

# Dinámica de los Commodities, Diversificación y Volatilidad Productiva

MARIA EUGENIA STEGLICH

Tutor: NICOLAS MERENER

Enero, 2016

## Resumen Ejecutivo

Cambios significativos en la dinámica de los precios de los commodities se han producido a partir del año 2004. Uno de los principales ha sido el fuerte incremento de las correlaciones de los retornos de precios. ¿Cuál ha sido el impacto de este hecho en el riesgo que enfrentan los países productores de materias primas? Se responde a esta pregunta a través del análisis empírico del valor de mercado de la producción de países productores de commodities. Se seleccionan 54 países por la contribución de la producción de materias primas a su PIB y se construye el valor de la producción nacional sobre la base de estadísticas históricas de producción y de precios para 22 bienes.

Se encuentra que entre 1986 y 2012 la volatilidad del valor de la producción debido a cambios en los precios del mercado mundial es dos veces más grande que la volatilidad del valor de la producción nacional debido a cambios en las cantidades producidas localmente. También se halla que la volatilidad del valor de la producción, debido a cambios en los precios del mercado ha variado fuertemente de acuerdo con el grado de concentración de los productores de materias primas. Los países concentrados de manera efectiva en la producción de menos de dos commodities han experimentado un aumento moderado de la volatilidad, pasando del 23,6% en 1995-2003 al 25,3% en 2004-2012. Por el contrario, los países diversificados de manera efectiva en tres o más materias primas han exhibido un incremento más marcado en la volatilidad, siendo del 13,6% en 1995-2003 y del 18,7% en 2004-2012.

Por lo tanto, los países diversificados han experimentado un aumento del riesgo que es aproximadamente tres veces mayor que el sufrido por los productores concentrados en pocos commodities. Se explican estos resultados a través de una descomposición aproximada de la volatilidad de la producción nacional en términos del índice Herfindahl asociado a la especialización productiva, de la volatilidad media de los commodities y de sus correlaciones promedio.

**Palabras Claves:** Commodities; Volatilidad productiva; Concentración del Mercado; Índice Herfindahl

# 1. Introducción

Este documento analiza la volatilidad del valor de la producción de commodities, a nivel nacional, para 54 países productores de materias primas en el período entre 1986 y 2012. El análisis está motivado por tres observaciones. En primer lugar, el valor de las canastas productivas de commodities varía debido a cambios en los precios del mercado mundial y a posibles variaciones relacionadas con la producción física local. En segundo lugar, los retornos mensuales de las materias primas, que exhiben correlaciones cercanas al 10% en promedio entre 1986 y 2003, sufrieron un incremento de sus correlaciones entre 2004 y 2012, cuando las mismas, por pares, para los productos agrícolas, minerales y energía fueron en promedio cercanas al 29%. Por último, los productores de commodities difieren fuertemente en su grado de diversificación. Por ejemplo, el 90% del valor de la producción de materias primas de Rusia se debe al petróleo. Por el contrario, el valor de la cesta de productos básicos de Brasil está compuesta en un 40% por petróleo, 13% por soja, e incluye también componentes significativos de mineral de hierro, maíz, azúcar, jugo de naranja, entre otros. Motivada por estas tres observaciones y desde el punto de vista de la cartera de riesgo que enfrentan los productores de commodities, se realiza una exploración empírica de la volatilidad del valor de la producción de los países productores de materias primas, tanto en el corte transversal como en el horizonte temporal. El documento intentará responder a las siguientes preguntas. En primer lugar, ¿Cómo las variaciones en los precios mundiales de commodities y en las producciones locales contribuyen a la volatilidad del valor de la producción nacional? En segundo lugar, la teoría de cartera sugiere que los productores diversificados deben experimentar una menor volatilidad que los productores concentrados. ¿Qué importancia tiene este efecto? En tercer lugar, esta misma teoría también sugiere que el aumento observado en las correlaciones de las materias primas debería generar una mayor volatilidad en la

producción para los países diversificados y un menor efecto sobre los concentrados. ¿Cuál es la magnitud de este efecto? En cuarto lugar, ¿Existe una relación significativa entre la volatilidad de la producción de un productor de mercancías, su grado de diversificación y las condiciones generales del mercado internacional de estos productos?

Se exploran estos temas empíricamente sobre una muestra de 54 países. Los mismos deben tener una proporción del valor de la producción de materias primas superior al 5% de su PIB. La muestra incluye, en su mayoría, a países en desarrollo pero también a unas pocas economías desarrolladas, como son Australia, Canadá y Noruega. Para cada país se construye una medida de la concentración (o especialización) nacional, basada en la contribución relativa de 22 productos minerales, agrícolas y energía, en el valor en dólares de la producción nacional de commodities. También se calcula, para cada país, la serie temporal histórica de los ingresos bajo el concepto de productos básicos, que se define como el producto de la producción de materias primas locales valorada según los precios del mercado mundial imperante.

Los principales resultados obtenidos son los siguientes. En primer lugar, entre 1986 y 2012, la volatilidad del valor de la producción de materias primas debido a cambios en los precios internacionales fue dos veces más grande que debido a los cambios anuales en las cantidades producidas. En segundo lugar, entre 1986 y 2003, los productores de commodities concentrados, definidos como aquellos países que participan de manera significativa en la producción de dos o menos materias primas, experimentaron una volatilidad anual del valor de su canasta productiva del 25%. Por el contrario, los productores de bienes básicos diversificados, definidos como aquellos que derivan una parte importante de sus ingresos en tres o más materias primas, enfrentaron una volatilidad anual promedio cercana al 15%. En este período la correlación promedio fue del 10%. En tercer lugar, la diferencia en el riesgo entre los productores concentrados y los diversificados se redujo a 6,6% a partir del año 2004,

como consecuencia del incremento en el riesgo que enfrentan los productores diversificados, 18,7%. Este aumento está vinculado con la suba de las correlaciones, las cuales en el período 2004-2012 promediaron 29%. Por lo tanto, el valor de la canasta de productos básicos, medida a nivel país, se ha vuelto más volátil tanto por el incremento de la volatilidad de los distintos productos básicos como por la suba de las correlaciones entre ellos.

La suba considerable de la volatilidad de la canasta productiva de commodities para los países diversificados es económicamente relevante porque la producción de materias primas contribuye una parte importante del PIB de los países de la muestra. También se encuentra una relación lineal, en la serie temporal y en el corte transversal, entre la especialización productiva y la varianza, con parámetros determinadas exclusivamente por el nivel general de la volatilidad de los productos básicos y por promedio de las correlaciones.

Este trabajo está relacionado con otros documentos de la literatura existente. La volatilidad de la producción está altamente correlacionada con la volatilidad del PIB y existe consenso entre los expertos en que constituye un factor perjudicial para el desarrollo económico desde la perspectiva para el crecimiento, la inversión, la desigualdad, la estabilidad institucional, etc. Algunos papers que se ocupan de estos temas son Ramey y Ramey (1995) y Aizenman y Marion (1999). El primero encuentra una relación negativa entre volatilidad y crecimiento. Por su parte, el segundo halla una correlación negativa entre volatilidad e inversión privada. Más recientemente, se han explorado las causas de la volatilidad en la producción. Koren y Tenreyro (2007) encontraron que la volatilidad del crecimiento del PIB es mayor en los países pobres debido, entre otras razones, a su grado de especialización industrial, al hecho de que estos países experimentan shocks agregados más frecuentes y más graves y porque sus fluctuaciones macroeconómicas están altamente correlacionado con los shocks que afectan a los sectores en los cuales están especializados. Di Giovanni y Levchenko (2009) exploraron el efecto de la apertura comercial en la volatilidad a partir de datos a nivel

de la industria y, entre otras conclusiones, identificaron una relación positiva entre el comercio, la especialización y la volatilidad productiva. La apertura al comercio internacional aumenta la importancia de las grandes firmas en la economía, elevando así la volatilidad macroeconómica. Estos trabajos se centran en las causas fundamentales de la volatilidad de la producción manufacturera. El presente trabajo, por el contrario, se focaliza en la volatilidad del valor de la producción de commodities, su relación con la estructura subyacente de producción y la dinámica general en los mercados mundiales de productos básicos. La volatilidad del valor de la producción constituye un riesgo primordial para los países productores de materias primas. Los beneficios asociados a la cobertura contra la volatilidad de precios de los commodities a nivel nacional fueron cuantificados por Borensztein et al. (2013). Este documento se centra en los países que reciben una gran proporción de su ingreso nacional de la exportación de un solo producto, ya que se encuentran expuestos a las fluctuaciones de los precios de productos que tienden a ser muy volátiles y persistentes. La relación entre la estructura productiva y los mercados de commodities fue explorada a nivel individual por Merener (2015), quien encontró que los distintos bienes básicos producidos en relativamente pocos países presentan fuertes fluctuaciones de sus precios mundiales, en contraposición a los que son producidos en muchos lugares. Lo anterior se ve reflejado en la curtosis de los retornos. Ese trabajo también muestra que las medidas de concentración productivas tuvieron un efecto significativo y positivo en la curtosis de los retornos y en que los parámetros asociados a los retornos tengan una distribución con cola grande. En un trabajo relacionado, Watugala (2015) concluyó que una mayor concentración en los importadores de una mercancía conduce a una mayor volatilidad de los precios de estos productos. Cuando la oferta y la demanda de commodities están dominadas por unos pocos países, el impacto de los shocks locales en la economía mundial se ve afectada por el grado de concentración del mercado. La dinámica de los precios afecta el comportamiento macroeconómico de los productores a través

de otros canales. Por ejemplo, Chen y Rogoff (2003), Cashin et al (2004), Clements y Fry (2008) han estudiado la relación entre las fluctuaciones en los precios de los productos básicos y los tipos de cambio de los productores de materias primas. Kose (2002) encontró una contribución significativa de los precios mundiales a los ciclos económicos de las economías pequeñas abiertas, que incluyen a muchos de los países de la muestra.

El documento está estructurado de la siguiente manera: En la sección 2 se describen los datos de precios de los commodities y se discuten ciertos aspectos de la dinámica de los precios de los mismos en el período entre 1986 y 2012. En la sección 3 se considera el riesgo que enfrenta una nación productora de materias primas y se propone una descomposición sencilla de la volatilidad de las canastas productivas de commodities en términos del grado de diversificación productiva y de la dinámica general del mercado. En la sección 4 se presenta la muestra utilizada de países productores de materias primas. En la sección 5 se analiza la dinámica de la volatilidad de las cestas a través de modelos GARCH y Markov-Switching. En la sección 6 se presentan los resultados empíricos de la relación existente entre especialización y volatilidad de la producción. Se concluye en la Sección 7.

## **2. Dinámica de los commodities**

En la presente tesis se considera una muestra conformada por 22 commodities internacionales en el ámbito de su comercio físico y para los cuales se dispone de información de sus precios mundiales de referencia durante el período 1986 a 2012. A excepción del mineral de hierro, el análisis se basa en los precios futuros primera posición, por entender que los mismos representan los precios mundiales de los productos básicos que conforman la muestra. El mineral de hierro es un caso especial debido a que antes del año 2010 su precio derivaba de acuerdos anuales entre mineros y productores de acero. Los contratos de futuros y swaps eran prácticamente inexistentes. Por lo tanto, se utiliza el precio disponible en el puerto

chino de Tianjin, el cual es considerado como un buen precio de referencia. En algunos casos y para algunos países los precios internos pueden diferir del precio futuro internacional más líquido debido, entre otros factores, a cuestiones de comercialización. Pero incluso en esos casos los precios locales están fuertemente correlacionados con los precios internacionales futuros más líquidos y por lo tanto es apropiado utilizar este último para el cálculo de riesgo de precio de las materias primas locales.

