

El bitcoin, ¿una burbuja especulativa? Análisis de la estabilidad paramétrica de series de tiempo para el periodo 2009-2018

David Ricardo Espinoza Licona*
Felipe A. Pérez Sosa**

(Recibido: noviembre 2018/ Aprobado: abril 2019)

RESUMEN

El bitcoin es el medio de cambio más reconocido en la actualidad, representa una alternativa potencial a las monedas fiduciarias actuales. En el presente trabajo se analizará el comportamiento del precio para determinar si existe una burbuja especulativa originada por factores irracionales mediante un análisis de estabilidad paramétrica de la serie de tiempo de las cotizaciones de esta criptomoneda. Se demuestra que existe un cambio estructural durante 2017 y 2018, que ocasionó que la relación entre precio del bitcoin y el tiempo se modificara, la evidencia estadística confirma la formación de una burbuja especulativa durante dicho periodo.

Palabras clave: bitcoin, criptomoneda, burbuja especulativa, *blockchain*, cambio estructural.

Clasificación JEL: C14, C32.

* Doctorante en Ciencias Económico Administrativas en la Universidad Autónoma de Querétaro. Autor de correspondencia: <ricardrel@hotmail.com>.

** Profesor investigador en la Universidad Autónoma de Querétaro. Autor de correspondencia: <fperez@uaq.mx>.

Bitcoin, a speculative bubble? Analysis of the parametric stability of time series for the period 2009-2018

ABSTRACT

Bitcoin is the most known exchange cryptocurrency today, represents a potential alternative to FIAT money. In this paper we analyze the price changes over time to determine if there is a price bubble driven by irrationality. Using parametric stability from the time series of the bitcoin price, we found the presence of a structural break during the periods of 2017 and 2018, which conduct to a change in the time series. Our findings confirm the formation of a price bubble during this period of time.

Keywords: bitcoin, cryptocurrency, price bubble, blockchain, structural break.

JEL classification: C14, C32.

1. INTRODUCCIÓN

El bitcoin es una criptomoneda descentralizada introducida en 2008 por un grupo de programadores bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto. Es un medio de cambio digital que por medio de tecnología criptográfica otorga validez y confiabilidad a sus transacciones. Cada transacción es una transferencia digital en la cual un destinatario puede verificar que el emisor era el realmente el dueño de la criptomoneda comparando la firma digital contra la transacción del *hash* criptográfico dado, y éste a su vez puede transferir utilizando su clave privada. Lo anterior da lugar a nodos en una red (*Block Chain*) donde todos tienen copias de las transacciones realizadas y cualquiera puede escribir en dicho registro. Este proceso evita que un mismo emisor realice múltiples transacciones con la misma moneda (*double spending*). Kondor *et al.* (2014) describe la red del bitcoin como una serie de complejas redes dentro de una estructura que evolucionan con el tiempo debido a su creciente aceptación como un medio de pago. Describen también que su valor aumenta en el tiempo gracias a su acumulación la cual

se encuentra estrechamente relacionada con la capacidad de atraer nuevas conexiones a la red.

Debido a la actual importancia del bitcoin es posible compararlo con monedas fiduciarias como el yuan chino el euro y el dólar estadounidense. El bitcoin, por lo tanto, es similar a cualquier otro medio de intercambio en los mercados de comercio extranjero. Sin embargo, a diferencia de las monedas fiduciarias, no hay un precio oficial para él, pero existe un promedio de precios que se basan en *exchangers* globales como: *coindesk* y *bitcoin average*.

Distintas señales han dado lugar a especulaciones sobre la formación de una burbuja financiera. Garcia *et al.* (2014) estudian rastros del comportamiento generados por un gran número de actores y su influencia en la creación de burbujas. Estudian cuatro signos socio-económicos: el precio de los *exchangers* globales, el volumen de la comunicación boca a boca en redes sociales, volumen de búsqueda de información y el crecimiento de la base de usuarios. Encuentran una relación entre la caída de precio y la búsqueda de información ligada a eventos externos. Bornholdt y Sneppen (2014) construyeron un modelo para demostrar que el bitcoin no tiene una ventaja especial contra otras criptomonedas y que podría ser reemplazada por un competidor, lo cual afectaría el precio reforzando la creencia de una burbuja.

Por esta razón, el objetivo del presente trabajo es analizar si el comportamiento reciente del precio del bitcoin es resultado de una burbuja especulativa, originada por factores irracionales. Para ello, se lleva a cabo un análisis de la estabilidad paramétrica de la serie de tiempo de las cotizaciones de esta criptomoneda, para el periodo 2009-2018, con el propósito de identificar si existen cambios estructurales en su evolución, que no puedan ser explicados con criterios fundamentales; lo que podría interpretarse como un comportamiento errático, que sugiere la formación de una burbuja.

