



Yura: Relaciones internacionales

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio

Revista electrónica ISSN: 1390-938x

Nº 15: Julio - septiembre 2018

Alternabilidad metodológica para la medición de la volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real de Ecuador desde 1901-2015. pp. 90 - 104

Tapia Pinos, Rebeca; Ochoa Ordoñez, Francisco; Ochoa Jiménez, Diego

Universidad Técnica Particular de Loja

Loja-Ecuador

San Cayetano Alto

rmtapia3@utpl.edu.ec, ofochoa@utpl.edu.ec, daochoa@utpl.edu.ec

Alternabilidad metodológica para la medición de la volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real de Ecuador desde 1901-2015.

Tapia Pinos, Rebeca; Ochoa Ordoñez, Francisco; Ochoa Jiménez, Diego
Universidad Técnica Particular de Loja

rmtapia3@utpl.edu.ec, ofochoa@utpl.edu.ec, daochoa@utpl.edu.ec

Resumen

90

El artículo investiga la volatilidad del PIB real ecuatoriano para el periodo comprendido desde 1901 hasta el 2015. Se estiman los modelos econométricos GARCH y EGARCH, para determinar si la volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real se comporta de manera simétrica o asimétrica. Los resultados muestran que el modelo óptimo para medir volatilidad en Ecuador es el modelo GARCH, debido a la que la serie de tiempo no tiene un componente asimétrico. Así mismo Ecuador presenta un alto grado de volatilidad, debido a la variabilidad de los precios del petróleo, factores exógenos como desastres naturales y por la adopción de políticas económicas internas inestables, lo con lleva a una disminución del consumo y la inversión, afectando al crecimiento del PIB real.

Palabras clave

PIB real, Volatilidad, GARCH, EGARCH, Ecuador.

Abstract

The article investigates the volatility of the Ecuadorian real GDP for the period from 1901 to 2015. The GARCH and EGARCH econometric models are estimated to determine if the volatility in the real GDP behaves in a symmetrical or asymmetric way. The results show that the optimal model to measure volatility in Ecuador is the GARCH model, due to the fact that the time series does not have an asymmetric component. Likewise Ecuador presents a high degree of volatility, due to the variability of oil prices duo to the presence of natural disasters and the adoption of unstable internal economic policies, leading to a decrease in consumption and investment, affecting growth of GDP real.

Keywords

GDP real, Volatility, GARCH, EGARCH, Ecuador

Una de las principales características económicas de América Latina, es la presencia de tasas de crecimiento económico volátiles, provocadas por la baja especialización productiva de la zona. Las principales actividades económicas se basan en el sector primario-exportador y en la explotación de recursos naturales (Sinnott, Nash & De la Torre, 2010; Ochoa, Ordoñez & Loaiza, 2011; Cuenca & Ochoa, 2007) . Debido a la fuerte dependencia de los commodities que exporta la región, experimenta shocks temporales de precios fijados por el mercado internacional. Así la volatilidad en América Latina se presenta por dos fuentes: los shocks externos financieros y la inestabilidad de las políticas económicas (Peña, 2005).

En Ecuador existe un lento crecimiento económico, representando por el PIB en un 0.16% para el 2015, resultado de la presencia de una alta volatilidad del PIB, debido a la vulnerabilidad externa y a políticas internas inestables (Banco Mundial, 2015). Conmociones externas que se relacionan con la volatilidad en los precios del petróleo, las variaciones en los flujos de capital y con los desastres naturales (CEPAL, 2015). Si existe un nivel alto de volatilidad, implica un mayor riesgo e incertidumbre, lo que desincentiva la inversión, afectando principalmente al crecimiento económico. Una alta volatilidad del crecimiento económico es perjudicial para la creación de nuevos empleos que sean de calidad, incrementando la desigualdad entre la población de un país (Auer, Berg, & Coulibaly, 2005).

La volatilidad es una particularidad de las series de tiempo que no es observable y no es constante, por lo que los modelos tradicionales (varianzas homoscedásticas), no son adecuados para modelar estas series de tiempo. Engle (1982), desarrolló un modelo para medir las amplias variaciones en las series de tiempo o volatilidad, este modelo se llama modelo ARCHⁱ. Desde su descubrimiento en 1982 el modelo ARCH ha tenido múltiples variaciones; una de ellas es el modelo planteado por Bollerslev (1986), modelo GARCHⁱⁱ.