La muestra incluye los principales metales industriales: aluminio, plomo, níquel, cobre, zinc y estaño, que cotizan en la Bolsa de Metales de Londres (LME) y el mineral de hierro que cotiza en Tianjin. También se incluye el platino y el paladio, los cuales son comercializados en NYMEX. Se utiliza el precio del petróleo Brent, en lugar de WTI, debido a que se considera que el primero es más eficaz en la incorporación de los cambios en la oferta y la demanda mundial de petróleo. Los granos de la muestra son maíz, trigo y soja negociados en CBOT. Por último se incluyen otros commodities que actualmente cotizan en ICE y que antes del 2007 se comercializaban en NYBOT. Estos son café, algodón, cacao, azúcar, canola y jugo de naranja. Por su parte, el caucho es comercializado en la Bolsa de Productos de Tokio y el aceite de palma en la Bolsa de Malaysia (BME), mientras que el arroz con cascara lo hace en CBOT. Para cada producto físico se seleccionó la bolsa en donde se negocien más líquidamente los commodities y donde los precios sean considerados de referencia a nivel mundial. No se incluyó en la muestra ni la electricidad ni el gas natural, debido a que estos se producen a gran escala y se negocian a nivel nacional, por lo tanto no existe un precio internacional uniforme. Tampoco se incorporó datos del cobalto (LME), molibdeno (LME), uranio (NYMEX) y carbón (ICE Rotterdam) pues los contratos de futuros sobre estos precios son reciente y por ende no se dispone de información para todo el período de análisis. Para finalizar, se dejó de lado al oro y la plata, debido a su doble papel como producto físico y como almacenamiento de valor financiero.

De la base de Datastream se obtuvo la información de los precios mensuales desde el 1 de enero de 1986 al 31 de diciembre de 2012. La Tabla 1 muestra la lista de commodities utilizados, su lugar de comercialización, las fuentes empleadas para los datos de producción, y la volatilidad anualizada de los retornos mensuales en los períodos 1986-1994, 1995-2003 y 2004-2012.

La inspección de la Tabla 1 revela ciertas regularidades en los datos. En primer lugar y a excepción del mineral de hierro, que para la mayoría del período de muestra experimenta cambios de precios una única vez al año, las volatilidades en el corte transversal tienen el mismo orden de magnitud. La volatilidad más baja, correspondiente al aluminio en el segundo período, es de 13,0% y la más grande es del 36,9% para el petróleo, en el primer período. Por lo tanto, es posible decir que las volatilidades se encuentran cerca del valor promedio del corte transversal. En segundo lugar, las medias de las volatilidades (con productos ponderados por igual o, alternativamente, de acuerdo con el valor en dólares de su producción global anual) muestran una variación leve entre períodos.

En las Tablas 2, 3 y 4 se exhiben todos los pares de correlaciones de los retornos mensuales de cada uno de los commodities en la muestra. Las correlaciones tuvieron una estructura similar en 1986-1994 y 1995-2003. El nivel promedio para cada uno de estos períodos (para la muestra completa de commodities) fue del 10%. Naturalmente, los productos estrechamente vinculados entre sí, por su economía de producción o de consumo (como es el caso del maíz y de la soja) mostraron correlaciones más altas. Por otro lado, los metales y las materias primas agrícolas, que no poseen esa relación en su economía, experimentaron correlaciones cercanas a cero. En contraposición, en el período 2004-2012, la estructura de correlaciones fue notablemente diferente. Casi todos los pares de correlaciones fueron significativamente superiores a los de los períodos anteriores, independientemente de su utilidad como sustitutos. La correlación promedio para la muestra completa de los productos



fue del 29%. Esto está en sintonía con lo que establecen Tang y Xiong (2012) respecto al fuerte incremento de las correlaciones de los commodities a partir del año 2004.

En este trabajo no se hará ningún esfuerzo para identificar las causas que están por detrás del aumento de las correlaciones de los retornos, dado que muchos autores han hecho hincapié en esto. Tal es el caso de Tang y Xiong (2012), Bykahin y Robe (2014), Basak y Pavlova (2015) quienes relacionaron el incremento de las correlaciones con la expansión financiera especulativa, otros lo adjudicaron al acrecentamiento de la demanda asiática o a la reciente volatilidad macroeconómica global.

### 3. Descomposición de la volatilidad productiva

Se presenta una descomposición de la varianza del valor de mercado de una canasta de commodities que ha de ser interpretada como la producción nacional de un productor de materias primas. El principal objetivo es formular un marco sencillo, para guiar en las secciones posteriores de la tesis, la comprobación empírica de la relación entre la especialización productiva, las condiciones del mercado de commodities, y la volatilidad de la producción de los mismos.

Un país produce  $N$  commodities. El commodity  $k$  contribuye al valor de la canasta nacional de acuerdo con el precio vigente  $p_k(t)$  y el tamaño de la producción nacional  $Q_k(t)$ . El valor de la canasta es

$$V(t) = \sum_{i=1}^N Q_i(t) p_i(t)$$

y su retorno total es

$$r(i) = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i(t+1) p_i(t+1) - \sum_{i=1}^N Q_i(t) p_i(t)}{\sum_{i=1}^N Q_i(t) p_i(t)}$$

Esto puede ser descompuesto (dejando de lado los términos de segundo orden) como

$$r(t) = r_{precio}(t) + r_{cantidad}(t) \quad (1)$$

con

$$r_{precio}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i(t)(p_i(t+1)-p_i(t))}{\sum_{i=1}^N Q_i(t)p_i(t)} \quad (2)$$

siendo la contribución al retorno total debido a la variación de los precios de las materias primas y

$$r_{cantidad}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N p_i(t)(Q_i(t+1)-Q_i(t))}{\sum_{i=1}^N Q_i(t)p_i(t)} \quad (3)$$

el componente del retorno del valor de la canasta debido al cambio en las cantidades producidas. En el presente documento se utilizan retornos anuales y mensuales y sus correspondientes estadísticas. En el caso de los retornos anuales, simplemente se emplean datos de cantidades y precios con frecuencia anual y por lo tanto ambos términos en (1) son posiblemente, y por lo general distintos de cero. En el caso de los retornos mensuales, se usan datos de precios actualizados mensualmente combinados con datos de cantidad que miden la producción anual, la cual es actualizada cada año (de acuerdo con las estadísticas disponibles públicamente). Por lo tanto, en el caso de retornos mensuales,  $r_{cantidad}(t) = 0$ , y por ende  $r(t) = r_{precio}(t)$  para cada mes, excepto en enero.

En primer lugar se explora la contribución empírica de  $r_{cantidad}(t)$  y  $r_{precio}(t)$  a  $r(t)$  utilizando retornos anuales. Posteriormente, se centra la atención en el efecto de la concentración del mercado y de la dinámica de los precios de commodities en la volatilidad de  $r_{precio}(t)$  exclusivamente. Se observa que al enfocarse solamente en  $r_{precio}(t)$  se están dejando constante las cantidades para cada retorno, pero no a través del tiempo cuando se calculan los retornos en diferentes años. Se define

$$w_i = \frac{Q_i p_i(t)}{\sum_{j=1}^N Q_j p_j(t)}$$

con  $\sum_{i=1}^N w_i = 1$  y se escribe al componente de precios del retorno de la canasta como

$$r_{precio}(t) = \sum_{i=1}^N w_i r_i(t)$$

Donde  $r_i(t)$  es el retorno  $i$ -ésimo commodity. Sea  $\sigma_B^2$  la varianza de  $r_{precio}(t)$ , la cual se puede escribir en términos de varianzas y correlaciones de los retornos individuales

$$\sigma_B^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1, j \neq i}^N w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

El presente trabajo tiene como finalidad caracterizar la varianza de las canastas en términos de las materias primas que la componen y del grado de especialización implícita en la estructura productiva que viene dada por  $\{w_1, \dots, w_N\}$ . El grado de concentración es a menudo medido por el índice de Herfindahl.

$$H = \sum_{i=1}^N w_i^2 \quad (4)$$

El Índice Herfindahl toma valores entre cero y uno. Un valor de Herfindahl grande indica que el país productor está poco diversificado en commodities. En el caso de la presente tesis Arabia Saudita constituye un ejemplo de esto. Por el contrario, un productor muy diversificado en commodities tiene un índice de Herfindahl pequeño, como es el caso de Brasil o China. Una medida relacionada a la especialización es el inverso del índice de Herfindahl

$$N^{Eff} \equiv \frac{1}{H} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N w_i^2}, \quad (5)$$

el cual puede ser interpretado como el número efectivo de bienes producidos por el país. En el caso de igualdad de ponderación con  $w_i = \frac{1}{N}$ , esto conlleva naturalmente a  $N^{Eff} = N$  y será  $N^{Eff} = 1$  para el caso de concentración total con  $w_i = 1$ . Sea

$$\sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i^{Mundo} \sigma_i \quad (6)$$

la volatilidad promedio de productos básicos, en el corte transversal, donde cada uno es ponderado en función de su contribución al valor de la producción mundial de materias primas anual y

$$\rho = \frac{1}{N*(N-1)} \sum_{i,j=1, j \neq i}^N \rho_{ij} \quad (7)$$

la correlación media. Se busca aproximar la descomposición de  $\sigma_B^2$  en términos de la estructura productiva resumida por H y de la dinámica general del mercado de commodities resumida por  $\{\sigma^2, \rho\}$ . De allí se deduce que

$$\begin{aligned} \sigma_B^2 &= \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i,j=1, j \neq i}^N w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}, \\ &\approx \sigma^2 \sum_{i=1}^N w_i^2 + \sigma^2 \rho \sum_{i,j=1, j \neq i}^N w_i w_j, \\ &= \sigma^2 \sum_{i=1}^N w_i^2 + \sigma^2 \rho \left( \left( \sum_{w=1}^N w_i \right)^2 - \sum_{w=1}^N w_i^2 \right) \\ &= \sigma^2 H + \sigma^2 \rho (1 - H) \end{aligned}$$

y por lo tanto

$$\sigma_B^2 \approx \sigma^2 \rho + H \sigma^2 (1 - \rho) \quad (8)$$

Algunas conclusiones se pueden derivar a partir de (8).

- ✓ La relación entre la varianza del valor de la canasta productiva de materias primas, el grado de concentración  $H$  y la dinámica general del mercado de commodities dada por  $\{\sigma, \rho\}$ , es no lineal.
- ✓ Para valores fijos de  $\{\sigma, \rho\}$ ,  $\sigma_B^2$  es lineal y creciente en  $H$  como se observa en la Figura 1. El valor más bajo posible de  $\sigma_B^2$  es  $\sigma^2\rho$ , que corresponde al riesgo sistemático que enfrenta un productor completamente diversificado dedicado a producir bienes primarios correlacionados. El valor más alto posible de  $\sigma_B^2$  es  $\sigma^2$ , que corresponde a un país completamente especializado en la producción de commodities.
- ✓ Los cambios en las condiciones del mercado de commodities, representados por  $\{\sigma, \rho\}$ , implican variaciones en el riesgo productivo. En particular, la varianza de la canasta productiva que enfrentan los productores de productos básicos es proporcional a  $\sigma^2$ , independientemente de su grado de especialización. Sin embargo, un aumento en  $\rho$  conduce a un incremento en el término de la constante y a una disminución de la pendiente en (8) de modo que la volatilidad de la producción para los productores diversificados se incrementa en una cantidad mayor que la de los productores concentrados.

#### 4. Datos de producción y cálculos preliminares

Para construir la base de datos de los países que conforman la muestra, se identificaron los principales 10 países productores de cada uno de los commodities de la Tabla 1, durante el período 1986-2012. Para cada uno de estos países se obtuvieron datos de producción con una frecuencia anual para todos los productos. Las series del aluminio, cobre, níquel, estaño, zinc, plomo, platino y paladio se obtuvieron de los informes elaborados por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS)<sup>1</sup>. Los datos para el mineral de petróleo y el hierro se recolectaron

---

<sup>1</sup> <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity>

del Servicio Geológico Británico (BGS)<sup>2</sup>. Las estadísticas de producción de soja, trigo, maíz, algodón, café, azúcar, jugo de naranja y canola se recogieron del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)<sup>3</sup>. Por último, los datos para el cacao, aceite de palma, caucho y arroz se obtuvieron de la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO)<sup>4</sup>. Se complementó la información de producción con los datos del PIB anual del Banco Mundial. Luego se calculó, para cada país, la serie temporal anual del valor de la producción de commodities, definida como

$$\sum_{i=1}^N Q_i(t)p_i(t) \quad i = 1, \dots, N \text{ commodities}$$

y se mantuvieron en la muestra aquellos países en los que la proporción del valor de la canasta de materias primas como porcentaje del PIB fuese mayor al 5% durante 1986-2012. La lista de los países seleccionados figura en la Tabla 5. Para estos países también se calculó su índice Herfindahl con una frecuencia anual y el número efectivo de productos básicos que componen sus canastas productivas. La inspección de la Tabla 5 revela una amplia variación en la contribución relativa de estos bienes en el PIB a través de los países de la muestra. La contribución media al PBI, en el corte transversal es del 22%, pero los valores van desde justo por encima de 5% a valores tan altos como 81% para el caso de Liberia. El grado de concentración o especialización en la producción de materias primas también varía fuertemente en toda la muestra. Brasil es un productor de commodities muy diversificado, con un bajo índice Herfindahl y un número efectivo de commodities igual a 6,19. Por el contrario, el índice Herfindahl de Kuwait y Chile es muy alto, ya que estos países concentran su

---

<sup>2</sup> <http://www.bgs.ac.uk>

<sup>3</sup> <http://www.fas.usda.gov>

<sup>4</sup> <http://www.faostat.fao.org>

producción casi exclusivamente en el petróleo y el cobre, respectivamente. Para la mayoría de los países, existe poca variación en el índice Herfindahl a través del tiempo. Esto es una consecuencia del hecho de que la mayoría producen bienes según su disponibilidad local de recursos naturales. Las excepciones a esta regla son resultado de los cambios tecnológicos ocurridos, como en el caso de aumento de la producción de petróleo en Canadá, que tenía un índice Herfindahl de 0,38 en 1986-1994 y paso a ser de 0,58 en 2004-2012. Por último, la correlación entre el valor de la producción de commodities como porcentaje del PIB y el índice de Herfindahl es del 60%.

