
		30	0.554	-0.007	4256.2	0.000		30	0.049	-0.056	67.822	0.000
		31	0.533	0.028	4328.7	0.000		31	0.017	0.037	67.899	0.000
		32	0.511	-0.000	4395.7	0.000		32	0.116	0.020	71.320	0.000
		33	0.490	-0.001	4457.6	0.000		33	0.049	0.036	71.933	0.000
		34	0.467	-0.061	4514.4	0.000		34	-0.052	-0.105	72.628	0.000
		35	0.446	0.020	4566.3	0.000		35	-0.020	-0.037	72.732	0.000
		36	0.427	0.062	4614.3	0.000		36	-0.014	-0.055	72.780	0.000

## Correlogramas para IPC y dlog(IPC) respectivamente

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1		0.981	0.981	211.75	0.000
2		0.959	-0.083	415.18	0.000
3		0.939	0.024	610.88	0.000
4		0.918	-0.017	798.93	0.000
5		0.898	0.012	979.77	0.000
6		0.880	0.029	1154.2	0.000
7		0.862	-0.007	1322.3	0.000
8		0.844	-0.008	1484.3	0.000
9		0.825	-0.032	1639.8	0.000
10		0.806	-0.017	1789.0	0.000
11		0.787	-0.009	1931.7	0.000
12		0.769	0.031	2068.9	0.000
13		0.752	-0.005	2200.5	0.000
14		0.734	-0.027	2326.6	0.000
15		0.716	-0.000	2447.3	0.000
16		0.701	0.036	2563.4	0.000
17		0.684	-0.039	2674.4	0.000
18		0.669	0.047	2781.2	0.000
19		0.654	-0.007	2884.0	0.000
20		0.642	0.066	2983.5	0.000
21		0.631	0.002	3080.1	0.000
22		0.623	0.083	3174.8	0.000
23		0.619	0.071	3268.5	0.000
24		0.616	0.045	3361.9	0.000
25		0.611	-0.047	3454.3	0.000
26		0.604	-0.070	3544.9	0.000
27		0.598	0.082	3634.5	0.000
28		0.594	-0.003	3723.1	0.000
29		0.584	-0.139	3809.3	0.000
30		0.572	-0.048	3892.5	0.000
31		0.559	-0.061	3972.3	0.000
32		0.543	-0.067	4048.1	0.000
33		0.524	-0.111	4119.0	0.000
34		0.505	0.024	4185.3	0.000
35		0.487	-0.031	4247.2	0.000
36		0.470	0.032	4305.2	0.000

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1		0.115	0.115	2.9206	0.087
2		0.079	0.067	4.3000	0.116
3		0.150	0.136	9.2516	0.026
4		0.181	0.152	16.563	0.002
5		-0.010	-0.061	16.584	0.005
6		-0.156	-0.200	22.021	0.001
7		0.145	0.147	26.759	0.000
8		-0.048	-0.075	27.273	0.001
9		-0.053	-0.003	27.920	0.001
10		-0.102	-0.075	30.294	0.001
11		0.015	-0.006	30.343	0.001
12		0.104	0.138	32.837	0.001
13		-0.207	-0.178	42.758	0.000
14		0.086	0.113	44.495	0.000
15		0.058	0.038	45.281	0.000
16		0.039	-0.006	45.632	0.000
17		-0.134	-0.092	49.885	0.000
18		0.075	0.082	51.207	0.000
19		0.008	-0.127	51.221	0.000
20		-0.117	0.005	54.510	0.000
21		-0.128	-0.152	58.467	0.000
22		-0.119	-0.086	61.915	0.000
23		-0.023	0.003	62.049	0.000
24		-0.061	0.072	62.948	0.000
25		-0.061	0.005	63.871	0.000
26		-0.075	-0.117	65.269	0.000
27		-0.062	-0.065	66.214	0.000
28		0.045	0.109	66.724	0.000
29		0.044	0.122	67.221	0.000
30		0.049	-0.056	67.822	0.000
31		0.017	0.037	67.899	0.000
32		0.116	0.020	71.320	0.000
33		0.049	0.036	71.933	0.000
34		-0.052	-0.105	72.628	0.000
35		-0.020	-0.037	72.732	0.000
36		-0.014	-0.055	72.780	0.000