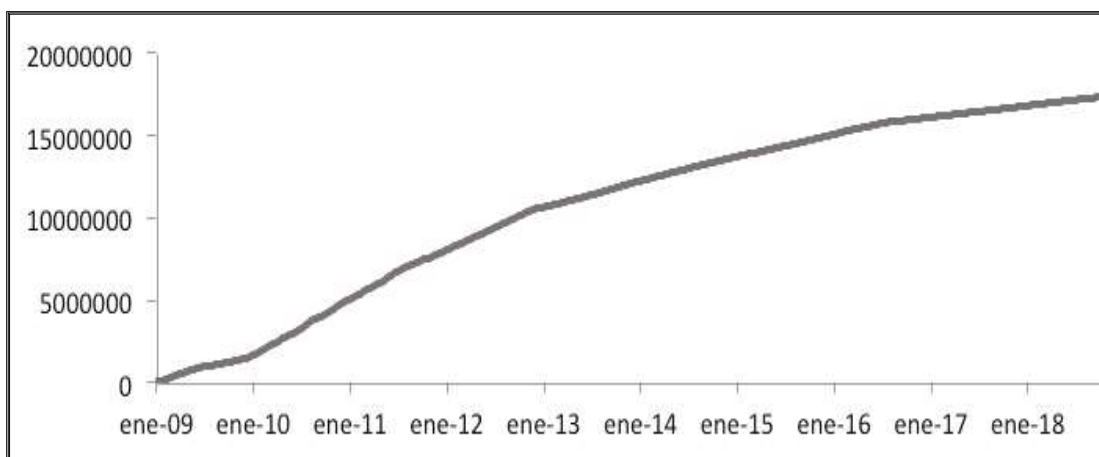
Para este fin, este trabajo se encuentra dividido en las siguientes secciones: en el capítulo dos se hace una revisión de literatura de las principales teorías y conceptos sobre la materia, en el capítulo tres se explica el marco metodológico empleado para lograr el objetivo de la investigación, en el capítulo cuatro se presentan los hallazgos obtenidos y, finalmente, en el capítulo cinco se exponen las implicaciones y alcances de los resultados de la investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El valor del bitcoin

La expectativa es que la eventual escasez de la criptomoneda genere que su valor aumente. Inspirado por la rareza del oro, el bitcoin fue diseñado para tener una oferta fija de 21 millones de monedas, de las cuales más de la mitad ya han sido producidas. El mercado del bitcoin creció rápidamente, el valor del mercado de la moneda en circulación aumento de \$277 mil dólares desde su primera oferta en julio del 2010 hasta \$14 billones en diciembre de 2013. Al mismo tiempo el interés aumento en un 10 000% en ese periodo de acuerdo a las búsquedas realizadas en el motor de búsqueda Google (*Google Trends*, 2018). Es difícil calcular el valor fundamental estimado para el bitcoin, el cual es diferente a su valor real. Sin embargo, es aceptado que el valor fundamental de un bitcoin debe ser por lo menos el equivalente al costo involucrado por la producción del mismo a través de la minería.

Muchos propietarios tempranos (*early adopters*) tuvieron la fortuna o la visión para comprar y minar grandes cantidades de bitcoins antes de que tuviera un valor significativo. El 80% fue superado en 2018, y es visible en gráficas como la de Blockchain Luxembourg o Smartbit (figura 1). Existen en circulación 170 751 088 bitcoins, por lo que quedan por producir 3 528 913 unidades para finales del 2018 (bitcoin block reward Halving Countdown, 2019).



Fuente: Blockchain Luxembourg S.A. (2017).

FIGURA 1
Cantidad de bitcoins minados

Actualmente la recompensa por minería es de 12.5 bitcoins por solución de bloque, con un 4% de inflación anual, se espera una fuerte caída en 2020, cuando se dé final a la siguiente división de recompensas. El valor del bitcoin entre otros factores está determinado por el cambio de la oferta y la demanda, debido a esto, si los mineros dejan de generar nuevas monedas, el valor de la divisa caerá (bitcoin block reward Halving Countdown, 2019). Los compradores absorben las miles de monedas ofrecidas por mineros y otros vendedores a pesar del aumento en la inflación.

En la economía del bitcoin, la falta de predictibilidad y la oferta fija crean un fuerte vínculo entre el interés del público, la demanda de los usuarios y el precio. Es por ello que la interacción social y los medios de información influyen sobre las variaciones del precio. Las señales socioeconómicas proveen una perspectiva analítica sobre la relación entre el precio de intercambio y aspectos sociales de su economía, apoyando así a las inversiones por especulación (Demmler, 2017).