Con el fin de estimar la importancia relativa de las variabilidades de la producción y de los precios del mercado mundial de commodities en el valor de mercado de la producción nacional se calcula, para cada país productor, la volatilidad media anual de los retornos del valor de la canasta productiva (como en (1) ), la volatilidad para los retornos del valor de la canasta productiva debido a cambios en los precios (como en (2)) y debido a cambios en las cantidades producidas (como en (3)) y por último, la correlación de los retornos contemporáneos (2) y (3) para cada país. Los resultados se muestran en la Tabla 6 y denotan que la mayor parte de la variabilidad en el valor de la producción nacional se debe a las fluctuaciones de los precios mundiales de las materias primas. Para todos los países, la media de la volatilidad total de los retornos es del 32,6% entre 1986 y 2012. La volatilidad media de los retornos producto de los cambios en las cantidades es del 12,6% y debido a cambios en los precios es del 29,1%. Por lo tanto, la mayor parte de los riesgos económicos que enfrentan los productores de materias primas se debe al riesgo precio. Las correlaciones negativas entre la producción y los precios, que se muestran en la Tabla 6 para la mayoría de países de la muestra, son indicativos de la prevalencia de los efectos de shocks de oferta detrás de las fluctuaciones de precios. La contribución relativa de los precios frente a las fluctuaciones en las cantidades se observan en la Figura 2. La gran mayoría de los países de la muestra se

encuentran por encima de la línea de pendiente 1. Algunas excepciones son Ruanda y Kuwait, países que sufrieron alteraciones en sus producciones debido a conflictos armados, y Zimbabue, que ha experimentado una mala gestión económica y política desde el año 1980.

En resumen, la variabilidad de los precios mundiales de productos básicos es la fuente más importante de variación en el valor de las canastas productivas. Por lo tanto, el resto de esta tesis se centrará en este componente de la volatilidad, con especial énfasis en la interacción entre la diversificación productiva y los cambios en la dinámica de los precios.

## 5. Caracterización de la volatilidad

La determinación de un patrón de comportamiento para la varianza empírica es uno de los propósitos principales de esta tesis. Por este motivo, se caracteriza la volatilidad del valor de las canastas productivas de commodities, por país, a través de modelos GARCH y Markov Switching para el período entre 1986 y 2012.

La identificación del modelo GARCH para cada país se efectúa después de estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) una estructura ARMA (p,q) para cada serie. Una vez estimado el modelo adecuado para todos los países, como se puede observar en la Tabla 7, es necesario observar si existen efectos ARCH en los residuos al cuadrado del modelo, dado que de lo contrario no sería necesario introducir este tipo de modelo. Para la muestra en cuestión, 37 de los 54 países requieren la estimación de modelos GARCH.

Los modelos GARCH (p,q) constituyen una generalización de los procesos ARCH (q) en el sentido que  $\sigma_t^2$  depende no sólo de las innovaciones anteriores sino también de sus propios valores pasados. En términos generales, un modelo GARCH (1, 1) tiene la forma:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Cabe hacer mención al problema que tiene los modelos GARCH, dado que éstos postulan que la respuesta de la volatilidad de la serie a los shocks positivos es exactamente



igual a la de los shocks negativos. Es decir, que la varianza condicional es una función sólo de la magnitud de los residuos retardados y no de sus signos. Debido a esto, es que resulta necesario recurrir a otro tipo de modelos en los cuales la varianza condicional sí tome en cuenta tanto la magnitud como los signos; estos son los E-GARCH. Los modelos E-GARCH no sólo permiten ver si hay efecto apalancamiento sino que además al estimarlo garantizan que los parámetros satisfagan las restricciones impuestas para asegurar varianzas condicionales positivas. El modelo E-GARCH puede capturar una respuesta asimétrica de la volatilidad ante innovaciones de distinto signo. Por lo tanto, se analiza si los retornos del valor de las canastas productivas de commodities tienen este efecto o no, mediante la estimación de un modelo E-GARCH para cada serie, manteniendo la estructura ARMA encontrada anteriormente.

El modelo es

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 + \delta \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \gamma_0 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right|$$

Si  $\delta \neq 0$  existe evidencia de efectos asimétricos. La Tabla 8 muestra la lista de los países y la estimación de los parámetros de los modelos GARCH y E-GARCH. La inspección de esta Tabla revela que la respuesta de la volatilidad de la serie a los shocks positivos no es exactamente igual que la respuesta a los shocks negativos.

Otro modelo a implementar para las series en cuestión es un Markov Switching (MS). La importancia de estos modelos radica en que muchas variables económicas tienen un comportamiento condicional al estado en el que se encuentran, lo que hace que al cambiar de un estado a otro su comportamiento también varíe. Este enfoque permite cambios en los parámetros estimados del modelo al variar el tiempo. Por lo tanto se estima, en la Tabla 9, un modelo MS en varianza con tres estados, para los retornos de las canastas productivas, asegurando la convergencia de Gibbs Sampling. La estructura del modelo en este caso es

$$\sigma_{St}^2 = \sigma_1^2 S_{1t} + \sigma_2^2 S_{2t} + \sigma_3^2 S_{3t}$$

$$\sigma_{S_t}^2 = \sigma_1^2 (1 + h_2 S_{2t}) (1 + h_2 S_{3t}) (1 + h_3 S_{3t})$$

$$Pr[S_t = j / S_{t-1} = i] = p_{ij}$$

$$\sum_{j=1}^3 p_{ij} = 1$$

Donde  $\sigma_1^2 < \sigma_2^2 < \sigma_3^2$ .

Al comparar ambos modelos, se puede observar que los modelos MS permiten capturar la dinámica de la volatilidad de las series de tiempo en términos de no linealidades. En cambio, los modelos GARCH permiten que las no linealidades asociadas a la volatilidad cambien con el tiempo. Los modelos GARCH tienen como principal ventaja la capacidad de generar clúster de volatilidad y distribuciones con colas gruesas. Sin embargo, una de sus limitaciones es el impacto simétrico de los shocks positivos y negativos, como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, la varianza condicional depende del tamaño de las innovaciones retardadas, pero no de su signo. La ventaja de un modelo no lineal, como el MS es que permite capturar las asimetrías y saltos de nivel.

Los modelos GARCH son preferibles a los MS cuando los shocks tienen un efecto persistente en la volatilidad. Sin embargo, como señala Diebold (1986), este alto grado de persistencia puede ser espúrea si existen cambios estructurales, causados por eventos con baja probabilidad, en la volatilidad condicional. En tal caso, los modelos GARCH sobrestiman la verdadera varianza del proceso. Estos quiebres estructurales hacen necesaria la utilización de modelos que admitan diferencias en el comportamiento de una variable en función a los regímenes en la economía.

En la figura 3 se puede observar que la varianza del valor de los retornos de las canastas productivas tiene el mismo comportamiento en ambos modelos para algunos países bien diversificados (Brasil, China), un país con un nivel intermedio de diversificación (Canadá) y algunos países muy concentrados (Kuwait y Emiratos Árabes). Sin embargo, si la muestra se

divide en tres sub-muestras, la varianza de los modelos MS es más constante que los modelos GARCH. Un buen modelo para la volatilidad debe ser capaz de pronosticar a la misma. En general, la evidencia apunta hacia la necesidad de estimar modelos GARCH con el fin de predecir el comportamiento futuro de la serie. No obstante, esta tesis tiene como principal objetivo caracterizar las canastas productivas de commodities debido a cambios en los precios, no predecirlos, por lo tanto, estos resultados no se utilizarán en las secciones siguientes.

## 6. Resultados empíricos sobre la especialización y la volatilidad productiva

Una cuestión central en este trabajo es en qué medida el riesgo que enfrentan los países productores de commodities depende de su estructura de producción y de las condiciones cambiantes del mercado mundial de productos básicos. Con el fin de responder a esta pregunta, para cada uno de los 54 países de la muestra se calcula la variación de los retornos del valor de la canasta productiva debido a los cambios de precios mensuales, durante tres períodos de igual longitud: 1986-1994 1995-2003 y 2004-2010. Estimaciones de la varianza para cada país y período se muestran en la Figura 4 en función del índice Herfindahl. Resulta evidente para todos los períodos una relación cada vez más significativa entre especialización y volatilidad del producto. Sin embargo, con el fin de evaluar la dependencia de la volatilidad de la producción de las condiciones generales del mercado, es importante tener presente la relación (8) y testear

$$\begin{aligned} \text{Varianza Canasta}_k &= \beta_1 \text{Concentración}_k + \beta_2 \frac{\text{Prod. Commodity}}{\text{PBI}}_k + \beta_3 \frac{\text{PBI}}{\text{PBI Mundial}_k} \\ &+ \beta_4 \text{DummyPetróleo}_k + \text{Const} + e_k \end{aligned} \quad (9)$$

para el corte transversal. Se corre la regresión por separado para cada período. La especificación (9) postula una relación lineal entre la concentración y la varianza de la

producción, al igual que (8), pero también incluye algunos controles para otros determinantes plausibles de la volatilidad del producto. Los controles se utilizan para separar el efecto de éstos del efecto de las variables explicativas, con el fin de evitar la confusión entre los efectos mencionados y reducir las fuentes de variabilidad. Si no se establecen controles, la evaluación de la relación entre la variable independiente y las explicativas podría ser espúrea. Las variables de control son: la importancia relativa del sector de commodities en relación con el PIB, el tamaño de la economía nacional, y si el productor concentra su canasta en petróleo (la variable dummy de petróleo toma el valor 1 si el petróleo contribuye al 75% o más del valor de la producción de materias primas nacionales). Los resultados de la estimación se presentan en la segunda, cuarta y sexta columnas de la tabla 10. El efecto de la concentración o especialización en la varianza productiva de materias primas es significativo y positivo. Por otro lado, las variables de control no resultan significativas para el análisis. Por lo tanto, los productores concentrados enfrentan un riesgo superior al de los productores diversificados.

En la tercera, quinta y última columna de la Tabla 10 también se presentan las estimaciones de la pendiente y de la constante de la ecuación (8), calculadas a partir de las estimaciones de  $\sigma$  y  $\rho$  para cada período, establecidos (6) y (7), y reportados como promedios en las Tablas 1 y 4. Estos términos representan las condiciones generales que prevalecen en los mercados de materias primas en cada período. Resulta interesante remarcar que los coeficientes estimados para la pendiente y la constante a partir de las condiciones promedio de los mercados coinciden con los valores obtenidos a partir de las estimaciones por Mínimos Cuadrados Ordinario (MCO), para todos los períodos. Existe una coincidencia entre los valores predichos por la estimación por MCO y lo que sugiere la evidencia empírica a partir la ecuación (8). En particular, el aumento de las correlaciones de los retornos de commodities durante 2004-2012 se ve reflejado en el término de la constante en el último período. Por lo tanto puede concluirse que la contribución de la dinámica del mercado de productos básicos a

la volatilidad macroeconómica es capturada, en gran medida, por la volatilidad promedio en el mercado de materias primas y su correlación media.