Correlogramas para IPIUS y dlog(IPIUS) respectivamente

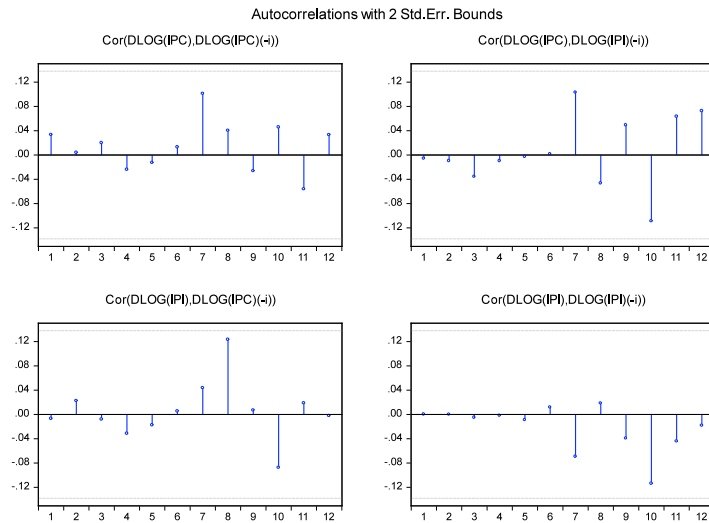
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.986	0.986	213.87	0.000
		2	0.971	-0.034	422.33	0.000
		3	0.955	-0.043	624.98	0.000
		4	0.938	-0.051	821.37	0.000
		5	0.919	-0.071	1010.8	0.000
		6	0.899	-0.039	1193.0	0.000
		7	0.879	-0.034	1367.8	0.000
		8	0.858	-0.015	1535.1	0.000
		9	0.836	-0.018	1694.9	0.000
		10	0.815	0.001	1847.4	0.000
		11	0.794	-0.002	1992.9	0.000
		12	0.773	-0.002	2131.4	0.000
		13	0.752	-0.002	2263.2	0.000
		14	0.732	0.003	2388.7	0.000
		15	0.713	0.014	2508.1	0.000
		16	0.693	-0.007	2621.8	0.000
		17	0.675	0.014	2730.0	0.000
		18	0.657	0.016	2833.2	0.000
		19	0.640	-0.011	2931.6	0.000
		20	0.624	0.025	3025.5	0.000
		21	0.608	-0.012	3115.2	0.000
		22	0.593	0.003	3200.9	0.000
		23	0.578	0.003	3282.7	0.000
		24	0.564	-0.008	3361.0	0.000
		25	0.549	-0.002	3435.7	0.000
		26	0.535	-0.039	3506.8	0.000
		27	0.519	-0.045	3574.2	0.000
		28	0.503	-0.023	3637.8	0.000
		29	0.487	0.001	3697.8	0.000
		30	0.470	-0.050	3754.0	0.000
		31	0.452	-0.036	3806.3	0.000
		32	0.435	0.016	3854.9	0.000
		33	0.418	-0.007	3899.9	0.000
		34	0.400	-0.019	3941.4	0.000
		35	0.382	-0.008	3979.5	0.000
		36	0.364	-0.012	4014.2	0.000

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.238	0.238	12.426	0.000
		2	0.322	0.281	35.196	0.000
		3	0.354	0.267	62.905	0.000
		4	0.346	0.214	89.497	0.000
		5	0.272	0.081	105.95	0.000
		6	0.243	0.014	119.18	0.000
		7	0.112	-0.155	122.03	0.000
		8	0.151	-0.074	127.20	0.000
		9	0.134	-0.015	131.28	0.000
		10	0.035	-0.072	131.55	0.000
		11	0.026	-0.034	131.70	0.000
		12	-0.017	-0.055	131.77	0.000
		13	-0.045	-0.051	132.24	0.000
		14	-0.013	0.026	132.29	0.000
		15	-0.003	0.086	132.29	0.000
		16	-0.134	-0.071	136.54	0.000
		17	-0.098	-0.065	138.82	0.000
		18	0.000	0.083	138.82	0.000
		19	-0.159	-0.108	144.83	0.000
		20	-0.062	0.016	145.76	0.000
		21	-0.100	-0.009	148.16	0.000
		22	-0.109	-0.025	151.03	0.000
		23	-0.017	0.079	151.10	0.000
		24	-0.104	-0.047	153.74	0.000
		25	-0.014	0.104	153.80	0.000
		26	0.029	0.094	154.00	0.000
		27	-0.079	-0.084	155.54	0.000
		28	0.014	0.019	155.59	0.000
		29	0.014	-0.046	155.64	0.000
		30	0.010	-0.004	155.66	0.000
		31	0.009	-0.007	155.68	0.000
		32	0.024	-0.017	155.82	0.000
		33	-0.020	-0.052	155.93	0.000
		34	-0.056	-0.116	156.75	0.000
		35	0.023	0.028	156.89	0.000
		36	0.073	0.152	158.29	0.000