Es frecuente la comparación entre el bitcoin y el oro por la dificultad que ambos tienen para definir su valor intrínseco, su valor deriva de la escasez y el costo de extracción que ambos comparten; además de que ninguno de ellos tiene nacionalidad o es controlado por un banco central. Haubo (2014) sostiene que una diferencia entre ambos es que el oro tiene una función de acaparamiento mientras que el bitcoin aunque fue diseñado para el intercambio ha cambiado su rol al de activo acaparable. Asimismo, señala que, aun siendo similar al oro y al dólar estadounidense, el comportamiento del bitcoin se asemeja más al de una moneda, pero por su característica descentralizada jamás será exactamente como una moneda fiduciaria. Por lo tanto, el bitcoin se encuentra entre una moneda y un *commodity*, por lo que es posible resumir el valor del bitcoin como la escasez, la seguridad, la aceptación y el acaparamiento de la criptomoneda en cuestión.

2.2. Señales especulativas de una burbuja

De acuerdo con Shiller (2014) las burbujas especulativas se caracterizan por una tendencia epidémica guiada por los medios de comunicación, información imperfecta y los principios de la psicología social. La historia

contiene muchos ejemplos de personas que apostaron y perdieron durante *booms* económicos. Zeira (1999) sugiere que existe nueva evidencia sobre la especulación racional y que esta se encuentra acompañada de episodios de histeria masiva.

Demmler (2017) menciona que las burbujas en los precios de los activos se presentan en principio como fenómenos irracionales del mercado. Segundo, por el comportamiento de inversión por parte de los inversionistas privados. En el mercado del bitcoin, las inversiones especulativas demostraron ser una de las principales causas en el alza del precio en el segundo trimestre de 2017. Dichas inversiones ocurren cuando los participantes del mercado conscientemente y sin intención actúan de forma irracional.

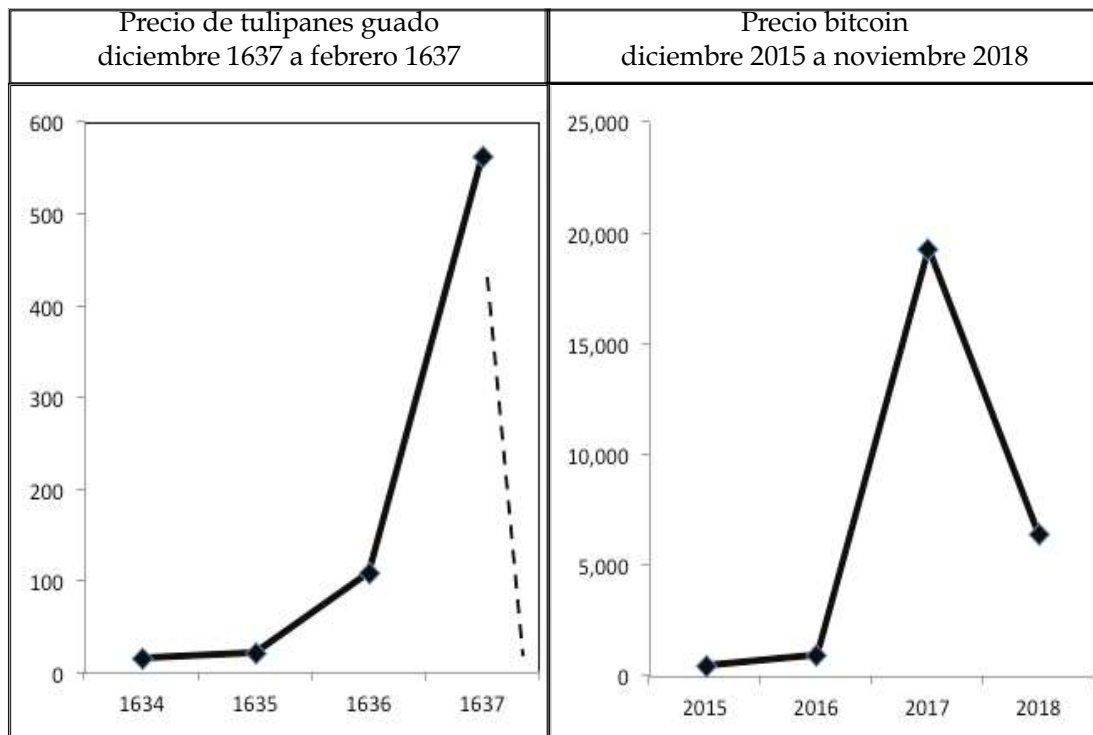
Con respecto a los líderes del mercado, Mt. Gox fue el *exchanger* de bitcoins más grande de ese entonces. Hoy en día existen muchos *exchangers* importantes, por lo que el riesgo de que un solo *exchanger* sea capaz de influenciar en el precio es casi nulo (Buy Bitcoin Worldwide, 2018).