Los modelos ARCH y GARCH son simétricos, agrupan la volatilidad, reúnen las propiedades de distribución de colas gruesas y examinan la varianza condicional frente a un cambio positivo o negativo de una variable, pero no toma en cuenta su signo, debido a estas limitaciones, se propone el modelo EGARCHⁱⁱⁱ, que refleja la naturaleza asimétrica de la volatilidad ante un cambio positivo o negativo de una variable (Johnson & Soriano, 2004). Estos modelos son muy populares ya que las variaciones o cambios en una variable macroeconómica, como el PIB, se explica por medio de la volatilidad. Por ejemplo, Fang & Miller (2009) utilizan los modelos ARCH, GARCH y EGARCH para explicar la volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real.

Ochoa & Montañez (2014), evidencian en la tasa de variación del PIB real anual, la presencia de una distribución asimétrica positiva y significativa que supone la presencia de grandes incrementos en la tasa de variación del PIB real anual, antes que grandes descensos. Por la presencia de asimetría en la tasa de variación del PIB real, se presentan los modelos EGARCH desarrollado por Nelson (1991), en donde los modelos tradicionales (ARCH y GARCH) se comportan de una forma simétrica ante las perturbaciones positivas y negativas (Casas & Cepeda, 2008).

En este contexto, el objetivo de esta investigación es determinar si la metodología EGARCH permite medir la volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real de Ecuador de forma más eficiente que la metodología GARCH, durante el periodo de 1901 al 2015. La principal hipótesis a verificarse es que, si la volatilidad existente en la tasa de crecimiento del PIB real del Ecuador, puede responder de forma asimétrica a errores de predicción pasados, intentando resolver las deficiencias de los modelos GARCH (Fernández, 2010). Para la presente investigación se utilizarán dos regresiones. Primero, se estimará el modelo GARCH y segundo se estima el modelo EGARCH, se toma como variable objeto la tasa de crecimiento del PIB real (Y_t) anual.

Para Ramey & Ramey (1994), evidencian que los países con mayor volatilidad tienen un crecimiento medio más bajo. La evidencia empírica manifiesta que la volatilidad reduce el crecimiento del PIB, así se puede evidenciar una relación negativa entre la volatilidad y el PIB (Barlevy, 2004; Norrbinand & Yigit, 2005; Berument, Dincer & Mustafaoglu, 2012).

La concavidad y asimetría son factores que ayudan a explicar a la volatilidad como un factor de importancia de primer orden sobre el crecimiento económico, además han puesto en evidencia el impacto negativo de la volatilidad sobre el bienestar social, ya sea por la mala distribución del ingreso o porque los niveles de consumo per cápita se ven perjudicados (Aizenman & Pinto, 2005; Anghion, Benerjee & Piketty, 1999).

Algunos sucesos en economía están condicionados a los movimientos que realizaron en el pasado (estabilidad o inestabilidad), de manera especial el comportamiento de una variable en la actualidad responde a una experiencia pasada. Así la volatilidad puede ser de dos clases: determinista o estocástica. La volatilidad determinista no cambia a lo largo del tiempo y si se modifica lo hace de forma conocida y cierta, la volatilidad estocástica cambia con el tiempo y lo hace de forma desconocida e incierta (Garcia & Ibar, 2001).

La volatilidad determinista se presenta cuando la media tiene un término de perturbación y su varianza se modeliza considerando el dato del periodo $t-1$, para lo cual se utiliza los modelos de volatilidad condicional variable. Los modelos ARCH o las formas generalizadas del modelo GARCH modelan la media condicional y la varianza condicional paralelamente, buscando incorporar las variaciones que tiene la volatilidad. Según De Arce (1998), la importancia de los modelos autorregresivos condicionales heteroscedasticos radica en determinar un patrón de comportamiento estadístico para la varianza.

A continuación, se hacen constar los estudios empíricos más relevantes, en los cuales se destacan los principales resultados obtenidos. Además, se hace constar las diferentes técnicas de estimación, así como los datos utilizados: series de tiempo y de corte transversal.

