

VOLATILIDAD SIMÉTRICA O ASIMÉTRICA EN LA PAPA DEL ECUADOR

Andrés Renato, Jácome Gagnay *, Byron Rodrigo, Lozada Cherrez *

*Autor de correspondencia: arjacome@uta.edu.ec; renjacome@hotmail.com

Recibido: 14 de septiembre de 2020

Aceptado: 19 de marzo de 2021

Abstract

The potato is an agricultural product produced in the Ecuadorian mountain, the producers decide to harvest due to the benefits of the last period. The prices received for the harvest fluctuates constantly, this fact brings an interest to analyze producer prices in Ecuador. The objective of study is validated the presence of potato price volatility in a symmetric or asymmetric way. The analysis period is since January 2013 and September 2019, the methodology uses volatility models ARCH, GARCH and EGARCH (symmetric and asymmetric models). The results present an asymmetric behavior of price volatility for potatoes. The effect damages the potato market and brings facts to analyze solutions to get a profit activity for producers in the long run.

Keywords: Producer, asymmetry, ARCH, GARCH, EGARCH.

1. Introducción

La papa es un importante alimento en la dieta de los ecuatorianos para la para la provisión y preparación de muchos platos de la gastronomía ecuatoriana (MAG, 2018), la papa es considerada la guarnición que acompaña a la proteína de los platos típicos en el país. En el Ecuador, la mayor variedad de papa que se produce y consume la población es la superchola (MAG, 2020), la variedad es ideal para la preparación de sopas, pure fritas, asadas u hornadas.

La figura 1 muestra los precios de papa a nivel productor en el Ecuador, la serie de precios muestra un comportamiento volátil para el periodo analizado (enero 2013 a septiembre 2019). El precio mínimo pagado al productor es de 0.16 USD/Kg. en abril del 2013 y un precio máximo de 0.51 USD/Kg. en octubre 2014, se tienen un precio promedio de 0.33 USD/Kg. y una desviación estándar de 0.08 USD/Kg. (MAG, 2019)..

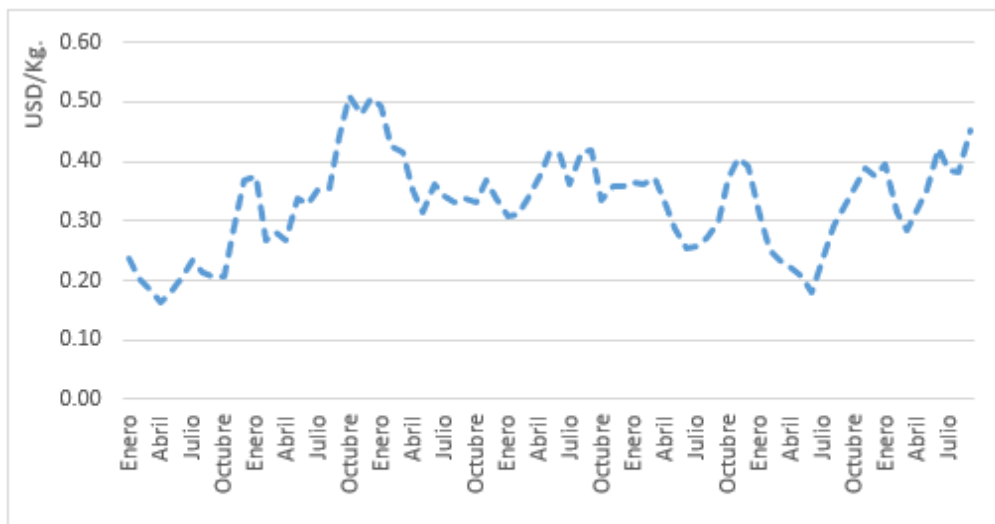


Figura 1.- Precios de papa (superchola) en el Ecuador. (enero 2013 – septiembre 2019)

Fuente: Ministerio de Agricultura del Ecuador

En el análisis de la serie histórica (precios de la papa) se observa fluctuaciones en todos los años. La serie presenta un comportamiento volátil en el precio pagado al productor. Este hecho genera incertidumbre en el productor al no conocer con certeza el precio a recibir al momento de comercializar la cosecha, esto afecta los beneficios del cultivo y las decisiones de seguir produciendo. Los productores de papa en innumerables ocasiones han manifestado que el precio recibido (bajo) por su cosecha no permite obtener ganancias en el corto plazo (BCE, 2016, 2019).