Con el objetivo de obtener una comprensión más clara de la magnitud del aumento del riesgo producto de correlaciones más altas es que se muestra en las figuras 5, 6 y 7 el porcentaje de volatilidad anualizada del valor de la canasta de commodities (en lugar de la varianza) en función del número efectivo de los bienes básicos producido por cada país. Las figuras 5 y 6 muestran un comportamiento muy similar, los productores diversificados enfrentan un menor riesgo de volatilidad que aquellos concentrados. Esta situación cambia en el último período con un fuerte incremento de la volatilidad del valor de producción que enfrentan los productores diversificados. Estimaciones numéricas de este efecto se proporcionan en la Tabla 11. La volatilidad promedio de la producción de países concentrados, que se define como aquellos con un número efectivo de productos básicos menor o igual a 2, tuvo un leve aumento de 0,236 a 0,253 entre 1995-2003 y 2004-2012. Sin embargo, los países diversificados, definidos como aquellos que producen efectivamente 3 o más materias primas, vieron un incremento de la volatilidad productiva de 0,136 a 0,187 en el mismo período. Por lo tanto, el acrecentamiento en el riesgo de los productores diversificados es aproximadamente tres veces mayor que el sufrido por aquellos concentrados. No obstante, algunos casos merecen una atención especial. Los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en la presente muestra (Angola, Ecuador, Irán, Kuwait, Libia, Nigeria, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos y Venezuela) tenían en el período 1986-2003 una volatilidad de la producción promedio de 29,4% y experimentaron una muy leve variación en el riesgo en el período 2004-2012, ascendiendo a 28,3%.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo resultan económicamente significativos en su dimensión temporal y transversal. El ratio promedio del valor de la producción de materias primas sobre el PIB en los países de la muestra es cercano al 22%. Por lo tanto, un

aumento de varios puntos porcentuales en volatilidad anual implica un fuerte incremento en la volatilidad del PIB. Algunos autores han señalado que las correlaciones de los retornos de productos básicos son cíclicas. Este resultado es complementario con el encontrado en este trabajo y sugiere que el aumento relativo de riesgo que sufren los productores diversificados tiene también un componente cíclico.

## 7. Conclusiones

En esta tesis se estudia la importancia de la diversificación productiva de commodities y las condiciones generales del mercado internacional para explicar, tanto en el corte transversal como en la dimensión temporal, la volatilidad del valor de la canasta productiva. El análisis se centra en 54 países con un alto ratio de producción de materias primas, que incluye 22 productos agropecuarios, minerales, energéticos, sobre el PBI y que son comercializados y valuados a nivel mundial.

Las principales conclusiones del documento son: que la volatilidad del valor de la producción se debe principalmente a cambios globales en los precios de los commodities, no tanto a las cantidades producidas. En segundo lugar, el grado de especialización o concentración de los países productores de materias primas, se correlaciona de manera significativa y positivamente con la volatilidad del producto. Asimismo, el incremento de las correlaciones de los retornos mundiales, exhibidos a partir del año 2004 ha aumentado el riesgo de los productores de bienes primarios diversificados por un monto de relevancia económica. Por último, se observa que la varianza de la producción nacional resulta bien caracterizada empíricamente mediante una aproximación en términos del índice Herfindahl, de la volatilidad media de los mercados de commodities y de la correlación promedio de los productos básicos.

## 8. Bibliografía

Aizenman, J., Marion, N. (1999). Volatility and investment: interpreting evidence from developing countries. *Economica*, 66(262), 157-1179.

Arezki, R., Loungani, P., van der Ploeg, R., Venables, A. J. (2014). Understanding international commodity price fluctuations. *Journal of International Money and Finance*, 42, 1-8.

Basak, S., Pavovla, A. (2015). A Model of Financialization of Commodities. Forthcoming at the *Journal of Finance*.

Borensztein, E., Jeanne, O., Sandri, D. (2013). Macro-hedging for commodity exporters. *Journal of Development Economics*, 101, 105-116.

Bykahin, B., Robe, M. A. (2014). Speculators, commodities and cross-market linkages. *Journal of International Money and Finance*, 42, 38-70.

Cashin, P., Cspedes, L. F., Sahay, R. (2004). Commodity currencies and the real exchange rate. *Journal of Development Economics*, 75(1), 239-268.

Chen, Y. C., Rogo, K. (2003). Commodity currencies. *Journal of International Economics*, 60(1), 133-160.

Clements, K. W., Fry, R. (2008). Commodity currencies and currency commodities. *Resources Policy*, 33(2), 55-73.

Erten, B., Ocampo, J. A. (2013). Super cycles of commodity prices since the mid-nineteenth century. *World Development*, 44, 14-30.

Giovanni, J. D., Levchenko, A. A. (2009). Trade openness and volatility. *The Review of Economics and Statistics*, 91(3), 558-585.

Giovanni, J. D., Levchenko, A. A. (2010). The risk content of exports: a portfolio view of international trade (No. w16005). National Bureau of Economic Research.

Kose, M. A. (2002). Explaining business cycles in small open economies: How much do world prices matter?. *Journal of International Economics*, 56(2), 299-327.

Koren, M., Tenreyro, S. (2007). Volatility and development. *The Quarterly Journal of Economics*, 243-287.

Malik, A., Temple, J. R. (2009). The geography of output volatility. *Journal of Development Economics*, 90(2), 163-178.

Merener, N. (2015). Concentrated Production and Conditional Heavy Tails in Commodity Returns. *The Journal of Futures Markets*.

Ramey, G., Ramey, V.A., (1995). Cross-country evidence on the link between volatility and growth. *American Economic Review* 85, 1138-1151.

Tang, K., Xiong, W. (2012). Index investment and financialization of commodities. *Financial Analysts Journal*, 68, 54-74.

Van der Ploeg, F., Poelhekke, S. (2009). Volatility and the natural resource curse. *Oxford economic papers*, gpp027.

Watugala, S. W. (2014). Economic Uncertainty and Commodity Futures Volatility. Available at SSRN 2533995.



Commodity	Datos de producción	Datos de precio	Volatilidad		
			1986-1994	1995-2003	2004-2012
Aluminio	USGS	LME	0,296	0,130	0,206
Plomo	USGS	LME	0,255	0,161	0,326
Níquel	USGS	LME	0,341	0,231	0,339
Cobre	USGS	LME	0,235	0,168	0,288
Zinc	USGS	LME	0,230	0,161	0,280
Estaño	USGS	LME	0,188	0,142	0,268
Petróleo	BGS	NYMEX	0,369	0,301	0,295
Platino	USGS	NYMEX	0,172	0,165	0,219
Paladio	USGS	NYMEX	0,182	0,318	0,284
Soja	USDA	CBOT	0,172	0,178	0,246
Trigo	USDA	CBOT	0,187	0,205	0,300
Maíz	USDA	CBOT	0,221	0,196	0,280
Café	USDA	NYBOT	0,364	0,309	0,236
Algodón	USDA	NYBOT	0,275	0,229	0,289
Cacao	FAO	NYBOT	0,236	0,234	0,211
Azúcar	USDA	NYBOT	0,323	0,257	0,323
Jugo de Naranja	USDA	NYBOT	0,288	0,203	0,270
Aceite de Palma	FAO	BME	0,293	0,357	0,243
Caucho	FAO	TCE	0,137	0,209	0,277
Canola	USDA	ICE	0,184	0,154	0,217
Arroz	FAO	CBOT	0,356	0,216	0,231
Hierro	BGS	Tianjin	0,089	0,046	0,408
Promedio			0,245	0,208	0,274
Promedio por prod. Mundial			0,309	0,261	0,288

**Tabla 1:** Lista de commodities, fuentes de datos y volatilidad de los retornos.

	Aluminio	Plomo	Níquel	Cobre	Zinc	Estaño	Petróleo	Platino	Paladio	Soja	Trigo
Aluminio	1,00										
Plomo	0,16	1,00									
Níquel	0,31	0,32	1,00								
Cobre	0,14	0,37	0,40	1,00							
Zinc	0,12	0,34	0,40	0,24	1,00						
Estaño	0,20	0,21	0,08	0,07	0,14	1,00					
Petróleo	0,15	0,01	0,10	0,10	-0,08	0,11	1,00				
Platino	0,17	0,13	0,22	0,12	0,06	-0,07	0,09	1,00			
Paladio	0,12	0,08	0,16	0,01	0,05	0,09	0,02	0,65	1,00		
Soja	0,39	0,07	0,13	0,14	0,18	0,08	-0,01	0,13	0,09	1,00	
Trigo	0,06	-0,06	-0,07	0,04	0,09	-0,05	-0,20	0,04	0,08	0,28	1,00
Maíz	0,20	0,06	0,10	-0,02	0,23	0,06	-0,28	0,06	0,04	0,73	0,45
Café	0,10	0,15	0,07	0,18	-0,03	-0,16	0,06	0,13	0,19	0,11	0,04
Algodón	0,10	0,27	0,16	0,14	0,11	0,25	-0,12	0,09	0,02	0,17	-0,02
Cacao	-0,10	0,15	0,07	0,19	0,17	-0,16	-0,05	0,13	0,00	0,04	-0,01
Azúcar	-0,01	-0,04	0,08	-0,02	0,26	0,15	-0,02	0,02	0,01	0,20	0,10
Jugo de Naranja	-0,04	0,03	-0,14	0,01	-0,09	0,15	-0,05	0,01	-0,01	0,07	-0,05
Aceite de Palma	0,16	0,04	0,04	0,22	0,16	0,16	-0,03	-0,04	-0,05	0,27	0,26
Caucho	0,19	-0,06	0,08	-0,06	0,24	0,11	0,04	-0,05	0,02	0,12	0,06
Canola	0,36	0,08	0,18	0,17	0,23	0,14	-0,02	0,07	0,02	0,79	0,36
Arroz	0,01	-0,04	-0,10	-0,14	-0,07	0,09	-0,24	-0,11	0,06	0,15	0,26
Hierro	-0,21	0,07	-0,02	-0,05	0,18	-0,18	-0,10	0,01	-0,04	-0,02	-0,03
Cont.	Maíz	Café	Algodón	Cacao	Azúcar	Jugo de Naranja	Aceite de Palma	Caucho	Canola	Arroz	Hierro
Café	0,02	1,00									
Algodón	0,19	-0,20	1,00								
Cacao	0,00	0,24	0,00	1,00							
Azúcar	0,27	-0,08	0,02	0,07	1,00						
Jugo de Naranja	0,16	-0,04	-0,06	-0,02	0,14	1,00					
Aceite de Palma	0,24	-0,04	0,17	-0,06	0,34	0,09	1,00				
Caucho	0,12	0,16	-0,05	0,00	0,28	0,02	0,39	1,00			
Canola	0,71	-0,02	0,30	-0,07	0,25	0,06	0,40	0,16	1,00		
Arroz	0,30	0,00	0,01	0,04	0,17	0,13	0,10	0,00	0,17	1,00	
Hierro	0,04	0,04	0,03	0,20	0,00	0,10	-0,03	-0,05	-0,03	0,11	1,00
<b>Correlación Promedio</b>		<b>0,095</b>									