Hamori (2000), realiza un análisis empírico de la volatilidad en las tasas de crecimiento de PIB real de Estados Unidos, Reino Unido y Japón, para lo cual estima tres modelos de tipo ARCH (GARCH, T-GARCH y EGARCH) usando el método de máxima verosimilitud con datos trimestrales para los tres países. El método GARCH aporta el mejor ajuste estadístico, es decir, la volatilidad presenta estructura simétrica en las tasas de crecimiento del PIB real. Aunque se esperaba un efecto asimétrico, Hamori no encuentra soporte para esta hipótesis en las observaciones analizadas. Asimismo, explica que para lograr crecimiento económico se requiere del aumento de la mano de obra, del progreso tecnológico y de adquirir mayor capacidad de producción. A partir de este estudio, Ho & Tsui (2003), estudian la volatilidad asimétrica utilizando una orientación semejante, pero con algunas modificaciones con datos muestrales de 1961 a 1997, encontrando evidencia estadísticamente significativa de volatilidad condicional asimétrica en las tasas de crecimiento del PIB real de Estados Unidos y Canadá, al igual que Hamori, también no se detecta efectos asimétricos en las tasas de crecimiento del PIB real de Japón y del Reino Unido. En este contexto, argumentan que cuando los agentes económicos perciben impactos negativos del PIB, restringen el consumo privado y la inversión, lo que conduce a un proceso causal con mayor contracción del PIB real. Esto debido la incertidumbre de los agentes económicos (adversos al riesgo) que tiene creencias heterogéneas sobre la perspectiva futura de la economía, conduciendo a que sean más cautelosos sobre las decisiones futuras de consumo e inversión. En cambio, cuando los agentes económicos perciben choques expansivos, tienen deseo de aumentar el consumo y la inversión, pero se ven limitados por la capacidad productiva de la economía en el corto plazo. Por lo que las limitaciones de la oferta pueden

explicar parcialmente la volatilidad asimétrica en la tasa de crecimiento del PIB real en países desarrollados.

En América Latina y el Caribe (ALC) presentan tasas de volatilidad altas en relación con los países desarrollados. Según Kacef & Jiménez (2010), la varianza del crecimiento para América Latina en el periodo de 1951 a 2008, es 50% más elevada que en Estados Unidos y Europa. Para Rodríguez (2006), las fluctuaciones presentes en las economías de la región se deben a los choques externos, como cambios abruptos de signo en los flujos de capitales o marcadas variaciones en los términos de intercambio. Por estas razones existe mucho interés en ALC para analizar el desempeño económico, ya que la volatilidad macroeconómica es fuente o reflejo del subdesarrollo (Chang , Kaltani, & Loayza, 2009). Según Servén & Perry (2001), la volatilidad agregada de ALC es el efecto de tres factores: perturbaciones externas reales y financieras, inestabilidad de la política macroeconómica, y debilidad de los mercados financieros domésticos e internacionales, además que esta volatilidad es reflejo de factores no económicos como: desastres naturales, cambios climáticos y sucesos políticos. De la misma manera Fanelli (2008), menciona que la volatilidad macroeconómica se debe a componentes de diferente naturaleza, de acuerdo a las especificidades de cada economía de la región, pero que es su mayoría se deben a elementos como: la estructura productiva, la vulnerabilidad a desastres naturales, el patrón de inserción internacional y el marco institucional, entre otros.

Metodología

La presente investigación toma como variable objeto la tasa de crecimiento del PIB real (Y_t) anual con año base 1990, para el periodo comprendido desde el año 1901 hasta el año 2015. La información de la tasa de crecimiento del PIB real se obtuvo de Maddison Project, para determinar mediante los modelos GARCH Y EGARCH cuál de estas dos metodologías es más eficiente para medir la volatilidad

El modelo GARCH es una derivación del modelo ARCH propuesto por Engle (1982), el cual es un modelo de la misma naturaleza que el ARCH simétrico, que enuncia que la varianza condicional del término de error en el tiempo que no solo depende de este término al cuadrado, sino que también de la varianza condicional en el periodo anterior (Ruiz, 1994). Este modelo examina dos particularidades que ocurren en algunas series económicas: el exceso de curtosis y volatilidad (Gutiérrez , Vergara , & Díaz, 2015).