Una razón que argumentan es que los intermediarios/comerciantes pagan un precio muy inferior al de los costos de producción (BCE, 2015, 2017a). Otra razón se debe al ingreso de papa (contrabando) desde la frontera sur (Perú) y norte (Colombia) de manera informal (BCE, 2016, 2017b, 2019), este hecho es un factor externo y relevante que perjudica enormemente el mercado y específicamente el precio del cultivo. Debido a la presencia de estos determinantes se ha generado huelgas del sector productor de la papa en diferentes

zonas del país, los mismos que solicitaron regulaciones e intervenciones de las entidades públicas del Ecuador para regular el precio y el contrabando.

El precio de un bien fluctúa (alza o la baja) en el tiempo, a la variación de precios en un mercado se la denomina volatilidad (CEPAL, 2011). Factores que influyen en la volatilidad de los mercados agrícolas pueden ser de carácter técnico, económico o climáticos como: inventarios de commodities, incrementos de la demanda en países en desarrollo, tasas de interés, tamaño de la población (mercado), liberalización de mercados, uso de instrumentos financieros, especulación, baja oferta agrícola y producción de biocombustibles (Baffes & Haniotis, 2016; Dewbre, 2008; Gevorkyan, 2017; McCalla, 2009; Ott, 2014; Pinstrup-andersen, 2013; Tadesse & Guttormsen, 2011; Tangermann, 2008; Voituriez, 2001). En los mercados agrícolas, este riesgo (volatilidad) se hace presente con mucha frecuencia, Gilbert & Morgan (2010) sintetiza que la volatilidad en el sector agrícola ha ido en aumento (en especial el sector de granos) a finales del 2009, para luego estabilizarse en los próximos años.

Dentro de la modelación econométrica para estudiar la volatilidad de precios se tienen la familia de los modelos ARCH, modelos simétricos como el ARCH y GARCH desarrollados por (Bollerslev (1986) y Engle (1982) tienen como principal supuesto que las innovaciones positivas y negativas afectan de la misma manera a la volatilidad. Las series financieras no siempre presentan esa cualidad. Por lo tanto, la existencia de modelos asimétricos capturan el verdadero efecto de las variaciones positivas y negativas (una afecta más que la otra), un modelo

asimétrico propuesto es el EGARCH desarrollado por Nelson (1991), este modelo estima el logaritmo de la varianza de la serie temporal.

Kilima, Chung, Kenkel, & Mbiha (2008) investigaron sobre el efecto de las reformas en el mercado del maíz en Tanzania, los resultados del modelo ARCH indican que las reformas aumentaron la volatilidad en el sector (precios al por mayor). Maître d'Hôtel & Le Cotty (2018) analizaron la volatilidad del precio del maíz en Burkina Faso, el modelo ARCH estimado muestra que parte de la volatilidad es explicada por el nivel de inventarios y la poca información que posee los productores rurales.

Bolotova, McIntosh, Patterson, & Muthusamy (2010) estimaron un modelo ARCH y GARCH para la papa en Russet Burbank (Idaho - USA), los hallazgos demuestran la presencia de la volatilidad en ese mercado y la reducción de la volatilidad cuando las organizaciones venden directamente la papa en los. En el Ecuador, Jácome & Garrido (2017) verificaron la presencia de niveles de volatilidad (moderada y alta) de precios en el mercado de cacao para las variedades Fino de Aroma y CCN-51. Con referente a la papa, Ezeta (2008) menciona que causas de la volatilidad en el mercado de la papa se deben principalmente a la perecibilidad del cultivo, estacionalidad de la producción y a la escasa posibilidad de almacenar el producto.