Sin embargo existen opiniones contradictorias respecto al fundamento del valor de la moneda, de acuerdo con Goldman Sachs (2018) se esperan caídas futuras debido a que las criptomonedas no cumplen con el rol de una moneda tradicional: no es un medio de intercambio, ni unidad de medición o acumuladora de valor. Las criptomonedas representan 0.3% del producto interno bruto mundial por lo cual hasta el momento no se consideran una amenaza para el valor de los activos financieros y la economía. El estatus del bitcoin como una moneda alternativa es incierta y está sujeta a debate, su función como moneda debe tener las características antes mencionadas mientras que de momento el precio del bitcoin parece estar estrictamente guiado por el sentimiento del mercado, lo cual resulta en alta volatilidad e incertidumbre.

Otro de los riesgos que provoca incertidumbre acerca de la formación de una burbuja es la creencia de que Satoshi mantiene un millón de bitcoins, o aproximadamente el 4.75% de la oferta total (de 21 millones). Si el creador de la moneda decidiera ponerlas en circulación, el exceso de oferta podría resultar en una caída abrupta del precio. Lo mismo es posible para cualquier gran propietario. Sin embargo, cualquier individuo

racional que busca maximizar sus ganancias distribuiría sus ventas con el tiempo, para minimizar el impacto del precio. Dentro de los casos documentados sobre burbujas en el precio de los activos destaca la crisis de los tulipanes en el siglo XVII, motivada por un frenesí de compra y especulación sobre el valor futuro de los tulipanes (Garber, 2000).

Como se observa en la figura 2, existe gran similitud en el rápido crecimiento en el precio de la criptomoneda con el famoso caso histórico tulipomanía. Para el caso de la criptomoneda el cambio en el precio ha sido radical en los últimos tres años, siendo el 2017 el año más significativo en el aumento de precios. Mientras que en 2018 la caída puede percibirse como una estabilización en el precio dada por la volatilidad propia de los mercados de alto riesgo. En ambos casos existen elementos infundados acerca del valor de los activos.



Fuente: Garber (2000), bolckchain.com (2018).

FIGURA 2
Comparación de la burbuja tulipomanía y el bitcoin

La investigación de Kristoufek (2015) destaca que China tiene una influencia significativa en el impacto del mercado estadounidense. Algunas de las caídas más relevantes en el precio coinciden con la regulación del bitcoin en China durante el 2013. Los precios de ambos mercados se encuentran estrechamente conectados y observa una correlación positiva en prácticamente todas las escalas, sin encontrar quién es el líder del mercado. Por otra parte Shiller (1986) argumenta que el mercado de activos es influenciado por los inversionistas caprichosos que actúan con base en moda y burbujas, lo que sustenta el cambio en el precio visto hasta el momento.

3. METODOLOGÍA

El objetivo del presente trabajo es analizar si el comportamiento reciente del precio del bitcoin es resultado de una burbuja especulativa, originada por factores irracionales. Para ello, se lleva a cabo un análisis de la estabilidad paramétrica de la serie de tiempo de las cotizaciones de esta criptomoneda, para el periodo 2009-2018, con el propósito de identificar si existen cambios estructurales en su evolución, que no puedan ser explicados con criterios fundamentales; lo que podría interpretarse como un comportamiento errático, que sugiere la formación de una burbuja.

Para este fin, la técnica empleada es la prueba de Chow, la cual consiste en identificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre la suma de residuos al cuadrado (SRC) de una regresión lineal que agrupe todo el periodo de la muestra seleccionada, y la SRC de dos regresiones lineales no agrupadas, segmentadas en el momento en el que se asume la presencia de una burbuja. Los datos analizados corresponden al precio del bitcoin en dólares, para el periodo 2009-2018, y fueron obtenidos de Blockchain Luxembourg, S. A. (2017). Estas regresiones se ejemplifican en las ecuaciones (1) a (3), asumiendo que la posible burbuja especulativa tuvo lugar entre 2017 y 2018.

$$\text{periodo 2009-2018: } Y_t = \lambda_1 + \lambda_2 X_t + u_t \quad n = 1794 \quad (1)$$

$$\text{periodo 2009-2017: } Y_t = \gamma_1 + \gamma_2 X_t + u_t \quad n = 1643 \quad (2)$$

$$\text{periodo 2018: } Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + u_t \quad n = 151 \quad (3)$$

De esta forma, al comparar las SRC de la regresión agrupada (1) con la suma de las SRC de las dos regresiones no agrupadas (2) y (3), pueden establecerse las siguientes hipótesis:

H_0 : no existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los parámetros de la regresión agrupada y los de las regresiones no agrupadas.