Bollerslev (1986), plantea el modelo GARCH y se basa en la varianza condicional del término de error en el tiempo que no solo depende de este término al cuadrado, sino que también de la varianza condicional en el periodo anterior. De las múltiples derivaciones del modelo GARCH, el más sencillo es el modelo GARCH (1,1), el cual se describe a continuación:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2 \quad (1)$$

En la relación 1, σ_t^2 , es la varianza condicional del término de error en el tiempo; α_0 corresponde a la constante de la varianza condicional; u_{t-1}^2 , es el término de error al cuadrado del periodo anterior; α_1 , es el coeficiente del término de error al cuadrado rezagado; σ_{t-1}^2 , es la varianza condicional en el periodo anterior; α_2 , es el coeficiente de la varianza condicional rezagada.

El modelo GARCH es suficiente para determinar la heteroscedasticidad condicional presente en una serie de tiempo, además se puede observar la evolución de una variable al utilizar el periodo anterior con lo que se facilita el pronóstico de una serie de tiempo, es decir el comportamiento de una variable a futuro.

El modelo GARCH presenta algunas limitaciones, por lo cual se propone el modelo EGARCH, entre ellas las siguientes:

- La condición impuesta de no negatividad sobre los parámetros limita la dinámica de la varianza condicional (Alonso & Restoy, 1995).
- El modelo GARCH es incapaz de modelar una respuesta asimétrica de la volatilidad ante las subidas y bajadas de la serie, es decir, que la varianza condicional responde de igual manera ante noticias buenas y malas lo que genera predicciones erróneas (Bahi, 2007).
- El modelo GARCH presenta simetría, por lo cual hay una correlación negativa entre los actuales y la volatilidad de los retornos futuros (Camargo , Charris , & García, 2012).

Nelson (1991), incorpora los modelos EGARCH, el cual mide la varianza condicional que presente comportamiento asimétrico frente a un cambio positivo o negativo de una variable macroeconómica, lo que no sucede con el modelos ARCH y GARCH tradicionales (simétricos), en los cuales no se refleja completamente la naturaleza de la volatilidad, no tienen en cuenta el comportamiento asimétrico de la volatilidad.

El modelo EGARCH (1,1), se describe a continuación:

$$\log \sigma_t^2 = \alpha_0 + \beta_1 \log(\sigma_{t-1}^2) + \alpha_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \right| i + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \quad (2)$$

Dónde, $\beta_1 \log(\sigma_{t-1}^2)$, es la varianza heteroscedástica; $\alpha_1 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}}$, es el valor autorregresivo de la

perturbación; $\left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \right| i$, es el efecto asimétrico, donde $i = \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0 & \text{si } \varepsilon_{t-1} > 0 \end{cases}$

El modelo EGARCH (1,1), mide el efecto de la asimetría en una serie de tiempo. La volatilidad puede responder de una manera asimétrica ante los errores de predicción pasados. El éxito de utilizar estos modelos, está en considerar la información pasada de la variable y su volatilidad, como factores altamente explicativos de su comportamiento presente y por extensión lógica de su futuro predecible, basándose en un enfoque cuantitativo, mediante la utilización y análisis de datos del PIB real, para poder dar cumplimiento al objetivo planteado.

Resultados

A continuación, se presentan algunos estadísticos importantes para comprobar si los modelos a utilizarse en el estudio son óptimos. Los estadísticos son: coeficiente de asimetría, curtosis, varianza, desviación estándar, entre otros; esto con el fin de demostrar que los datos no cumplen con el requisito de no normalidad.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para la tasa de variación del PIB real (1901 - 2015)

Variable	Tasa de variación del PIB real
Observaciones	115
Media	4.202407
Desviación Estándar	3.75455
Mínimo	-5.983351
Máximo	25.32781
Varianza	14.09664
Asimetría	1.807479
Curtosis	11.62097

Fuente: Maddison Project, 2017.

En la tabla 1 se muestra que Ecuador experimenta una tasa de variación media del PIB real del 4.2% para la muestra de 115 años, con una tasa máxima del 25,33% en 1973 y una tasa mínima del -5.99% en 1987. La volatilidad del PIB representada por la desviación estándar es igual a 3.75, lo que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. La asimetría de 1.81 muestra una distribución simétrica positiva y significativa, implicando que los valores tienden a concentrarse más en la parte izquierda que en la derecha de la media. El coeficiente de curtosis de 11.62^{iv}, nos indica que los cambios extremos ocurren con mayor frecuencia cuando existe una alta curtosis.