Ante los elementos descritos anteriormente, es de vital importancia realizar investigaciones que colaboren a determinar la presencia de este riesgo de mercado (volatilidad) en el sector productor agrícola. Esta investigación tiene como objetivo identificar la presencia de la volatilidad simétrica

o asimétrica de precios que experimenta el productor de papa en el Ecuador.

2. Materiales y Métodos

Los datos (precios) para la realización de este estudio son obtenidos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador. La forma en cómo se comercializa los bienes agrícolas es por libra, unidad o quintales (de 100 libras) en el país. Para el caso de la papa, los datos originales vienen expresado en dólares por quintal (100 libras). Por lo tanto, los precios han sido transformado acorde a la unidad internacional de medida (libras a Kilogramos). Una vez realizada la conversión, se tomó el logaritmo natural a la serie para poder obtener los retornos de los precios, se utilizó la siguiente formula:

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

Donde R_t es el retorno de los precios, P_t es el precio por Kilogramo en el tiempo t y P_{t-1} es el precio con un rezago de tiempo. Una vez obtenido los retornos de la serie se procede a modelar la volatilidad. Primero, se determina el orden de integración de la serie (estacionariedad) a través del Augmented Dickey-Fuller Test, se valida la serie en nivel para ver si es estacionaria (I (0)) a través del p-value. El criterio de referencia para este test es que el p-value sea menor al 5%. Se valida los tres contrastes (sin constante, con constante y constante y tendencia). Si la serie no es estacionaria en nivel, se procede a diferenciarla y validar nuevamente los tres contrastes hasta poder determinar el orden de integración de la serie de tiempo.

Una vez determinada el orden de la serie, se utiliza los modelos econométricos de volatilidad de la familia ARCH. El estudio analiza la existencia de simetría o asimetría

de volatilidad y para determinarla se valida los modelos ARCH (q), GARCH (p, q) y EGARCH (p, q) planteados por (Bollerslev, 1986; Engle, 1982; Nelson, 1991). Donde p es el rezago de la varianza y q es el rezago del término de error. A continuación, las ecuaciones 1, 2 y 3 muestran los modelos generales de volatilidad ARCH, GARCH y EGARCH (ecuación de la varianza) que se proceden a estimar :

$$h_t = w + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}, \text{ donde } \alpha_{i=1..q} > 0 \text{ y } \sum_{i=1}^q \alpha_i = 1 \quad (2)$$

$$h_t = w + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q} + \beta_1 h_{t-1} + \dots + \beta_p h_{t-p}, \text{ donde } \alpha_{i=1..q} > 0, \beta_{i=1..p} > 0 \text{ y } \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{i=1}^p \beta_i = 1 \quad (3)$$

$$\log(h_t) = w + \beta \log(h_{t-1}) + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \alpha \left[\frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] \quad (4)$$

La ecuación 2 muestra la varianza (h_t) estimada bajo el modelo ARCH (q) y la ecuación 3 muestra el modelo general GARCH (p, q), ambos modelos de volatilidad indican la existencia de simetría (mismo efecto para variaciones positivas y negativa de los precios) . Para estimar el modelo asimétrico, la ecuación 4 presenta el modelo EGARCH (logaritmo de la varianza), la ecuación no presenta condiciones de no negatividad y se debe hacer énfasis en el resultado del parámetro α . Si $\alpha = 0$ se denota la existencia de la volatilidad simétrica, si el parámetro α sale diferente de 0, esto hace referencia a la existencia de asimetría en la volatilidad de la serie. Se procede a estimar cada modelo planteado y validar la significancia estadística, correlograma y normalidad de los residuos. Adicionalmente, se considera el criterio AIC para la elección del mejor modelo, y con el mismo se puede responder si hay presencia de simetría o asimetría de precios en el

sector de la papa.