H_1 : sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los parámetros de la regresión agrupada y los de las regresiones no agrupadas.

Esto significa que, de aceptarse la hipótesis nula, no habría elementos estadísticos para afirmar la formación de una burbuja especulativa; mientras que, de aceptarse la hipótesis alterativa, se podría afirmar que existe inestabilidad estructural en la serie de tiempo analizada, la cual, si no está respaldada por información fundamental, pudiera ser indicio de una burbuja especulativa.

Para esta prueba, se asume una distribución F y el estadístico calculado se obtiene de la siguiente forma:

$$F = \frac{(SRC_A - SRC_{NA})/k}{SRC_{NA}/(n_1 + n_2 - 2k)} \quad (4)$$

donde:

SRC_A = suma de los residuos al cuadrado de la regresión agrupada,

SRC_{NA} = suma de las SRCs de las regresiones no agrupadas,

k = número de variables: 2,

n_1 = número de observaciones de la primera regresión no agrupada: 1643,

n_2 = número de observaciones de la segunda regresión no agrupada: 151.

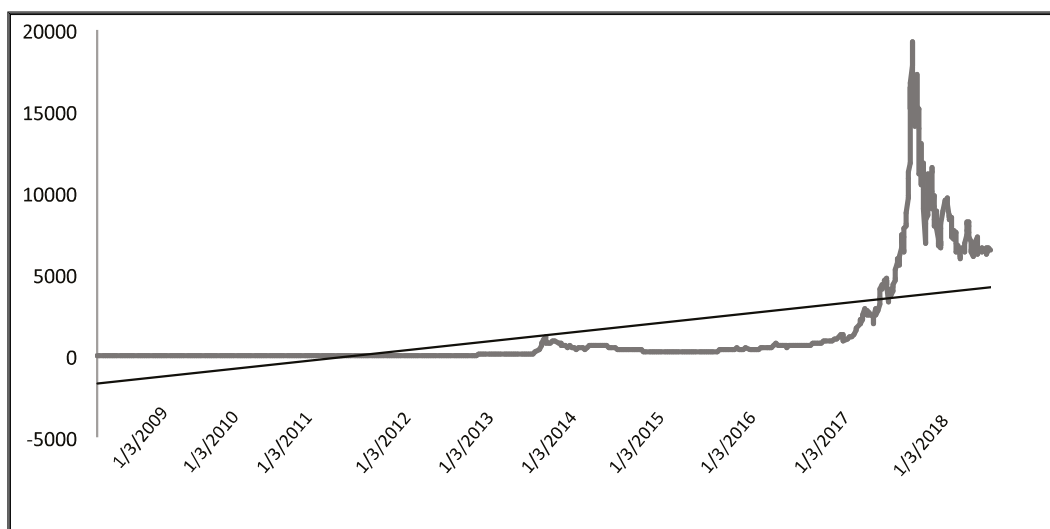
Partiendo del valor calculado con la ecuación (4), el criterio para elegir la hipótesis adecuada, es:

$$\begin{aligned} \text{si } F_{\text{calculado}} < F_{\text{crítico}} &: \text{se acepta } H_0, \\ \text{si } F_{\text{calculado}} \geq F_{\text{crítico}} &: \text{se acepta } H_1. \end{aligned}$$

Siendo que, para obtener el valor de F crítico, se considera el valor indicado en las tablas estadísticas, con k grados de libertad en el numerador y $n_1 + n_2 - 2k$ grados de libertad en el denominador, y un nivel de significancia $\alpha = .05$.

4. RESULTADOS

Siguiendo la metodología descrita en la sección previa, el primer paso fue realizar una relación lineal agrupada, que considere todos los datos del periodo de la muestra (2009-2018), los cuales se presentan en la figura 3.



Fuente: elaboración propia con datos de Blockchain.com.

FIGURA 3
Precio del bitcoin para el periodo 2009-2018

Los resultados de la regresión agrupada (1), pueden verse en la tabla 1.