Para la detección de volatilidad en la tasa de variación del PIB real mediante los modelos GARCH y EGARCH, se procede a verificar la estacionariedad, para lo cual utilizamos el método gráfico, el test de raíces unitarias de Dickey & Fuller (1979) y la prueba

de Phillips & Perron (1988). Mediante estas pruebas se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria en la tasa de variación del PIB real a un nivel de significancia de 10%, 5% y 1%, por ende, la serie de tiempo es estacionaria y se puede utilizar para realizar pronósticos, además de presentar un proceso de ruido blanco (ver anexo: tabla 1 y tabla 2).

Comprobada la existencia del componente dinámico en la evolución de la tasa de crecimiento del PIB real, se procede a identificar el modelo ARMA (p,q) que mejor se ajuste a la variable. Para ello, se toman diversos valores de p y q y se procede a escoger el modelo que minimice el valor del estadístico Akaike. Para el caso de estudio este estadístico toma el menor valor para un ARMA (1,1), lo que coincide con el modelo empleado por Ho y Tsui (2003) en su estudio comparativo entre diferentes países. Estos resultados están sintetizados en tabla 4 del anexo.

En base al modelo ARMA (1,1) se observar que este modelo no presenta buenas propiedades (ver anexo: tabla 4). La prueba Breusch-Godfrey confirma la presencia de heteroscedasticidad, por cuanto conduce a rechazar la hipótesis de homocedasticidad condicional, con lo cual se precede a estimar los modelos asumiendo la presencia de heterocedasticidad condicional en las perturbaciones (ver anexo: tabla 3). Demostrada la presencia de volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real de la economía ecuatoriana, se procede modelizar. Esto con el fin de capturar este componente; siguiendo a Fang y Miller (2009), se considera dos tipos de comportamiento en la varianza. Los resultados de estimar la ecuación 1 y 2 se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 2. Modelo GARCH (1,1) para la tasa de variación del PIB real.

Tasa de variación del PIB real	Coefficiente	Error estadístico	z	P>z	Intervalo de confianza (95%)	
arch L1.	0.8051869	0.1536419	5.24	0.000*	0.5040543	1.106319
				**		
garch L1.	0.5226131	0.0493654	10.59	0.000*	0.4258586	0.6193676
				**		

Constante	0.3424352	0.3158223	1.08	0.278	-0.276565	0.9614355
------------------	-----------	-----------	------	-------	-----------	-----------

Fuente: Maddison Project, 2017.

¹ *valores significativos p < .05; **valores muy significativos p < .01; ***valores altamente significativos p < .001.

$$\sigma_t^2 = 3.69 + 0.815u_{t-1}^2 + 0.523\sigma_{t-1}^2$$

Tabla 3. Modelo EGARCH (1,1) para la tasa de variación del PIB real.

Tasa de variación del PIB real	Coefficiente	Error estadístico	z	P>z	Intervalo de Confianza (95%)	
earch L1.	-0.0515256	0.0979647	-0.53	0.599	-0.2435328	0.1404817
earch_a L1.	0.9010081	0.1597328	5.64	0.000***	0.5879375	1.214079
egarch L1.	0.8598003	0.0756511	11.37	0.000***	0.711527	1.008074
Constante	0.4148662	0.1938668	2.14	0.032*	0.0348942	0.7948382

Fuente: Maddison Project, 2017.

¹ *valores significativos p < .05; **valores muy significativos p < .01; ***valores altamente significativos p < .001.

$$\log\sigma_t^2 = 0.41 - 0.05 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} + 0.90 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{\sigma_{t-1}^2}} \right| + 0.86 \log(\sigma_{t-1}^2)$$

El coeficiente de 0.05 es negativo, lo que implica que las perturbaciones negativas son más desestabilizadoras que las innovaciones positivas, estas perturbaciones negativas son producto de la disminución del precio del petróleo en el mercado internacional y por ende el crecimiento del PIB disminuye debido a que Ecuador depende mucho de sus materias primas, ya que este país se basa en un modelo primario exportador. Este efecto es débil y es sustancialmente menor que el efecto simétrico de 0.90. De hecho, las escalas relativas de los dos coeficientes implican el efecto simétrico que domina completamente las perturbaciones negativas.