3. Resultados y Discusiones

Se procedió a realizar el Augmented Dickey-Fuller Test a la serie de retorno. La tabla 1 muestra el resultado del test en nivel (serie sin diferenciar), los resultados de los 3 contrastes

mencionan que la serie de retorno es estacionaria (se rechaza la H_0), el p-value de los tres contrastes indican que es menor al 5%. Este resultado indica que la serie es $I(0)$ – orden de integración en nivel y puede ser utilizada para la estimación de los modelos econométricos de volatilidad.

Tabla 1.- Resultados del Augmented Dickey-Fuller test - serie de retornos

Contraste	T - statistic	P-value
Sin constante	-6,8969	0,000
Con constante	-6,8912	0,000
Con constante y tendencia	-6,4882	0,000

Una vez obtenido estos resultados del orden de integración de la serie, se procedió a estimar los modelos de volatilidad simétricos y asimétricos. Los modelos simétricos ARCH y GARCH fueron estimados con diferentes especificaciones y distintas distribuciones para los errores (normal, t-student y distribución GED), los resultados mostraron que estos modelos no cumplían los tests ni la significancia requerida para ser considerados válidos. Asimismo, se realizó especificaciones para el modelo asimétrico E-GARCH, la tabla 2 muestra los principales resultados encontrados del modelo E-GARCH.

El EGARCH (1,1) se presenta como el mejor modelo de volatilidad para la serie de precios de la papa (distribución GED para los errores). Al realizar la validación del modelo econométrico se tiene un R^2 de 0.52 y pasa el test del correlograma de residuos. En los términos de la ecuación de la media se observó significancia estadística para los términos AR 1, AR 4, AR 7 y MA 15,, el término

AR 1 tiene un coeficiente positivo y los demás términos muestran coeficientes negativos, solo la constante no presenta significancia estadística, pero se la mantiene en el modelo.

En la ecuación de la varianza, todos los términos presentan significancia estadística, se observa que la constante w tiene coeficiente negativo, β presenta un coeficiente positivo de 0.183, demuestra un coeficiente negativo de -0.486 y α un coeficiente de -2.171. Cabe recalcar que el signo del parámetro es negativo, esto demuestra la existencia de asimetrías en la volatilidad del precio de la papa. El productor de papa en Ecuador experimenta un efecto más fuerte en impactos negativos que en los positivos, esto se traduce en que el perjuicio es fuerte en un escenario negativo para el productor de papa en el país.

La figura 2 presenta el retorno de la serie de precios (color rojo) y la serie estimada (color verde) acorde al modelo realizado. La predicción arrojó un índice de Theil del 0,54

y se realizó una predicción de los últimos tres meses del año 2019. Se puede observar que los retornos mostrarían una tendencia decreciente en la última parte del año 2019 (octubre -5.06%, noviembre -5.36% y diciembre -2.86%.

La figura 3 muestra la desviación estándar de la serie de precios para el periodo enero 2013 – septiembre

2019. Analizando por años, el 2013 presenta una tendencia creciente de volatilidad para todo el año (esta tendencia se mantiene hasta abril 2014), desde mayo 2014 hasta marzo del 2015 se presenta un periodo de baja volatilidad. Para el resto del año (2015), la volatilidad tiene una fuerte presencia hasta el mes de mayo y luego un descenso notable hasta agosto.