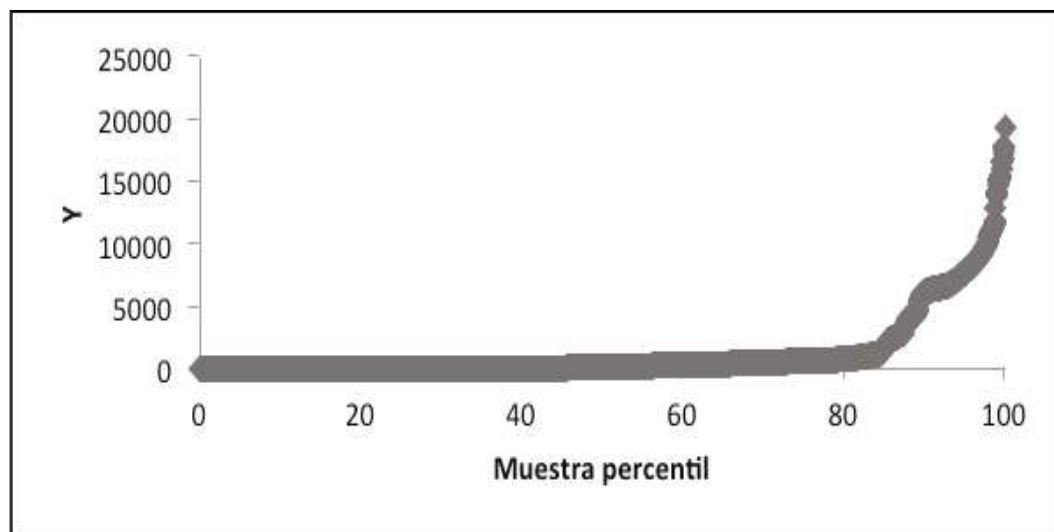
TABLA 1
Resultados de la regresión agrupada

	λ	P
λ_1	- 1 702.87	0.00
λ_2	3.30	0.00

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse, el valor p de la variable λ_2 indica que la variable tiempo explica de manera satisfactoria la tendencia del precio del bitcoin en la muestra analizada, lo que coincide con el resultado de la prueba F de significancia general, el cual es cercano a 0.00. Uno de los supuestos del método para obtener esta regresión, es que los residuos tienen un comportamiento normal, y una forma de apreciar este comportamiento es mediante el gráfico de distribución normal, que se presenta en la figura 4.

Como puede verse en la figura 4, hasta el percentil 80 los residuos parecen seguir una distribución normal, sin embargo, se aprecia un sesgo en los valores más altos, lo que da indicios de un comportamiento extraño en los errores de estimación que se ubican en el 20% más alto de la distribución.



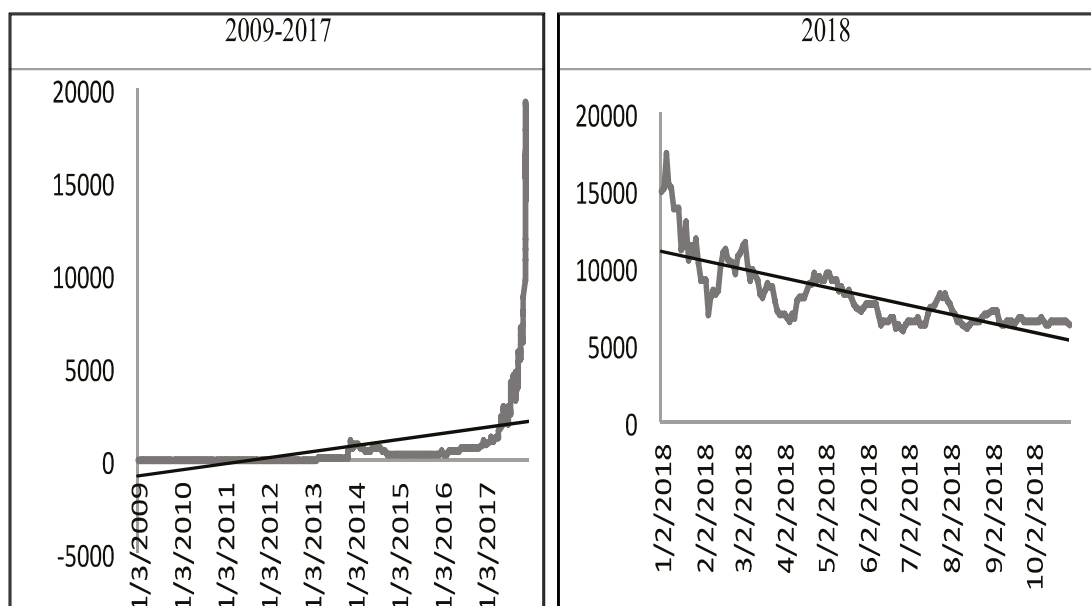
Fuente: elaboración propia.

FIGURA 4

Gráfica de normalidad de la regresión agrupada 2009-2018

Continuando con los pasos previamente señalados, se efectuaron las regresiones lineales no agrupadas: una para el periodo 2009-2017 y otra para el 2018; que es el periodo en el que se asume la formación de una burbuja.

Los datos utilizados para ambas regresiones se muestran en la figura 5:



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 5

Precio del bitcoin para los periodos no agrupados 2009-2018

Los resultados de las regresiones no agrupadas (2) y (3), pueden verse en la tabla 2.