**Tabla 2:** Correlaciones de los retornos mensuales de commodities.1986-1994.

	Aluminio	Plomo	Níquel	Cobre	Zinc	Estaño	Petróleo	Platino	Paladio	Soja	Trigo
Aluminio	1,00										
Plomo	0,33	1,00									
Níquel	0,50	0,32	1,00								
Cobre	0,62	0,38	0,51	1,00							
Zinc	0,44	0,50	0,44	0,41	1,00						
Estaño	0,36	0,35	0,49	0,42	0,29	1,00					
Petróleo	0,27	0,02	0,27	0,19	0,13	0,08	1,00				
Platino	0,33	0,16	0,29	0,26	0,21	0,24	0,19	1,00			
Paladio	0,26	0,00	0,20	0,07	0,09	0,04	0,16	0,55	1,00		
Soja	0,05	0,09	0,25	0,17	-0,01	0,13	-0,02	-0,06	-0,06	1,00	
Trigo	0,15	0,09	0,14	0,12	0,01	0,07	0,05	-0,02	0,02	0,35	1,00
Maíz	-0,04	0,03	0,10	-0,05	-0,10	-0,03	-0,08	-0,14	0,04	0,56	0,63
Café	0,21	0,00	0,28	0,13	0,24	0,20	-0,07	0,15	0,11	0,06	0,04
Algodón	0,05	0,15	0,10	0,19	0,16	0,16	0,10	0,12	0,12	0,31	-0,03
Cacao	-0,01	0,07	-0,09	-0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	-0,07	0,18
Azúcar	0,07	-0,04	-0,11	-0,07	0,00	-0,07	0,03	0,20	0,13	-0,01	0,04
Jugo de Naranja	-0,12	-0,05	-0,12	-0,20	-0,19	-0,07	-0,13	-0,06	0,01	0,16	0,16
Aceite de Palma	-0,08	0,09	-0,08	-0,04	-0,08	-0,09	-0,18	-0,14	-0,06	0,24	0,03
Caucho	-0,11	0,07	0,06	0,05	0,01	0,14	0,10	-0,03	-0,18	0,30	0,04
Canola	-0,07	0,02	0,03	-0,02	-0,16	0,01	-0,19	-0,18	-0,11	0,69	0,36
Arroz	-0,03	-0,02	0,06	0,12	-0,11	0,23	-0,04	0,03	-0,07	0,22	0,10
Hierro	-0,02	0,11	-0,08	-0,04	-0,02	-0,04	0,00	-0,02	-0,12	-0,06	-0,01
Cont.	Maíz	Café	Algodón	Cacao	Azúcar	Jugo de Naranja	Aceite de Palma	Caucho	Canola	Arroz	Hierro
Café	0,06	1,00									
Algodón	0,12	-0,03	1,00								
Cacao	0,14	0,04	-0,01	1,00							
Azúcar	-0,11	0,08	0,02	0,20	1,00						
Jugo de Naranja	0,19	0,07	-0,03	0,02	0,06	1,00					
Aceite de Palma	0,13	0,01	0,07	-0,02	0,04	0,18	1,00				
Caucho	0,16	-0,05	0,31	0,18	-0,06	0,03	-0,17	1,00			
Canola	0,49	0,02	0,17	0,06	0,03	0,24	0,34	0,21	1,00		
Arroz	0,09	-0,01	0,18	-0,05	-0,03	-0,16	-0,05	0,20	0,17	1,00	
Hierro	0,01	0,11	-0,01	0,15	0,16	-0,04	-0,02	0,08	-0,02	0,03	1,00
<b>Correlación Promedio</b>		<b>0,086</b>									

**Tabla 3:** Correlaciones de los retornos mensuales de commodities. 1995-2003.

	Aluminio	Plomo	Níquel	Cobre	Zinc	Estaño	Petróleo	Platino	Paladio	Soja	Trigo
Aluminio	1,00										
Plomo	0,53	1,00									
Níquel	0,58	0,45	1,00								
Cobre	0,71	0,57	0,59	1,00							
Zinc	0,66	0,58	0,59	0,73	1,00						
Estaño	0,61	0,44	0,52	0,50	0,44	1,00					
Petróleo	0,53	0,33	0,40	0,59	0,37	0,52	1,00				
Platino	0,54	0,38	0,46	0,65	0,48	0,46	0,49	1,00			
Paladio	0,64	0,39	0,42	0,61	0,49	0,51	0,38	0,73	1,00		
Soja	0,31	0,20	0,22	0,29	0,20	0,36	0,35	0,44	0,41	1,00	
Trigo	0,19	0,26	0,15	0,25	0,21	0,21	0,16	0,22	0,17	0,55	1,00
Maíz	0,29	0,09	0,19	0,22	0,25	0,38	0,27	0,33	0,27	0,71	0,59
Café	0,28	0,33	0,21	0,21	0,31	0,24	0,19	0,25	0,19	0,42	0,44
Algodón	0,27	0,22	0,18	0,22	0,19	0,30	0,32	0,26	0,28	0,33	0,28
Cacao	0,26	0,15	0,25	0,25	0,18	0,22	0,27	0,44	0,24	0,27	0,24
Azúcar	0,31	0,28	0,11	0,31	0,29	0,22	0,17	0,18	0,29	0,16	0,17
Jugo de Naranja	0,36	0,11	0,26	0,27	0,34	0,21	0,18	0,20	0,30	0,13	0,09
Aceite de Palma	0,25	0,23	0,21	0,39	0,29	0,26	0,34	0,51	0,45	0,57	0,32
Caucho	0,23	-0,01	0,06	0,25	0,02	0,21	0,30	0,23	0,26	0,06	-0,03
Canola	0,44	0,35	0,32	0,46	0,34	0,45	0,43	0,62	0,55	0,81	0,49
Arroz	0,24	0,15	0,14	0,23	0,22	0,32	0,14	0,25	0,22	0,39	0,20
Hierro	0,08	0,02	-0,01	0,01	-0,02	0,08	-0,05	0,06	0,03	0,09	0,13
Cont.	Maíz	Café	Algodón	Cacao	Azúcar	Jugo de Naranja	Aceite de Palma	Caucho	Canola	Arroz	Hierro
Café	0,40	1,00									
Algodón	0,31	0,38	1,00								
Cacao	0,22	0,22	0,25	1,00							
Azúcar	0,12	0,26	0,18	0,17	1,00						
Jugo de Naranja	0,18	0,22	0,26	0,04	0,27	1,00					
Aceite de Palma	0,40	0,31	0,41	0,20	0,09	0,21	1,00				
Caucho	0,06	0,00	0,24	0,18	0,08	0,08	0,12	1,00			
Canola	0,56	0,40	0,38	0,29	0,19	0,20	0,65	0,09	1,00		
Arroz	0,41	0,17	0,17	0,15	0,11	-0,01	0,25	0,21	0,26	1,00	
Hierro	0,09	0,16	0,01	0,14	-0,02	0,01	0,06	0,09	0,06	0,08	1,00
<b>Correlación Promedio</b>		<b>0,288</b>									

**Tabla 4:** Correlaciones de los retornos mensuales de commodities. 2004-2012.

País	% Commodity/PBI	% PBI/PBI Mundial	HH 86-94	HH 95-03	HH 04-12	HH Promedio	N efectivo
Angola	71%	0,07%	0,90	0,92	0,96	0,93	1,08
Arabia Saudita	52%	0,71%	0,99	0,99	1,00	0,99	1,01
Argentina	18%	0,63%	0,32	0,31	0,34	0,32	3,09
Australia	6%	1,47%	0,21	0,15	0,26	0,21	4,83
Bahréin	15%	0,03%	0,60	0,56	0,52	0,56	1,79
Bangladesh	9%	0,15%	0,65	0,87	0,89	0,80	1,24
Bolivia	10%	0,03%	0,21	0,20	0,21	0,20	4,89
Botsuana	6%	0,02%	0,59	0,61	0,52	0,57	1,74
Brasil	10%	2,05%	0,13	0,15	0,21	0,16	6,19
Camerún	27%	0,04%	0,37	0,27	0,28	0,31	3,26
Canadá	8%	2,43%	0,38	0,40	0,58	0,45	2,21
Chile	17%	0,23%	0,74	0,83	0,87	0,82	1,23
China	13%	4,95%	0,21	0,17	0,19	0,19	5,23
Colombia	14%	0,33%	0,31	0,32	0,51	0,38	2,63
Costa Rica	8%	0,05%	0,49	0,49	0,59	0,52	1,91
Côte d'Ivoire	35%	0,04%	0,29	0,32	0,36	0,33	3,07
E. A. U	32%	0,34%	0,97	0,95	0,95	0,96	1,05
Ecuador	25%	0,11%	0,50	0,48	0,65	0,54	1,84
Egipto	21%	0,26%	0,62	0,53	0,60	0,59	1,71
El Salvador	5%	0,04%	0,63	0,47	0,34	0,48	2,08
Etiopia	10%	0,01%	0,49	0,38	0,29	0,39	2,59
Filipinas	5%	0,26%	0,22	0,29	0,27	0,26	3,84
Ghana	16%	0,03%	0,37	0,34	0,38	0,36	2,76
Guatemala	9%	0,06%	0,43	0,32	0,29	0,35	2,90
Honduras	21%	0,02%	0,34	0,44	0,53	0,44	2,30
India	19%	1,42%	0,22	0,21	0,18	0,20	4,95
Indonesia	31%	0,78%	0,36	0,36	0,51	0,41	2,43
Irán	33%	0,66%	0,86	0,83	0,86	0,85	1,18
Kazajstán	10%	0,11%	0,16	0,30	0,29	0,25	4,05
Kuwait	65%	0,15%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Liberia	81%	0,00%	0,52	0,58	0,40	0,50	1,99
Libia	62%	0,07%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Malasia	61%	0,30%	0,56	0,73	0,75	0,68	1,47
México	12%	1,70%	0,68	0,70	0,77	0,72	1,40
Nigeria	61%	0,27%	0,68	0,60	0,70	0,66	1,51
Noruega	16%	0,55%	0,85	0,89	0,93	0,89	1,13
Pakistán	10%	0,24%	0,35	0,29	0,27	0,30	3,32
Papúa Nueva Guinea	43%	0,02%	0,33	0,50	0,61	0,48	2,07
Paraguay	16%	0,03%	0,34	0,47	0,50	0,44	2,28
Perú	14%	0,17%	0,24	0,17	0,21	0,21	4,87
R.D.Congo	21%	0,04%	0,29	0,47	0,55	0,44	2,28
República Dominicana	5%	0,06%	0,27	0,23	0,20	0,23	4,31
Rusia	23%	1,32%	0,29	0,66	0,78	0,57	1,74
Ruanda	5%	0,01%	0,51	0,27	0,26	0,35	2,87
Sudáfrica	5%	0,49%	0,18	0,21	0,22	0,20	4,95
Tailandia	8%	0,42%	0,20	0,26	0,27	0,25	4,07
Turkmenistán	14%	0,02%	0,36	0,60	0,45	0,47	2,13
Ucrania	9%	0,14%	0,15	0,31	0,29	0,25	3,95
Uganda	13%	0,02%	0,72	0,48	0,31	0,50	1,98
Uzbekistán	16%	0,04%	0,35	0,57	0,41	0,44	2,26
Venezuela	40%	0,35%	0,86	0,86	0,92	0,88	1,14
Vietnam	16%	0,12%	0,51	0,57	0,43	0,50	1,99
Zambia	28%	0,02%	0,68	0,64	0,62	0,64	1,55
Zimbabue	10%	0,03%	0,23	0,18	0,17	0,19	5,23

**Tabla 5:** % Commodity/PBI, PBI/PBI mundial y medidas de concentración (Índice Herfindahl y número efectivo de commodities producidos por cada país).

País	Volatilidad retorno precios	Volatilidad retorno cantidades	Correlación precio/cantidad	Volatilidad retornos canasta
Angola	0,390	0,110	0,024	0,408
Arabia Saudita	0,428	0,130	-0,396	0,395
Argentina	0,220	0,099	-0,077	0,234
Australia	0,182	0,061	-0,156	0,182
Bahrén	0,249	0,087	-0,077	0,257
Bangladesh	0,417	0,052	-0,448	0,397
Bolivia	0,203	0,089	0,140	0,233
Botsuana	0,500	0,149	0,043	0,528
Brasil	0,161	0,056	0,195	0,18
Camerún	0,233	0,074	0,080	0,25
Canadá	0,279	0,028	-0,320	0,272
Chile	0,386	0,062	-0,185	0,379
China	0,184	0,035	0,238	0,195
Colombia	0,255	0,078	-0,161	0,254
Costa Rica	0,319	0,054	-0,499	0,296
Côte d'Ivoire	0,239	0,071	-0,377	0,222
E. A. U	0,418	0,110	-0,193	0,412
Ecuador	0,266	0,120	-0,112	0,279
Egipto	0,290	0,036	0,055	0,295
El Salvador	0,265	0,114	0,028	0,291
Etiopía	0,224	0,086	0,175	0,253
Filipinas	0,242	0,087	0,029	0,259
Ghana	0,215	0,099	-0,555	0,18
Guatemala	0,247	0,067	-0,170	0,245
Honduras	0,295	0,077	-0,042	0,301
India	0,204	0,049	0,051	0,212
Indonesia	0,233	0,050	0,259	0,251
Irán	0,384	0,062	-0,149	0,379
Kazajstán	0,215	0,178	-0,243	0,243
Kuwait	0,430	0,981	-0,089	1,035
Liberia	0,292	0,165	0,083	0,347
Libia	0,429	0,157	-0,040	0,451
Malasia	0,345	0,060	-0,527	0,318
México	0,363	0,037	-0,164	0,359
Nigeria	0,288	0,054	-0,069	0,289
Noruega	0,403	0,089	-0,191	0,396
Pakistán	0,212	0,065	-0,192	0,209
Papúa Nueva Guinea	0,341	0,072	-0,361	0,322
Paraguay	0,205	0,214	0,433	0,355
Perú	0,268	0,056	-0,150	0,265
R.D.Congo	0,328	0,109	0,028	0,349
República Dominicana	0,265	0,098	-0,043	0,278
Ruanda	0,264	0,590	-0,042	0,636
Rusia	0,373	0,053	0,114	0,383
Sudáfrica	0,179	0,271	-0,172	0,298
Tailandia	0,245	0,080	-0,348	0,229
Turkmenistán	0,287	0,233	-0,210	0,329
Ucrania	0,179	0,234	0,058	0,303
Uganda	0,253	0,172	-0,016	0,304
Uzbekistán	0,284	0,057	0,008	0,291
Venezuela	0,393	0,060	-0,451	0,369
Vietnam	0,361	0,047	-0,382	0,346
Zambia	0,371	0,112	0,108	0,399
Zimbabue	0,227	0,384	-0,007	0,445
Promedio	0,291	0,126	-0,101	0,326

**Tabla 6:** Componentes de la volatilidad de los retornos anuales (1986-2012) debido a cambios de precios y cantidades. Correlación de los rendimientos de las canastas contemporáneas debido a cambios en precios y cantidades.