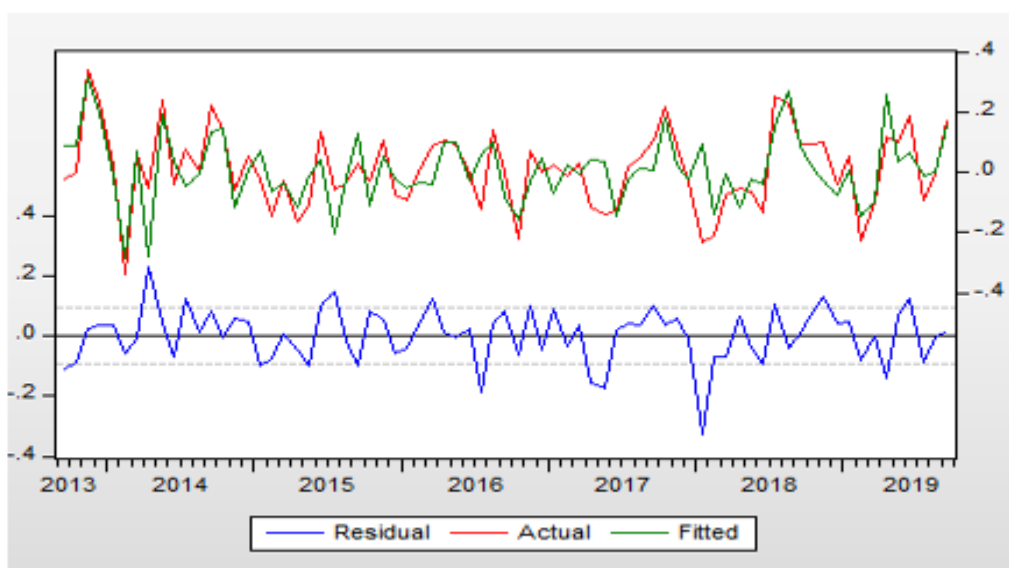


Figura 2. Retorno real y predicción de la papa en el Ecuador.
(Febrero 2013 - diciembre 2019)
Fuente: Ministerio de Agricultura del Ecuador

El resto del 2015, se presenta una fluctuación moderada de la volatilidad. El año 2016 presenta una tendencia creciente de volatilidad hasta el mes de julio (máximo), luego de este mes existe una fluctuación (a la baja y alza) hasta el mes de febrero del 2017. A partir de marzo 2017 hasta enero 2018, se evidencia un incremento (tendencia) de la volatilidad, luego sufre un desplome considerable hasta agosto 2018. A partir de septiembre, se incrementa la volatilidad hasta octubre y sufre una caída brusca en diciembre del mismo año. En 2019, se muestra una tendencia creciente de la volatilidad con su

valor máximo en abril, para luego bajar muy notablemente hasta agosto.

Como se puede observar en la figura 3, el productor todos los meses del año está expuesto a la volatilidad de precios. Los productores manifiestan que su principal preocupación es la falta de estabilidad de los precios (BCE, 2015, 2017a). Similares resultados puedes observarse en estudios de Colombia y Perú. Los productores de esos países enfrentan este riesgo de mercado al momento de comercializar el tubérculo (Barrientos, Rondón, & Melo, 2015; Fondo Nacional de Fomento de la Papa, 2016;

Adicionalmente, este mismo hecho se presenta en los mercados mayoristas de las diferentes ciudades y provincias (MIDAGRI, 2017).

gracias a las regiones geográficas y condiciones climáticas que tiene el país.

La papa es un alimento relevante en la dieta de los

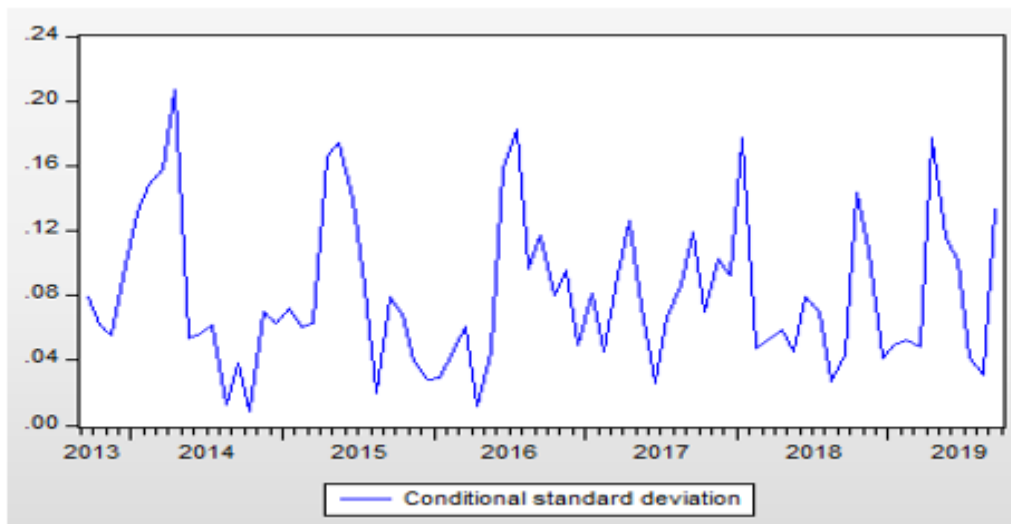


Figura 3. Desviación estándar de la serie de precios de la papa.
Fuente: Ministerio de Agricultura del Ecuador