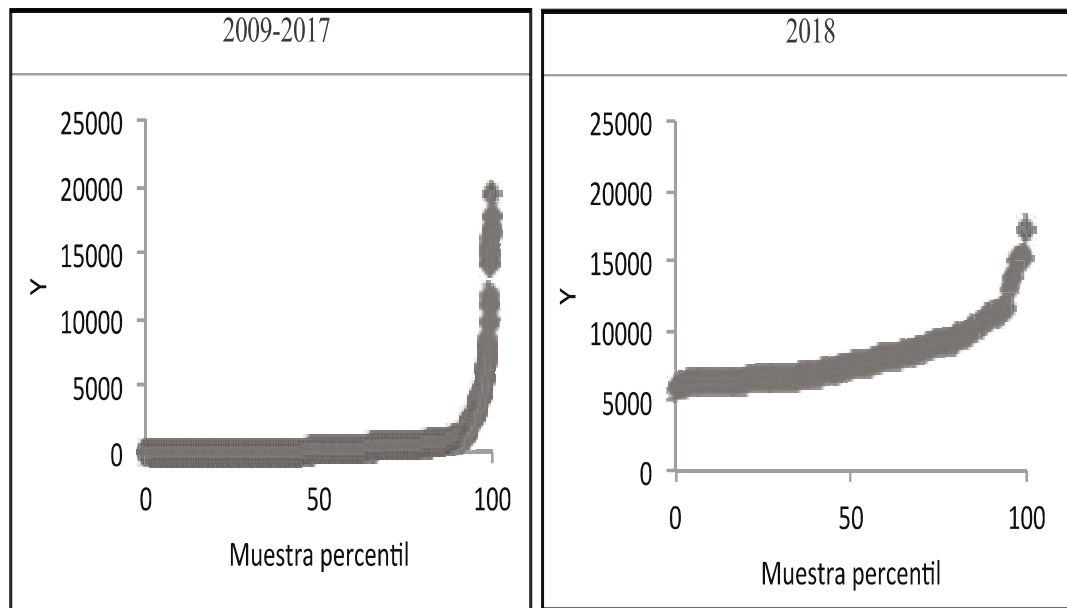
TABLA 2

Resultados de las regresiones no agrupadas

	γ	P		α	P	
γ_1	- 850.90	0.00		α_1	73 971.41	0.00
γ_2	1.79	0.00		α_2	-38.28	0.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2 puede observarse que el valor p de los coeficientes de ambas regresiones no agrupadas indican que, en ambos periodos, la variable tiempo explica de manera satisfactoria la tendencia del precio del bitcoin, lo que también coincide con los resultados de las pruebas F de significancia general, los cuales son cercanos a 0.00 en ambos casos. En cuanto al comportamiento de los residuos de las regresiones no agrupadas, en la figura 6, puede verse que, al igual que los residuos de la regresión no agrupada, existe una mayor concentración de observaciones en los percentiles más elevados, particularmente al acercarse al percentil 100. Esto es más notorio en los residuos del periodo 2009-2017, lo que puede ser señal de que en ese periodo se formó la burbuja especulativa, mientras que las observaciones han tendido a normalizarse a partir de 2018.



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 6
Gráficas de normalidad de las regresiones no agrupadas

A fin de elaborar la prueba de estabilidad paramétrica, que es el objetivo del presente trabajo, se extrajeron de los análisis de regresión realizados las sumas de los residuos al cuadrado, las cuales se presentan en la tabla 3.

TABLA 3
SRC's de las regresiones

SRCA	8837461548
SRCNA	4599699269

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta los datos de la tabla 3, y considerando $k = 2$, $n_1 = 1643$ y $n_2 = 141$, se determina el valor de F calculado, conforme a lo indicado en la ecuación (4). Este valor se contrasta con el valor de F crítico con un nivel de significancia $\alpha = .05$ y un valor crítico con k grados de libertad en el numerador y $n_1 + n_2 - 2k$ grados de libertad en el denominador. Ambos valores de F se muestran en la tabla 4.

Como puede verse en la tabla 4, el valor calculado excede el valor crítico, por lo que se rechaza la hipótesis nula de la estabilidad paramétrica, con un nivel de significancia cercano a 0.00. Esto significa que, en el periodo de análisis, se presentó un cambio estructural entre 2017 y 2018, que ocasionó que la relación entre el precio del bitcoin y el tiempo se modificara. De tal forma, al no existir elementos fundamentales que justificaran este cambio tan brusco en la tendencia, la evidencia estadística de la que se dispone parece confirmar la formación de una burbuja especulativa durante este periodo.