## MODELO 01

### Correlograma de residuales



### Prueba de autocorrelación en los residuales

VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h

Sample: 1993M01 2011M01

Included observations: 210

Lags	LM-Stat	Prob
1	6.108110	0.1912
2	2.498428	0.6449
3	3.891148	0.4209
4	3.765073	0.4387
5	1.188729	0.8800
6	0.617366	0.9611
7	6.367481	0.1733
8	4.083021	0.3949
9	1.644773	0.8007
10	7.152903	0.1280
11	3.446679	0.4860
12	1.519397	0.8232

Probs from chi-square with 4 df.

## MODELO 02

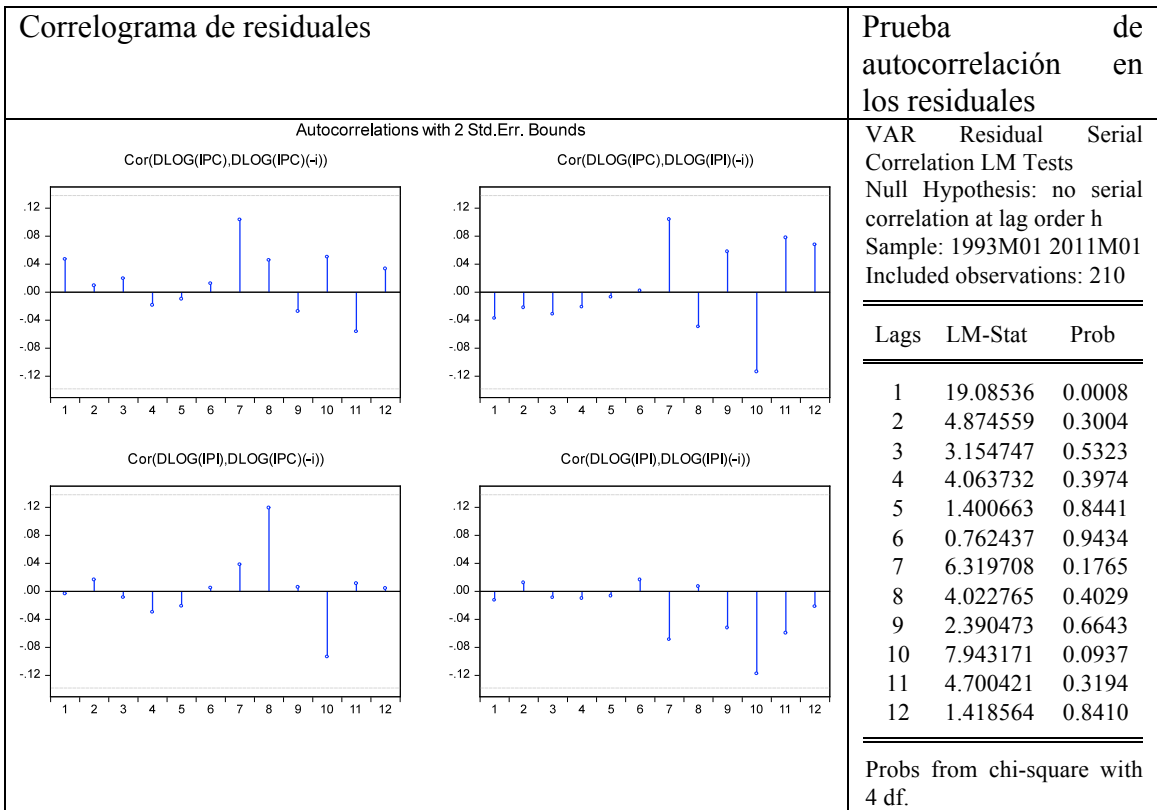
## Criterio de selección de rezagos

VAR Lag Order Selection Criteria

Sample: 1993M01 2011M01

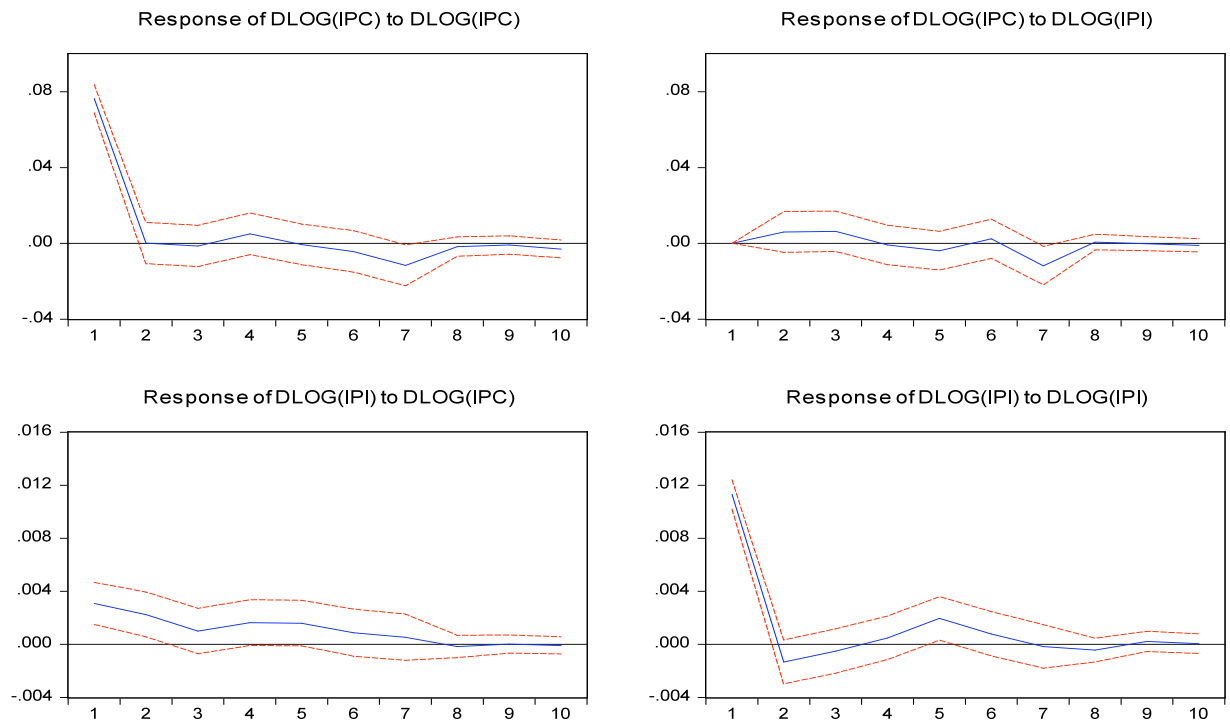
Included observations: 204

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	851.2022	NA	8.47e-07*	-8.305904*	-8.240843*	-8.279585*
1	854.0293	5.543290	8.57e-07	-8.294405	-8.164282	-8.241768
2	855.1405	2.157181	8.81e-07	-8.266084	-8.070900	-8.187128
3	857.6877	4.894619	8.94e-07	-8.251841	-7.991596	-8.146567
4	863.7927	11.61146	8.76e-07	-8.272478	-7.947172	-8.140886
5	865.7589	3.700970	8.94e-07	-8.252538	-7.862171	-8.094627
6	872.4502	12.46418*	8.70e-07	-8.278923	-7.823495	-8.094694
7	876.5762	7.604930	8.70e-07	-8.280159	-7.759670	-8.069612
8	878.8407	4.129283	8.85e-07	-8.263144	-7.677593	-8.026278
9	880.3003	2.632946	9.07e-07	-8.238238	-7.587626	-7.975054
10	884.6733	7.802927	9.04e-07	-8.241895	-7.526222	-7.952393
11	885.5229	1.499154	9.33e-07	-8.211008	-7.430274	-7.895187
12	886.0795	0.971379	9.66e-07	-8.177250	-7.331455	-7.835110



### Funciones de impulso respuesta

Response to Cholesky One S.D. Innovations  $\pm$  2 S.E.