En base a los modelos GARCH y EGARCH estimados, se observa un elevado grado de persistencia en la volatilidad, lo que indica la presencia de heteroscedasticidad condicional. Al observar el estadístico (Z), se puede mencionar que el modelo GARCH es más eficiente para medir la volatilidad en la tasa de variación del PIB real de Ecuador, con lo que se rechaza

la hipótesis de que exista una distribución asimétrica en la tasa de variación del PIB real, ya que el valor (Z) no es estadísticamente significativo ($p > 5\%$). Para el caso Ecuador es más eficiente utilizar un modelo ARCH o GARCH ya que esta serie de tiempo presenta una distribución simétrica. Esto concuerda con Hamori (2000), el cual menciona que volatilidad presenta estructura simétrica en las tasas de crecimiento del PIB real de Estados Unidos, Japón y Reino Unido, por lo cual el modelo óptimo es el GARCH.

Discusión

La evidencia muestra que la estructura de la volatilidad condicional en la tasa de variación del PIB real ecuatoriano presenta un alto grado de persistencia, ya que la desviación estándar (3.75). Una vez identificado el componente de volatilidad y su persistencia en la tasa de variación del PIB real ecuatoriano, se procedió a modelizar mediante la utilización de los modelos ARCH. El modelo GARCH planteado por Bollerslev (1986), muestra que la varianza condicional responde de manera simétrica ante noticias buenas y malas, generando predicciones erróneas; debido a las deficiencias que presenta este modelo se presenta los modelos EGARCH Nelson (1991), el cual captura el comportamiento asimétrico de la volatilidad frente a un cambio positivo o negativo. La elección del modelo adecuado para el caso ecuatoriano se realizó mediante la probabilidad del estadístico (Z).

Al estimar los modelos GARCH y EGARCH, los resultados muestran que la volatilidad no presenta un comportamiento asimétrico para la tasa de crecimiento del PIB real ecuatoriano, debido a que el efecto asimétrico en el modelo EGARCH no es estadísticamente significativa (0.599), resultado que concuerda con la investigación realizada por Hamori (2000). En base a los resultados del análisis empírico, el modelo óptimo para medir la volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real de Ecuador es el modelo GARCH, ya que los valores z son estadísticamente significativos (0), presentando un comportamiento simétrico en la volatilidad del PIB real. Bajo este contexto se abre una nueva línea de

investigación para determinar si este resultado es propio del caso ecuatoriano o si países como: México, Venezuela y Colombia, en cuyos países los ingresos también dependen de las exportaciones de crudo, presentan un comportamiento similar o distinto.

Ecuador presenta un modelo primario exportador, por lo que la volatilidad en la tasa de crecimiento del PIB real, es provocada por la variabilidad en los precios del petróleo, por una alta dependencia de los commodities, por la presencia de desastres naturales y por la inestabilidad de las políticas económicas internas, lo que provoca que los agentes económicos reduzcan el consumo privado y la inversión, lo que conlleva una contracción mayor del PIB real.