País	Modelo	Prueba ARCH	Estimación GARCH
Angola	MA(1) MA(3) MA(6)	0,006	si
Arabia Saudita	MA(1) MA(6)	0,009	si
Argentina	AR(1)	0,003	si
Australia	AR(1) AR(6)	0,512	no
Bahréin	MA(1) MA(2) MA(6)	0,000	si
Bangladesh	AR(1)	0,965	no
Bolivia	AR(1)	0,627	no
Botsuana	AR(1)	0,850	no
Brasil	AR(1)	0,007	si
Camerún	MA(1)	0,007	si
Canadá	AR(1)	0,000	si
Chile	AR(1) AR(8)	0,000	si
China	MA(1)	0,000	si
Colombia	AR(1)	0,002	si
Costa Rica	MA(1)	0,038	si
Côte d'Ivoire	MA(1) MA(4)	0,790	no
E. A. U	MA(1) MA(6)	0,008	si
Ecuador	MA(1) MA(6)	0,000	si
Egipto	MA(1)	0,000	si
El Salvador	AR(1)	0,030	si
Etiopia	AR(1)	0,098	si
Filipinas	AR(1)	0,070	si
Ghana	AR(1)	0,000	si
Guatemala	AR(1)	0,020	si
Honduras	MA(1)	0,137	no
India	MA(1)	0,029	si
Indonesia	MA(1)	0,000	si
Irán	MA(1) MA(6)	0,005	si
Kazajstán	ARMA(1,4)	0,282	no
Kuwait	AR(1) AR(6)	0,012	si
Liberia	MA(1) MA(4)	0,000	si
Libia	AR(1) AR(6)	0,012	si
Malasia	MA(1) MA(4)	0,000	si
México	MA(1) MA(6)	0,002	si
Nigeria	MA(1) MA(3) MA(6)	0,000	si
Noruega	MA(1) MA(6)	0,005	si
Pakistán	MA(1)	0,358	no
Papúa Nueva Guinea	MA(1) MA(4)	0,000	si
Paraguay	MA(1)	0,534	no
Perú	AR(1)	0,039	si
R.D.Congo	MA(1) MA(4)	0,000	si
República Dominicana	AR(1)	0,451	no
Ruanda	AR(1) AR(2)	0,001	si
Rusia	AR(1) AR(13)	0,000	si
Sudáfrica	AR(1) AR(4) AR(8)	0,319	no
Tailandia	MA(1) MA(7)	0,449	no
Turkmenistán	AR(1)	0,913	no
Ucrania	AR(1)	0,646	no
Uganda	AR(1) AR(2) AR(5)	0,018	si
Uzbekistán	AR(1) AR(8)	0,891	no
Venezuela	AR(1) AR(6)	0,009	si
Vietnam	AR(1)	0,957	no
Zambia	AR(1) AR(8)	0,000	si
Zimbabue	MA(1) MA(2)	0,708	no

**Tabla 7:** Estimación del modelo ARMA (p, q) y pruebas ARCH para el valor de la canasta de retornos debido a cambios de precios. Retornos mensuales entre 1986 y 2012.

País	Alfa Residuos			Beta GARCH			Delta Egarch		
	Coef	Desvío	Valor-p	Coef	Desvío	Valor-p	Coef	Desvío	Valor-p
Angola	0,320	0,066	0,000	0,469	0,137	0,001	0,803	0,102	0,000
Arabia Saudita	0,319	0,061	0,000	0,498	0,119	0,000	0,836	0,082	0,000
Argentina	0,155	0,055	0,004	0,673	0,122	0,000	0,845	0,080	0,000
Bahréin	0,269	0,085	0,002	0,496	0,140	0,000	0,792	0,069	0,000
Brasil	0,079	0,025	0,001	0,888	0,037	0,000	0,967	0,025	0,000
Camerún	0,373	0,085	0,000	0,352	0,149	0,019	0,689	0,124	0,000
Canadá	0,280	0,076	0,000	0,624	0,072	0,000	0,825	0,063	0,000
Chile	0,090	0,030	0,003	0,822	0,047	0,000	0,902	0,023	0,000
China	0,114	0,036	0,001	0,813	0,055	0,000	0,930	0,029	0,000
Colombia	0,275	0,089	0,002	0,431	0,157	0,006	0,671	0,127	0,000
Costa Rica	0,125	0,036	0,001	0,733	0,093	0,000	0,885	0,061	0,000
E. A. U	0,320	0,062	0,000	0,490	0,120	0,000	0,827	0,085	0,000
Ecuador	0,343	0,078	0,000	0,480	0,121	0,000	0,794	0,097	0,000
Egipto	0,498	0,091	0,000	-0,045	0,086	0,600	0,853	0,075	0,000
El Salvador	0,129	0,065	0,047	0,499	0,295	0,090	0,574	0,174	0,001
Etiopia	0,099	0,066	0,134	0,515	0,404	0,203	0,592	0,252	0,019
Filipinas	0,039	0,012	0,002	0,907	0,012	0,000	-0,893	0,016	0,000
Ghana	0,231	0,082	0,005	0,591	0,142	0,000	0,842	0,083	0,000
Guatemala	0,152	0,060	0,011	0,625	0,172	0,000	0,778	0,132	0,000
India	0,439	0,076	0,000	0,359	0,089	0,000	0,800	0,073	0,000
Indonesia	0,303	0,083	0,000	0,469	0,128	0,000	0,768	0,094	0,000
Irán	0,323	0,062	0,000	0,512	0,114	0,000	0,843	0,080	0,000
Kuwait	0,288	0,062	0,000	0,469	0,125	0,000	0,798	0,091	0,000
Liberia	0,204	0,051	0,000	0,781	0,053	0,000	0,947	0,022	0,000
Libia	0,288	0,062	0,000	0,469	0,125	0,000	0,799	0,091	0,000
Malasia	0,182	0,048	0,000	0,667	0,083	0,000	0,863	0,058	0,000
México	0,299	0,066	0,000	0,552	0,103	0,000	0,842	0,078	0,000
Nigeria	0,353	0,076	0,000	0,380	0,162	0,019	0,786	0,111	0,000
Noruega	0,299	0,067	0,000	0,522	0,112	0,000	0,802	0,091	0,000
Papúa Nueva									
Guinea	0,176	0,041	0,000	0,721	0,076	0,000	0,873	0,057	0,000
Perú	0,094	0,040	0,017	0,860	0,057	0,000	0,972	0,015	0,000
R.D.Congo	0,180	0,041	0,000	0,748	0,065	0,000	0,904	0,042	0,000
Ruanda	0,178	0,066	0,007	0,495	0,217	0,023	0,676	0,163	0,000
Rusia	0,122	0,055	0,026	0,804	0,092	0,000	0,914	0,079	0,000
Uganda	0,132	0,049	0,007	0,534	0,212	0,012	0,624	0,168	0,000
Venezuela	0,287	0,067	0,000	0,472	0,124	0,000	0,789	0,097	0,000
Zambia	0,097	0,032	0,002	0,809	0,052	0,000	0,897	0,027	0,000

**Tabla 8:** Estimación del modelo GARCH y EGARCH para el valor de la canasta de retornos debido a cambios de precios. Retornos mensuales entre 1986 y 2012.



País	sigma 1	Promedio sigma 2	sigma 3
Angola	0,004	0,009	0,041
Arabia Saudita	0,004	0,010	0,045
Argentina	0,001	0,003	0,014
Bahrén	0,002	0,004	0,018
Brasil	0,001	0,002	0,009
Camerún	0,002	0,003	0,018
Canadá	0,001	0,004	0,023
Chile	0,002	0,004	0,024
China	0,001	0,003	0,015
Colombia	0,002	0,004	0,017
Costa Rica	0,002	0,004	0,011
E. A. U	0,004	0,010	0,044
Ecuador	0,002	0,005	0,025
Egipto	0,002	0,005	0,031
El Salvador	0,003	0,006	0,024
Etiopia	0,002	0,005	0,014
Filipinas	0,001	0,003	0,016
Ghana	0,001	0,002	0,007
Guatemala	0,002	0,004	0,012
India	0,001	0,002	0,017
Indonesia	0,001	0,002	0,010
Irán	0,004	0,007	0,038
Kuwait	0,004	0,009	0,045
Liberia	0,001	0,002	0,014
Libia	0,004	0,009	0,045
Malasia	0,003	0,006	0,034
México	0,003	0,007	0,034
Nigeria	0,003	0,006	0,034
Noruega	0,004	0,009	0,037
Papúa Nueva Guinea	0,002	0,003	0,014
Perú	0,001	0,003	0,033
R.D.Congo	0,001	0,003	0,013
Ruanda	0,003	0,007	0,029
Rusia	0,002	0,005	0,069
Uganda	0,003	0,007	0,026
Venezuela	0,004	0,008	0,038
Zambia	0,001	0,004	0,028

**Tabla 9:** Estimación de las varianzas de estado en el modelo de Markov Switching para el valor de la canasta de retornos, debido a cambios de precios, para aquellos países que tienen efectos GARCH.