TABLA 4
Valores de la prueba de Chow

F calculado	F crítico	Significancia
820.0	3.0	0.00

Fuente: elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos encontrados es evidente la formación de una burbuja en el precio del activo debido a la falta de elementos fundamentales

que justifiquen la volatilidad en el precio. Los datos históricos así como la información teórica acerca del comportamiento de activos expuestos a dicho fenómeno nos llevan a concluir que el abrupto aumento y caída en el precio no puede definirse como un comportamiento normal de un activo de alto riesgo. Se asemeja más a un frenesí de compra guiado en gran medida por la especulación y el comportamiento irracional de los inversionistas. Con base en la investigación documental realizada identificamos los principales riesgos para el valor del activo: La regulación legislativa como lo fue en el caso de China, la decisión de venta por parte de los principales tenedores de bitcoin del mercado, así como la influencia de inversionistas especuladores.

Es necesario recordar que el bitcoin es un proyecto experimental y, como tal, es un bien sumamente riesgoso. Existen muchos factores de influencia negativa en el precio, siendo el principal entre ellos el riesgo legislativo, bajo el supuesto de que algún gobierno con gran influencia prohibiera o regulara estrictamente la divisa. Finalmente, la aparición de un competidor, tal vez con el respaldo de banco centrales importantes, podría hacer que bitcoin pierda cuotas de mercado en el futuro.

El bitcoin, tiene el valor que el inversionista esté dispuesto a pagar por él. Como se ha mencionado, a menudo tiene más que ver con psicología humana que con cálculos económicos o financieros. Los altos niveles de interés del público pueden exagerar la acción en el precio; los informes periodísticos de los precios crecientes del bitcoin atraen inversionistas especulativos y desinformados.

REFERENCIAS

- Bitcoin Charts (2013-2018). Recuperado de <http://bitcoincharts.com/markets>.
- Blockchain Luxemburg S. A. (2018). *Market Price*, Recuperado de <https://blockchain.com/charts>.
- Bitcoin Block Reward Halving Countdown (2019mm). Recuperado de <https://www.bitcoinblockhalf.com/>.
- Bornholdt S, Sneppen K (2014). Do bitcoins make the world go around? on the dynamics of competing crypto-currencies. arXiv: 14036378: 1-5.
- "Buy bitcoins World Wide" (2018). *Gráfico de Historia del Precio de Bitcoin*, Recuperado de <https://www.buybitcoinworldwide.com/es/precio/>.
- Demmler, M. (2017). *Irrationality of Asset Price Bubbles*. México: Pearson.
- Dyhrberg, A. H. (2016). *Bitcoin, gold and the dollar-A GARCH volatility analysis*. Finance Research Letters, 16, 85–92. doi:10.1016/j.frl.2015.10.008.
- Fama E. F.; L.; Fisher MC.; Jensen y R. Roll (1969). The adjustment of stock prices to new information. International Economic Review 10, 1–21. ver: <http://www.jstor.org/stable/2525569>.
- García D; C. Tessone; P. Mavrodiev y N. Perony (2014) The digital traces of bubbles: feedback cycles between socio-economic signals in the bitcoin economy. *Journal of the Royal Society Interface* 11: 2014623. doi: 10.1098/rsif.2014.0623.
- Garber, P. M. (2000). Famous first bubbles: the fundamentals of early manias. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Goldman Sachs (2018). *Taking Stock of Our 2018 Outlook:(UN) Steady as She Goes*. Recuperado de <https://www.goldmansachs.com/what-we-do/investment-management/private-wealth-management/intellectual-capital/isg-midyear-outlook-2018.pdf>.
- Google Trends (2018). *Google Trends* [Trends]. Recuperado de <https://trends.google.com.mx/trends/explore?q=bitcoin&geo=MX>.
- Kindelberger, C. M. y R., Aliber (2005). *Manias, Panics and Crashes; A History of Financial Crises*, fifth ed. Wiley, Hoboken, New Jersey.
- Kristoufek, Ladislav (2014). What Are the Main Drivers of the Bitcoin Price?, Plos One, 10(4) e0123923.
- Kondor D; M. Posfai; I. Csabai y G. Vattay (2014). Do the rich get richer? an empirical analysis of the bitcoin transaction network. PLoS ONE 9(2): e86197.
- Nakamoto S. (2008). Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. White paper. Seattle, WA: Bitcoin Foundation.
- Shiller, Robert (1986). "Fashions, Fads and Bubbles in Financial Markets", artículo para: Takeovers and Contests for Corporate Control.
- Shiller, Robert (2014). Speculative asset prices. Amer. Econ. Rev. 104, 1486–1517.
- Zeira, J. (1999). Informational overshooting, booms and crashes. J. Monetary Econ. 43: 237–257.