En Ecuador, las variaciones de precio principalmente se deben a factores como el ingreso de papa de Colombia y Perú, esto empuja a tener un menor precio en el sector (BCE, 2016, 2017b, 2019). Los meses de cosecha más productivos abaratan el precio del cultivo en el mercado interno. Sin embargo, el precio se encarece cuando el tubérculo enfrenta eventos como sequías, heladas, plagas-enfermedades y eventos volcánicos (BCE, 2016, 2017b, 2019). Acciones o políticas públicas que ayuden a controlar la volatilidad de los precios son escasas o nulas en Ecuador. En referencia a control de precios, solamente se hace en los mercados minoristas en un evento específico (especulación por paro nacional o sectorial).

4. Conclusiones.

El Ecuador es un país agrícola con una amplia diversidad de bienes agrícolas, los mismos que pueden producirse

ecuatorianos debido al ser la guarnición en los platos habituales de la gastronomía ecuatoriana. La papa se produce principalmente en la región Sierra del país y las 5 principales provincias producen el 83% a nivel nacional.

En cuanto a los precios del tubérculo, el productor experimenta una incertidumbre cada mes al no conocer con certeza el precio por su cosecha. El objetivo del estudio es determinar la presencia de la volatilidad (simétrica o asimétrica) de los precios en el sector productor de la papa. Los datos usados provienen del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador para el periodo enero 2013 a septiembre 2019. La metodología usada para determinar la volatilidad son los modelos econométricos simétricos (ARCH, GARCH) y asimétrico (E-GARCH).

Los resultados de las modelaciones de volatilidad indican que el precio de la papa

tiene una volatilidad tipo asimétrica. Esto hace énfasis que el mercado no reacciona de igual manera a variaciones de precios positivas o negativas. En los resultados de la investigación, se observa que los efectos de variaciones negativas serían más marcados que las variaciones positivas en el sector. Este resultado es importante para conocer la dinámica de los precios y el escenario que enfrenta el productor en la actividad agrícola cada mes.

Esta información es útil (presencia de volatilidad asimétrica) para proponer soluciones que mitiguen este tipo de riesgo de mercado como instrumentos de gestión de riesgo para el sector agrícola, las propuestas deberían ser analizadas y evaluadas para solventar la problemática detectada en este trabajo de investigación. La política pública agropecuaria ecuatoriana debería estar enfocada a promover y fomentar que la actividad agrícola sea atractiva y rentable en el Ecuador, y de esta manera poder contar con productores de papa a nivel nacional y en un escenario con menos incertidumbre.

5. Agradecimientos.

Este artículo está integrado dentro del proyecto de investigación “Volatilidad asimétrica de precios e instrumento de gestión de riesgo de mercado para los productores de papa en el Ecuador” de la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) y la Facultad de Contabilidad y Auditoría (FCAUD) de la Universidad Técnica de Ambato (UTA).