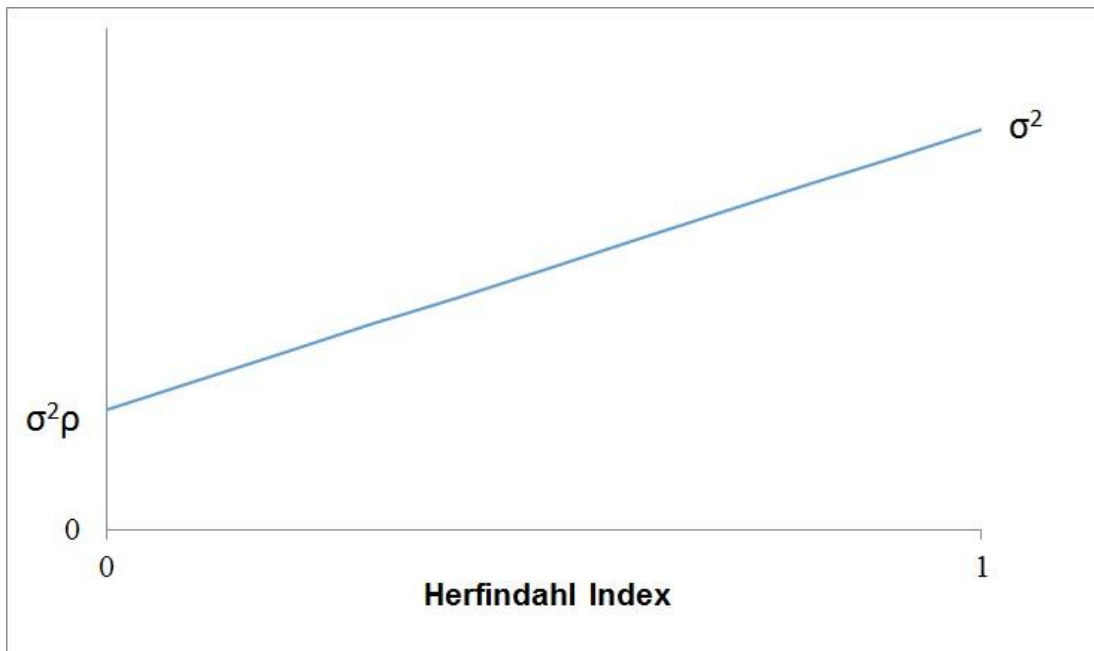
$$\text{Varianza Canasta}_k = \beta_1 \text{Concentración}_k + \beta_2 \frac{\text{Prod. Commodity}}{\text{PBI}}_k + \beta_3 \frac{\text{PBI}}{\text{PBI Mundial}_k} + \beta_4 \text{DummyPetróleo}_k + \text{Const} + e_k$$

	86-94 Real	86-94 Teo.	95-03 Real	95-03 Teo.	04-12 Real	04-12 Teo.
Concentración	<b>0,115</b> ***	<b>0,087</b>	<b>0,055</b> ***	<b>0,062</b>	<b>0,054</b> ***	<b>0,059</b>
	(0,021)		(0,015)		(0,012)	
Prod. Commodity/ PBI	-0,036 **		0,026 **		-0,014	
	(0,015)		(0,012)		(0,008)	
PBI / PBI Mundial	-0,38		-0,08		-0,09	
	(0,37)		(0,23)		(0,06)	
Productor de Petróleo	0,011		0,014 *		0,015 ***	
	(0,011)		(0,007)		(0,005)	
Constante	<b>-0,001</b>	<b>0,0091</b>	<b>0,005</b>	<b>0,0059</b>	<b>0,023</b> ***	<b>0,0239</b>
	(0,007)		(0,005)		(0,003)	
Tamaño de la muestra	53		54		54	
R-cuadrado	0,70		0,74		0,80	

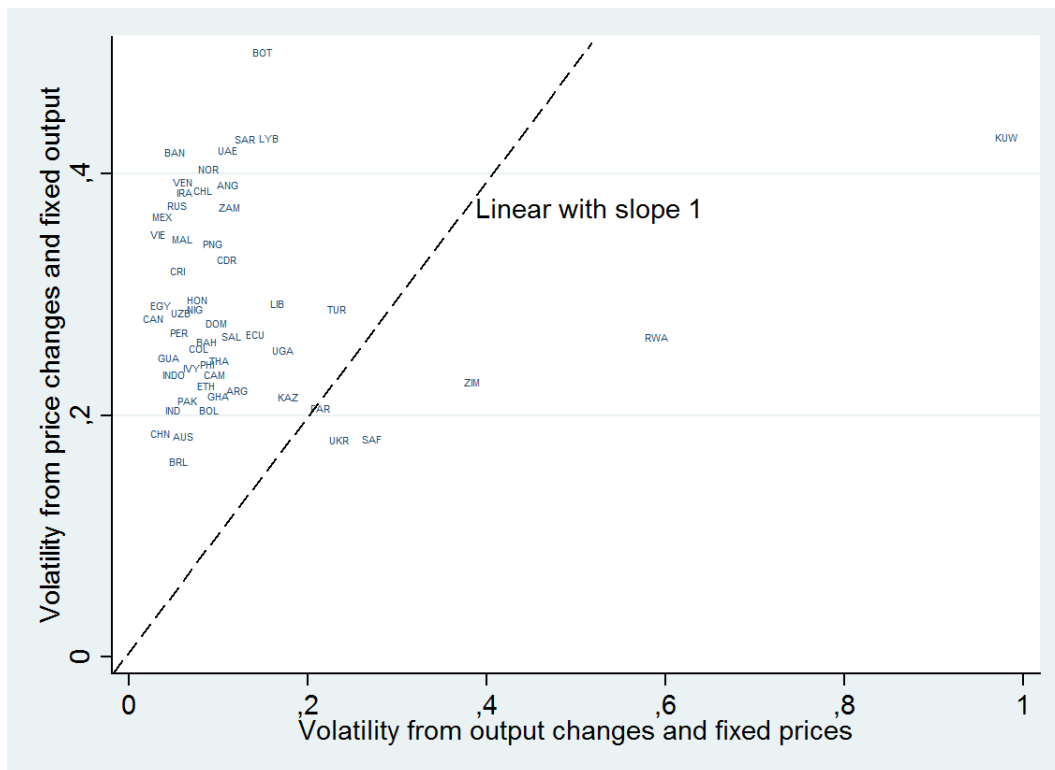
**Tabla 10:** Estimación por MCO del efecto de la concentración de la producción y de los controles en la varianza del valor de las canastas productivas de commodities.

	1986-1994	1995-2003	2004-2012
<b>Número efectivo de commodities ≤ 2</b>			
Volatilidad promedio de la canasta	0,265	0,236	0,253
Desvío Estándar	0,013	0,012	0,007
Número de países	26	33	27
<b>Número efectivo de commodities ≥ 3</b>			
Volatilidad promedio de la canasta	0,147	0,136	0,187
Desvío Estándar	0,008	0,008	0,004
Número de países	17	20	19

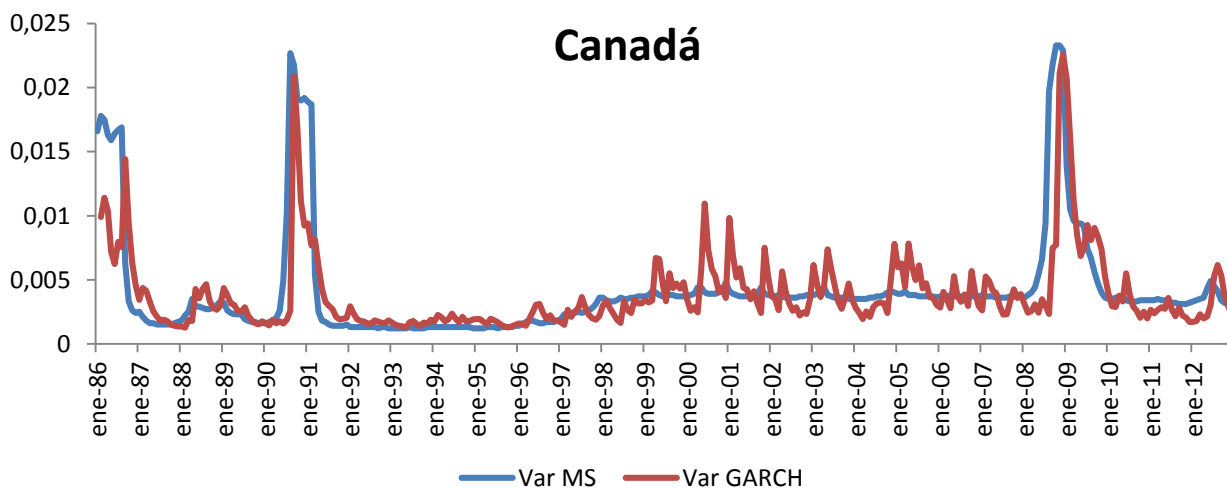
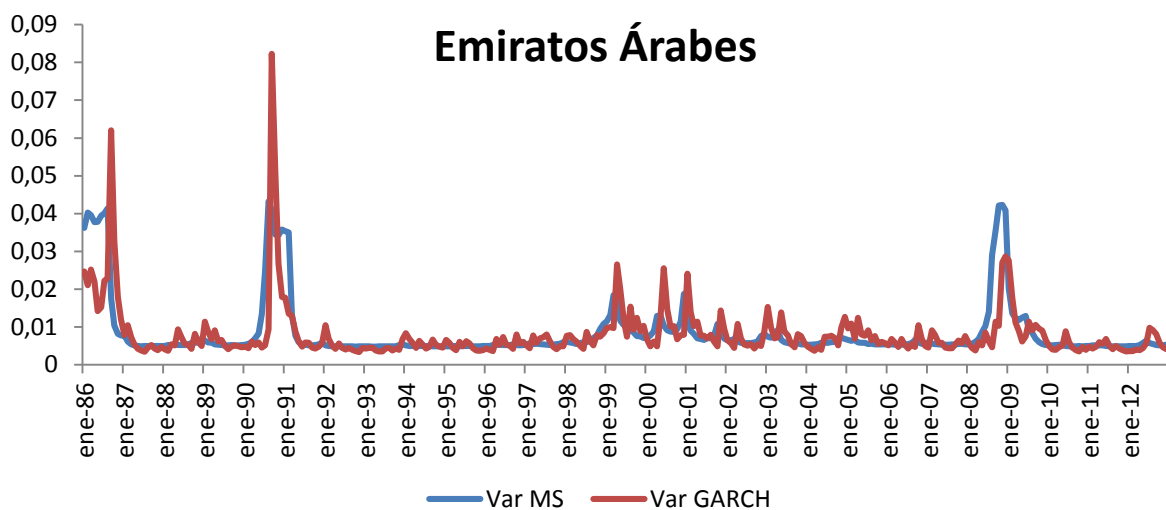
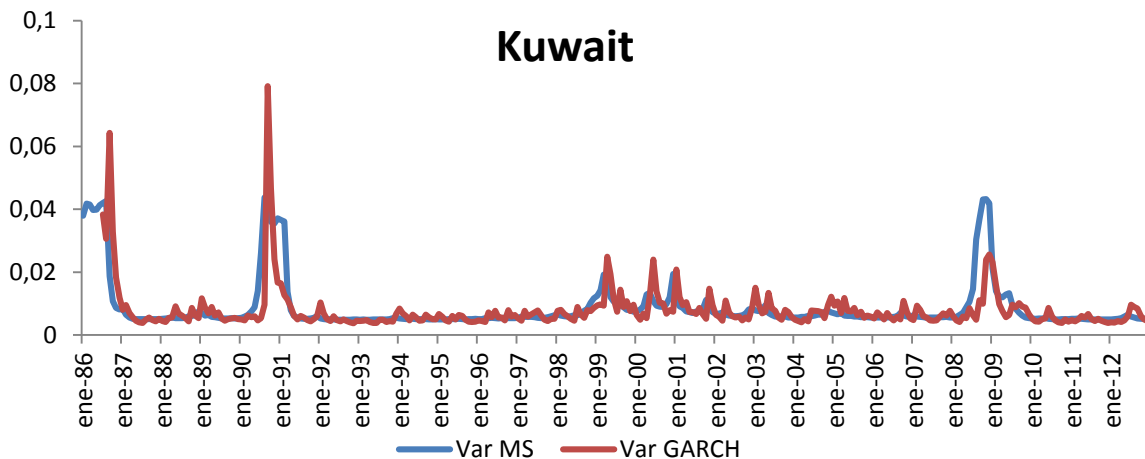
**Tabla 11:** Número efectivo de commodities y volatilidad de la canasta.