## MODELO 03

## Criterio de selección de rezagos

VAR Lag Order Selection Criteria

Endogenous variables: DLOG(IPI) DLOG(IPC) GARCH\_IPI GARCH\_IPC

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	2924.292	NA	1.82e-18	-29.49790	-29.43147	-29.47101
1	3097.402	337.4774	3.72e-19*	-31.08487*	-30.75272*	-30.95043*
2	3103.253	11.16901	4.12e-19	-30.98235	-30.38448	-30.74035
3	3113.527	19.19961	4.37e-19	-30.92452	-30.06093	-30.57497
4	3124.134	19.39248	4.61e-19	-30.87004	-29.74074	-30.41294
5	3130.901	12.09761	5.07e-19	-30.77677	-29.38175	-30.21211
6	3144.573	23.89247	5.21e-19	-30.75326	-29.09252	-30.08105
7	3157.782	22.54931	5.37e-19	-30.72508	-28.79862	-29.94531
8	3188.093	50.51775	4.67e-19	-30.86963	-28.67745	-29.98231
9	3195.990	12.84214	5.09e-19	-30.78778	-28.32988	-29.79290
10	3215.421	30.81523*	4.95e-19	-30.82244	-28.09882	-29.72001
11	3231.271	24.49575	5.00e-19	-30.82092	-27.83159	-29.61094
12	3238.094	10.26791	5.54e-19	-30.72822	-27.47317	-29.41068

## Prueba de autocorrelación en los residuales

VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h

Sample: 1993M01 2011M01

Included observations: 200

Lags	LM-Stat	Prob
1	20.62251	0.1935
2	14.29288	0.5769
3	17.74007	0.3393
4	14.28841	0.5772
5	14.14503	0.5879
6	18.14103	0.3157
7	16.17337	0.4409
8	11.05120	0.8063
9	10.57605	0.8349
10	25.22549	0.0659
11	24.63646	0.0765
12	12.79309	0.6878

Probs from chi-square with 16 df.

## MODELO 04

## Criterio de selección de rezagos

VAR Lag Order Selection Criteria

Endogenous variables: DLOG(IPI) DLOG(IPC) GARCH\_IPI GARCH\_IPC

Exogenous variables: C DLOG(IPIUS)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	2932.602	NA	1.74e-18	-29.54143	-29.40857	-29.48765
1	3103.555	331.5454	3.64e-19*	-31.10661*	-30.70804*	-30.94528*
2	3110.191	12.60262	4.00e-19	-31.01203	-30.34774	-30.74315
3	3119.943	18.12506	4.26e-19	-30.94892	-30.01891	-30.57248
4	3129.909	18.12007	4.53e-19	-30.88797	-29.69224	-30.40398
5	3135.624	10.15951	5.04e-19	-30.78408	-29.32263	-30.19253
6	3148.624	22.58597	5.21e-19	-30.75378	-29.02661	-30.05468
7	3162.558	23.64460	5.33e-19	-30.73290	-28.74002	-29.92625
8	3192.792	50.08469	4.64e-19	-30.87668	-28.61808	-29.96247
9	3200.804	12.94991	5.06e-19	-30.79600	-28.27168	-29.77424
10	3220.179	30.53034	4.92e-19	-30.83009	-28.04005	-29.70078
11	3237.668	26.85055*	4.89e-19	-30.84513	-27.78936	-29.60826
12	3244.362	10.00818	5.43e-19	-30.75113	-27.42965	-29.40671