Lista de Referencias

- Aghion, P., Banerjee, A., & Piketty, T. (1999). Dualism and macroeconomic volatility. *The Quarterly Journal of Economics*, 114(4), 1359-1397.
- Aizenman, J., & Pinto, B. (2005). Managing economic volatility and crises: A practitioner's guide. *Cambridge University Press*.
- Alonso, F., & Restoy, F. (1995). La modelización de la volatilidad del mercado bursátil español. *Banco de España*.
- Auer, P., Berg, J., & Coulibaly, I. (2005). ¿ El trabajo estable mejora la productividad? *Revista internacional del trabajo*, 124(3), 345-372.
- Bahi, C. (2007). Modelos de medición de la volatilidad en los mercados de valores: aplicación al mercado bursátil argentino. *Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Económicas*.
- Banco Mundial. (2015). *Ecuador evaluación de la pobreza*. Washington: Unidad sectorial de reducción de la pobreza y gestión económica América Latina y el Caribe.
- Barlevy, G. (2004). The cost of business cycles and the benefits of stabilization: a survey (No. w10926). *National Bureau of Economic Research*.
- Berument, H., Dincer, N., & Mustafaoglu, Z. (2012). Effects of growth volatility on economic performance— Empirical evidence from Turkey. *European Journal of Operational Research*, 217(2), 351-356.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Callen, T. (2008). ¿Qué es el producto interno bruto? *Finanzas & Desarrollo*, 48.
- Camargo, E., Charris, A., & García, R. (2012). Modelación de la volatilidad y pronóstico del índice general de la bolsa de valores de Colombia (IGBC). *Clío América*, 6(12), 223.
- Casas, M., & Cepeda, E. (2008). Modelos ARCH, GARCH y EGARCH: aplicaciones a series financieras. *Cuadernos de economía*, 27(48), 287-319.
- CEPAL. (2015). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2015: desafíos para impulsar el ciclo de inversión con miras a reactivar el crecimiento*.
- Chang, R., Kaltani, L., & Loayza, N. (2009). Openness can be good for growth: The role of policy complementarities. *Journal of development economics*, 90(1), 33-49.
- Cuenca, A., & Ochoa, J. (2017). Economic Growth and Natural Resources in Latin America: an application of the Stiglitz model. *ECORFAN Journal*, 3(5), 16-30.
- De Arce, R. (1998). Introducción a los modelos autorregresivos con heterocedasticidad condicional (ARCH). *Working Paper, LR. Klein Ph. D Program*.
- Dickey, D., & Fuller, W. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Easterly, W., & Kraay, A. (1999). Small states, small problems? (Vol. 2139). *World Bank Publications*.
- Engle, R. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.
- Fanelli, J. (2008). *Volatilidad y crisis en América Latina: evidencia empírica y políticas*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Fang, W., & Miller, S. (2009). Modeling the volatility of real GDP growth: The case of Japan revisited. *Japan and the world Economy*, 21(3), 312-324.

- Fatás, A. (2002). The effects of business cycles on growth (No. 156). *Santiago: Banco Central de Chile*.
- Fernández, H. (2010). EGARCH: un modelo asimétrico para estimar la volatilidad de series financieras. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9(16).
- García, M., & Ibar, R. (2001). Estimación de modelos de volatilidad estocástica. *Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad San Pablo-CEU*.
- Gutiérrez, R., Vergara, R., & Díaz, M. (2015). Predicción de la volatilidad en el mercado del petróleo mexicano ante la presencia de efectos asimétricos. *Cuadernos de Economía*, 34(65).
- Hamori, S. (2000). Volatility of real GDP: some evidence from the United States, the United Kingdom and Japan. *Japan and the World Economy*, 12(2), 143-152.
- Henry, O., & Olekalns, N. (2002). The effect of recessions on the relationship between output variability and growth. *Southern Economic Journal*, 683-692.
- Ho, K.-Y., & Tsui, A. (2003). Asymmetric volatility of real GDP: Some evidence from Canada, Japan, the United Kingdom and the United States. *Japan and the World Economy*, 15(4), 437-445.
- Johnson, C., & Soriano, F. (2004). Volatilidad del mercado accionario y la Crisis Asiática: Evidencia internacional de asimetrías. *El Trimestre Económico*, 355-388.
- Kacef, O., & Jiménez, J. (2010). *Volatilidad macro-fiscal y gobernabilidad democrática*. Santiago de Chile: Cepal.
- Maddison Project. (agosto de 2017). *University of Groningen*. Obtenido de <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/releases/maddison-project-database-2018>
- Nelson, D. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 347-370.
- Norrbín, S., & Yigit, P. (2005). The robustness of the link between volatility and growth of output. *Review of World Economics*, 141(2), 343-356.
- Ochoa, D., Ordóñez, J., & Loaiza, A. (2011). crecimiento económico y restricción externa del Ecuador 1970-2008. *eseconomía*, 6(31), 3-30.
- Ochoa, O., & Montañez, A. (2014). Modelando la volatilidad del crecimiento del PIB real: caso Ecuador. *Universidad de Zaragoza, Facultad de Economía y Empresa*.
- Peña, C. (2005). Volatilidad macroeconómica e inversión privada. Venezuela, 1968-2002. *Revista venezolana de análisis de coyuntura*, 11(1), 185-202.
- Perry, G., & Servén, L. (2001). La volatilidad macroeconómica en América Latina: causas y soluciones. *INFORMACION COMERCIAL ESPANOLA-MONTHLY EDITION*, 75-92.
- Phillips, P., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Ramey, G., & Ramey, V. (1994). Cross-country evidence on the link between volatility and growth (No. w4959). *National bureau of economic research*.
- Rodríguez, O. (2006). *El estructuralismo latinoamericano. Siglo XXI*.
- Ruiz, E. (1994). Modelos para series temporales heterocedásticas.
- Sinnott, E., Nash, J., & De la Torre, A. (2010). Los recursos naturales en América Latina y el Caribe: Más allá de bonanzas y crisis. *Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe*.