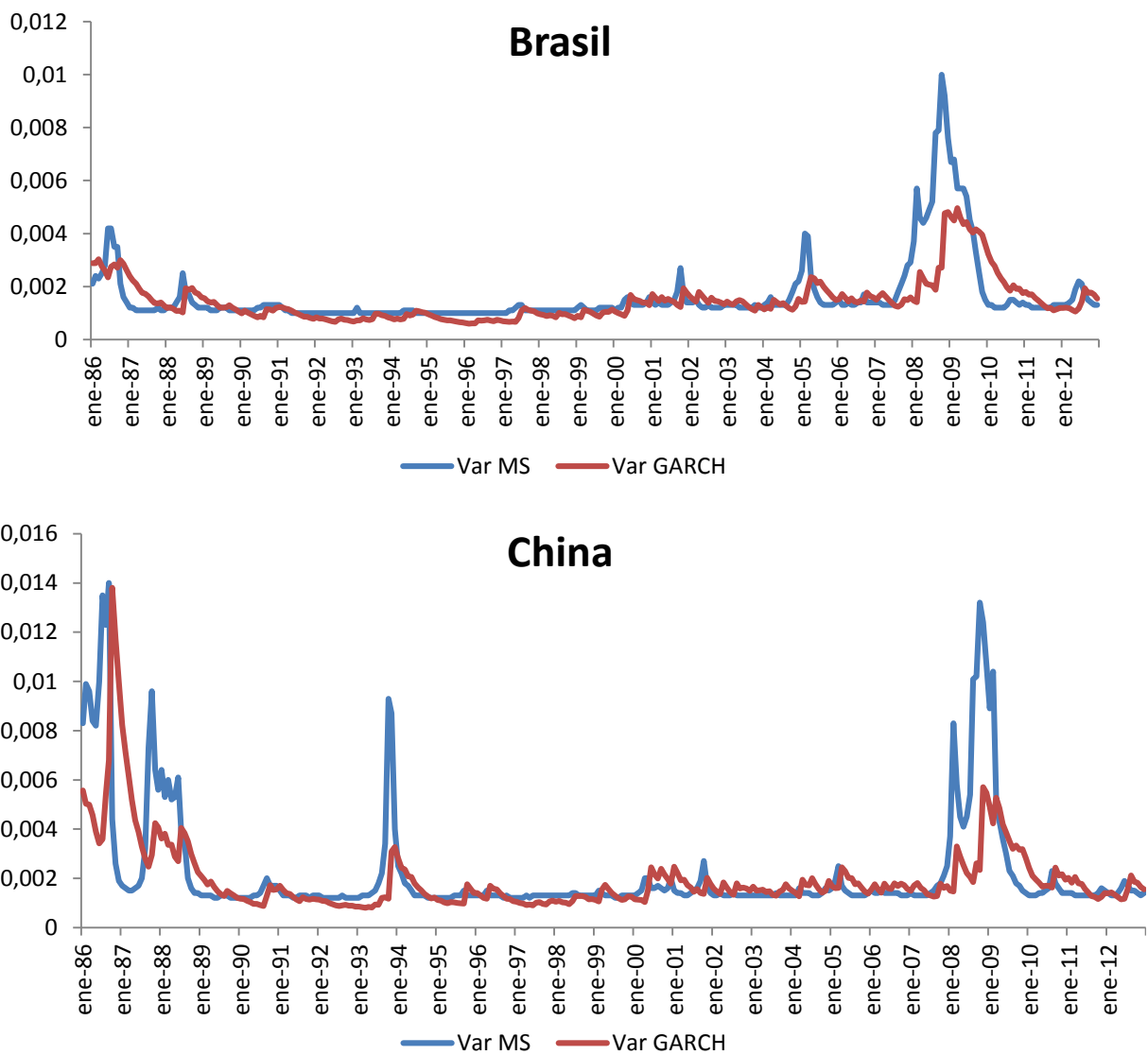


**Figura 1:** Aproximación de la varianza de la canasta productiva y grado de concentración.

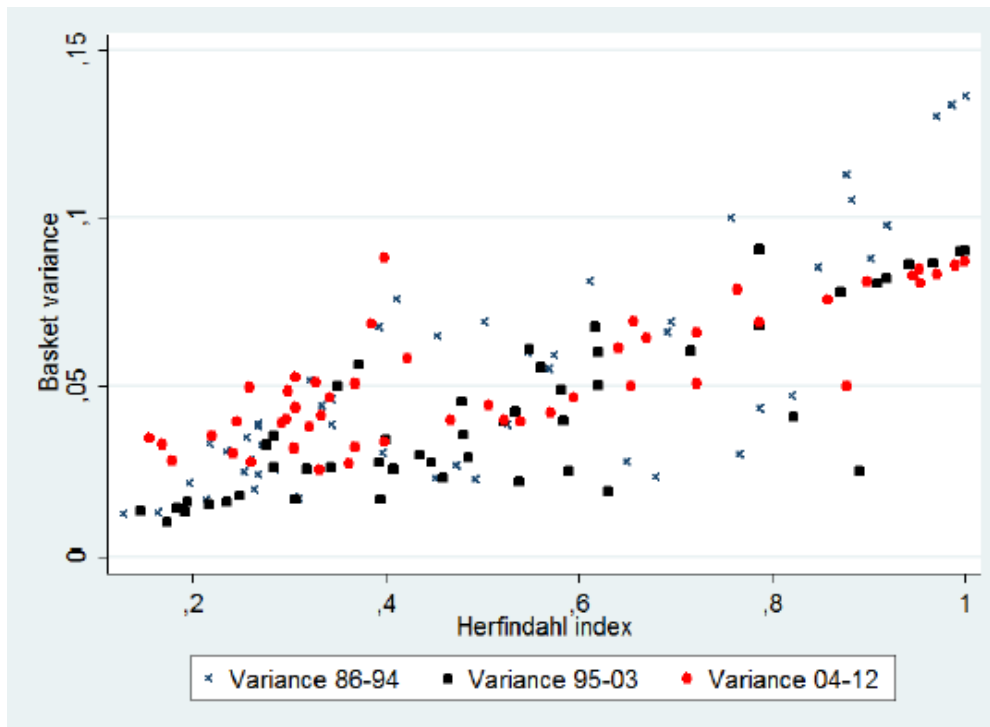


**Figura 2:** Fuentes de la volatilidad del valor de la producción de materias primas debido a cambios de precio y de cantidades.

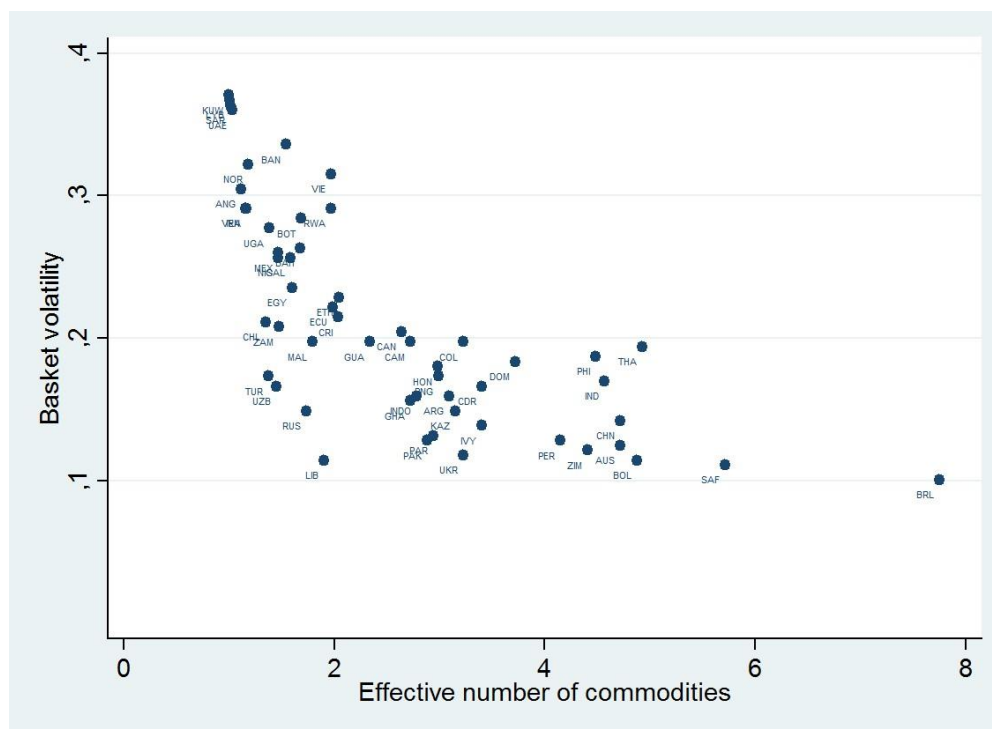




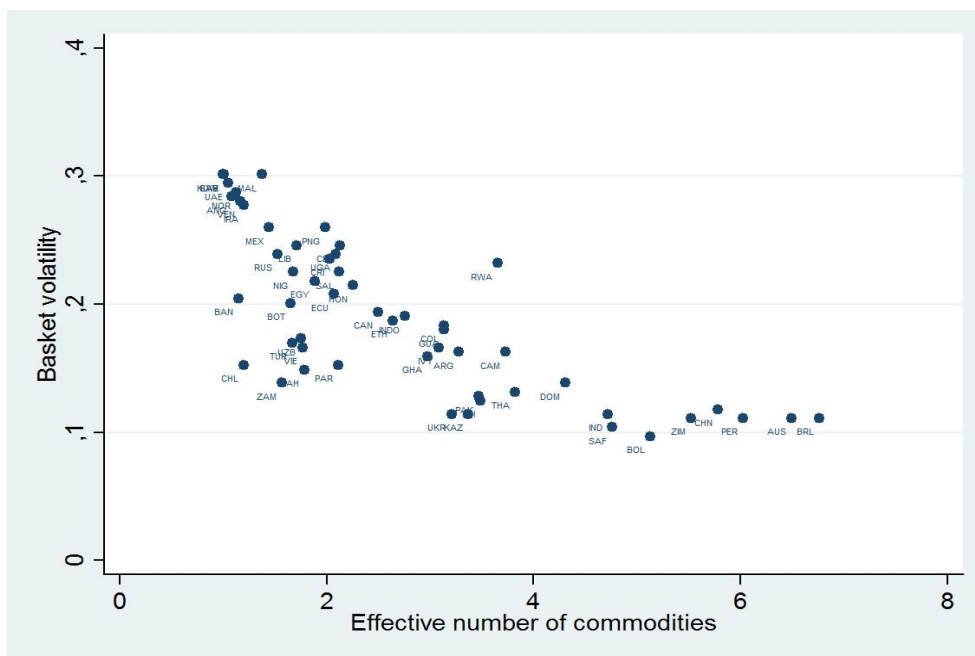
**Figura 3:** Varianza del modelo Markov Switching y GARCH.



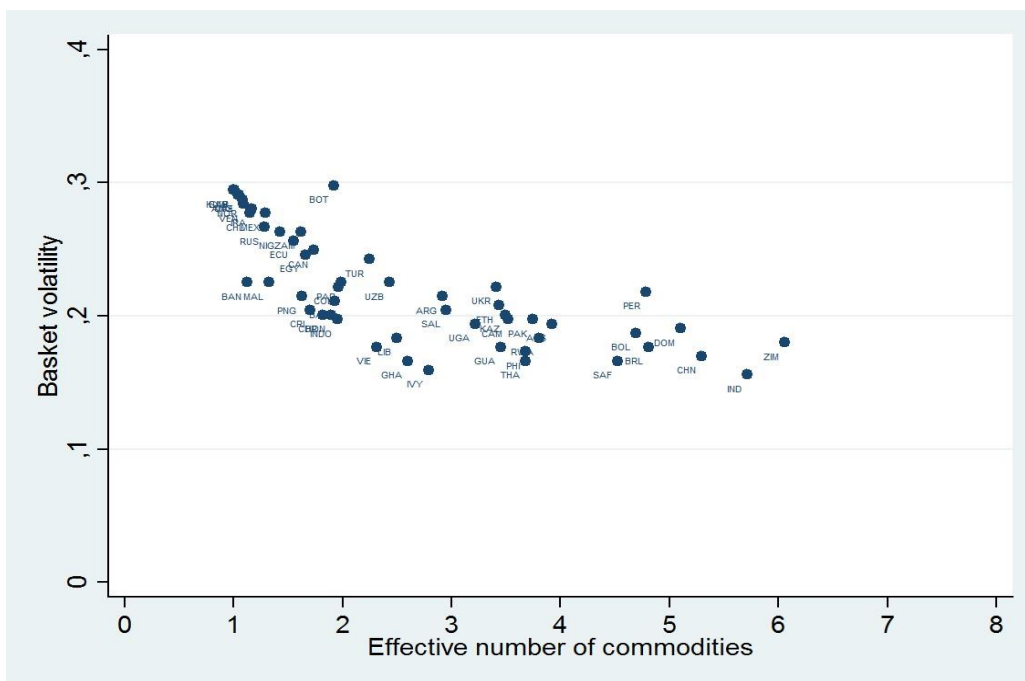
**Figura 4:** Varianza de los productos básicos debido a cambios mensuales de precios (cantidades fijas) y concentración.



**Figura 5:** Número efectivo de commodities producidos por cada país y volatilidad del valor de la canasta productiva debido a cambios en los precios. Retornos mensuales entre 1986 y 1994.



**Figura 6:** Número efectivo de commodities producidos por cada país y volatilidad del valor de la canasta productiva debido a cambios en los precios. Retornos mensuales entre 1995 y 2003.



**Figura 7:** Número efectivo de commodities producidos por cada país y volatilidad del valor de la canasta productiva debido a cambios en los precios. Retornos mensuales entre 2004 y 2012.