6. Referencias bibliográficas

- Baffes, J., & Haniotis, T. (2016). What Explains Agricultural Price Movements? *Journal of Agricultural Economics*, 67(3), 706–721. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12172>
- Barrientos, J. C., Rondón, C., & Melo, S. (2015). Comportamiento de precios de las variedades de papa Parda Pastusa y Diacol Capiro en Colombia (1995-2011). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 272–286. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3220>
- BCE. (2015). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario 87 - IV 2014.
- BCE. (2016). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario 88 - IV 2015.
- BCE. (2017a). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario 89 - IV 2016.
- BCE. (2017b). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario 90 - II 2017.
- BCE. (2019). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario 91 - IV 2018.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(1), 307–327. <https://doi.org/10.1109/TNN.2007.902962>.
- Bolotova, Y., McIntosh, C., Patterson, P., & Muthusamy, K. (2010). Is Stabilization of Potato Price Effective? Empirical Evidence from the Idaho Russet Burbank Potato Market. *Agribusiness*, 26(2), 177–201. <https://doi.org/10.1002/agr>
- CEPAL. (2011). Volatilidad de precios en los mercados agrícolas (2000-2010): implicaciones para América Latina y opciones de políticas.
- Dewbre, J. (2008). High food commodity prices : will they stay ? who will pay ? *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 39, 393–403. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00346.x>
- Engle, R. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1008. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Ezeta, F. La competitividad en el cultivo de papa en latinoamérica y el caribe: implicaciones y retos inmediatos (2008). Lima, Perú.
- Fondo Nacional de Fomento de la Papa. (2016). Informe de gestión 2016, 136. Retrieved from http://www.sgc.gov.co/getattachment/Nosotros/Planes,-Presupuesto-y-Gestion/Informes-de-Gestion/Informe_Gestion_2006.pdf.aspx
- Gevorkyan, A. (2017). Renewable versus non-renewable resources: an analysis of volatility in futures prices. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 61(1), 19–35. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12194>
- Gilbert, C. L., & Morgan, C. W. (2010). Food price volatility. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 3023–3034. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0139>
- Jácome, A. R., & Garrido, A. (2017). Volatility and Price Transmission from World Prices to the Ecuadorian Coffee Market. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 35(1), 155–170.
- Kilima, F. T. M., Chung, C., Kenkel, P., & Mbiha, E. R. (2008). Impacts of market reform on spatial volatility of maize prices in Tanzania. *Journal of Agricultural Economics*, 59(2), 257–270. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2007.00146.x>
- MAG. (2018). Informe de rendimientos de papa en el Ecuador 2017, 15. Retrieved from http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/papa/rendimiento_papa_2017.pdf
- MAG. (2019). Sistema de Información Pública Agropecuaria - Económica. Retrieved from <http://sipa>

- tura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-economicas
- MAG. (2020). Informe de rendimientos de papa en el Ecuador 2019. Retrieved from <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/informe-de-rendimientos-objetivos/rendimiento-de-papa>
- Maître d'Hôtel, E., & Le Cotty, T. (2018). Why does on-farm storage fail to mitigate price volatility? *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 49(1), 71–82. <https://doi.org/10.1111/agec.12396>
- McCalla, A. F. (2009). World food prices: Causes and consequences. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 57(1), 23–34. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7976.2008.01136.x>
- MIDAGRI. (2017). Papa : Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana, 4–12.
- MIDAGRI. (2018). Compendio estadístico del Perú 2018. Agrario, 88.
- Nelson, D. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370.
- Ott, H. (2014). Extent and possible causes of intrayear agricultural commodity price volatility. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 45(2), 225–252. <https://doi.org/10.1111/agec.12043>
- Pinstrup-andersen, P. (2013). Contemporary food policy challenges and opportunities, 58(4), 504–518. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12019>
- Proexpansión. (2011). Cambios del sector papa en el Peru en la ultima decada: Los aportes del proyecto Innovacion y Competitividad de la Papa (INCOPA). Centro Internacional de La Papa, 179. <https://doi.org/10.4160/9789290604112>
- Tadesse, G., & Guttormsen, A. G. (2011). The behavior of commodity prices in Ethiopia. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 42(1), 87–97. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2010.00481.x>
- Tangermann, S. (2008). Agricultural Commodity Prices: Perspectives and Policies. *Eurochoices*, 7(2), 36–43.
- Voituriez, T. (2001). What explains price volatility changes in commodity markets? Answers from the world palm-oil market. *Agricultural Economics*, 25(2–3), 295–301. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2001.tb00209.x>