## Prueba de autocorrelación en los residuales

VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h

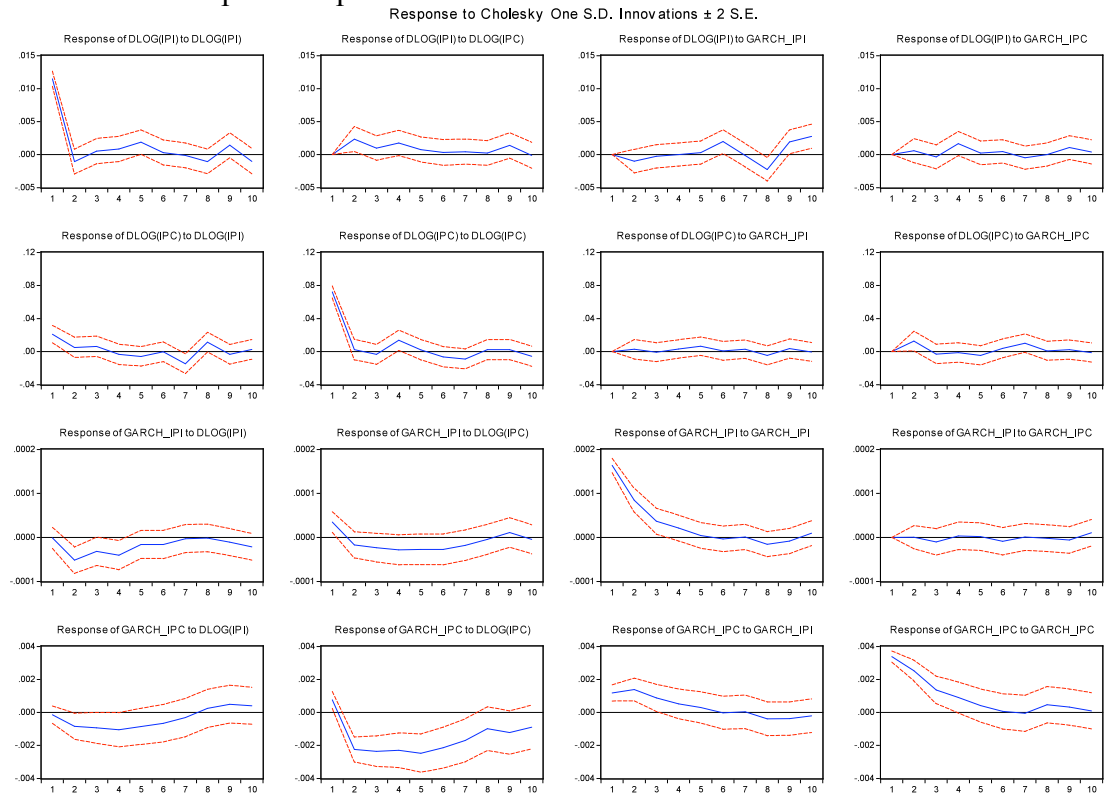
Sample: 1993M01 2011M01

Included observations: 199

Lags	LM-Stat	Prob
1	27.75274	0.0338
2	23.82244	0.0935
3	12.14017	0.7343
4	17.18608	0.3737
5	8.447168	0.9344
6	16.75699	0.4015
7	17.74961	0.3388
8	13.41199	0.6424
9	15.45670	0.4915
10	27.49071	0.0363
11	15.00568	0.5242
12	15.04557	0.5213

Probs from chi-square with 16 df.

### Funciones de impulso respuesta



---

<sup>1</sup> El cual es un caso importante por sus condiciones económicas particulares.

<sup>2</sup> La capitalización de mercado se define como el número de acciones totales que cotizan en la bolsa multiplicado por el valor comercial de éstas.

<sup>3</sup> Véase Aspe (2004) para una revisión más completa.

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Estadística (INE).

<sup>5</sup> Más adelante se explicará por qué se hizo la transformación a logaritmos naturales.

<sup>6</sup> LR: estadístico modificado secuencial LR, FPE: error final de predicción, AIC: criterio de información de Akaike, SC: criterio de información de Schwartz, HQ: criterio de información de Hannan-Quinn, todos los criterios a 5%(\*).

<sup>7</sup> Para algunos rezagos la significancia es del 10% pero no presenta mayores problemas.