Anexos

Para determinar si la tasa de variación del PIB real de Ecuador es estacionaria o no, se procede a aplicar las siguientes pruebas:

Tabla 1. Prueba de Dickey-Fuller

Dickey-Fuller	Test estadístico	1%Valor Critico	5%Valor Critico	10%Valor Critico
Z(t)	-8.356	-3.505	-2.889	-2.579

Fuente: Maddison Project, 2017.

Como el Z(t) es menor el valor critico tanto al 1%, 5% y 10% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo cual la tasa de variación del PIB real es estacionaria y se puede utilizar esta serie de tiempo para pronostico.

Tabla 2. Prueba de Phillips-Perron

Phillips-Perron	Test Estadístico	1%Valor Critico	5%Valor Critico	10%Valor Critico
Z(rho)	-100.5	-19.847	-13.728	-11.019
Z(t)	-8.615	-3.505	-2.889	-2.579

Fuente: Maddison Project, 2017.

Mediante la prueba de Phillips-Perron se obtiene que la tasa de variación del PIB real es estacionaria y se puede utilizar para pronostico, ya que el Z(rho) y Z(t) son menores a los valores críticos tanto al 1%, 5% y 10%, con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 3. Prueba de Breusch-Godfrey

Rezagos(p)	chi2	df	Prob > chi2
1	5.886	1	0.0153

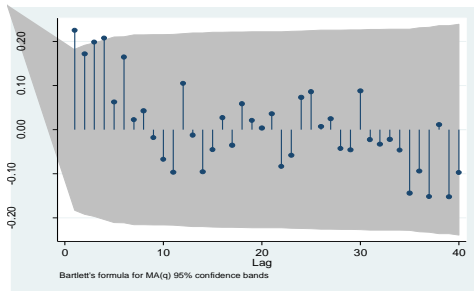
Fuente: Maddison Project, 2017.

H₀: Homocedasticidad

H₁: Heterocedasticidad

En base a la prueba de Breusch-Godfrey se rechaza la hipótesis nula de Homocedasticidad, entonces el modelo presenta heterocedasticidad, ya que el chi2 es mayor a la probabilidad.

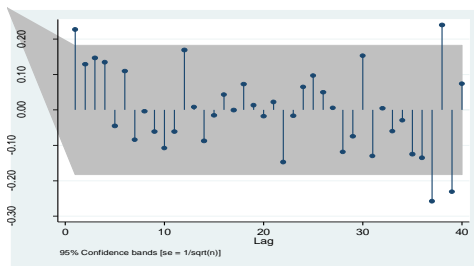
Figura 2. Autocorrelación en la tasa de variación del PIB real



2

Fuente: Maddison Project, 2017.

Figura 3. Autocorrelación parcial en la tasa de variación del PIB real



Fuente: Maddison Project, 2017.

Tabla 4. Modelo Arma (1,1) para la tasa de variación del PIB real.

Tasa de variación del PIB real	Coefficiente	Std. Err.	z	P>z	Intervalo de confianza (95%)	
Constante	4.146367	0.783269	5.29	0	2.611188	5.681546
ar						
L1.	0.8228771	0.1839721	4.47	0	0.4622985	1.183456
ma						
L1.	-0.6464668	0.2125074	-3.04	0.002	-1.062974	-0.22996
/sigma	3.564307	0.1644743	21.67	0	3.241943	3.886671

Fuente: Maddison Project, 2017.

Notas de pie de página

- ⁱ Modelo de heteroscedasticidad condicional autorregresivo (ARCH)
- ⁱⁱ Modelo condicional autorregresivo generalizado con heteroscedasticidad (GARCH)
- ⁱⁱⁱ Modelo exponencial generalizado autorregresivo condicionalmente heteroscedástico (EGARCH)
- ^{iv} Demuestra que la distribución es leptocúrtica.