

# Incertidumbre inflacionaria: Argentina 2006-2018

Francisco José Caride

2019

## Abstract

This paper analyzes the effect of inflationary uncertainty on inflation, the economy, and on economic agents in Argentina for the period between 2006 - 2018. The aforementioned period is characterized by a high and growing inflation, various monetary regimes, and a change of political party ruler. Given Friedman's observation: "what matters is not inflation per se, but unanticipated inflation", different types of analysis appear in the literature regarding the inflationary uncertainty and its effects on the economy, inflation rates, output and the economic agents. In the present paper, autoregressive models of moving average are used to model inflation, and different variants of autoregressive models of variance as a proxy of inflationary uncertainty. There is evidence in favor of the Friedman & Ball hypothesis, which establishes that high levels of inflation increase inflationary uncertainty, and in Cukierman & Metzler's one, asserting that high levels of inflationary uncertainty increase the average inflation rate, given an opportunistic behavior of the Central Bank. Likewise, no asymmetric effects are found in the response of agents to inflation shocks.

## Resumen

El presente trabajo analiza el efecto de la incertidumbre inflacionaria sobre la inflación, la economía y los agentes para el periodo argentino comprendido entre 2006 - 2018. El mencionado periodo se caracteriza por tener inflación alta y creciente, distintos regímenes monetarios y un cambio de partido político gobernante. Dada la observación de Friedman: "what matters is not inflation per se, but unanticipated inflation" surgen en la literatura distintos tipos de análisis respecto a la incertidumbre inflacionaria y los efectos que tenga en la economía, las tasas de inflación, el producto y los agentes. En el presente trabajo se utilizan modelos autorregresivos de media móvil para modelizar la inflación, y distintas variantes de modelos autorregresivos de la varianza como proxy de la incertidumbre inflacionaria. Se encuentra evidencia a favor de la hipótesis de Friedman & Ball, la cual establece que altos niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria, y a favor de la de Cukierman & Metzler, la cual afirma que altos niveles de incertidumbre inflacionaria incrementan la tasa de inflación promedio dado un comportamiento oportunista del Banco Central. Así mismo, no se encuentra efectos asimétricos en la respuesta de los agentes ante los shocks de inflación.

# 1 Introducción

El presente trabajo analiza la información que otorga la varianza de la inflación Argentina para el periodo 2006 - 2018. El estudio desde el punto de vista de la varianza se debe, en primera instancia, a la afirmación de Friedman cuando sugiere: “what matters is not inflation per se, but unanticipated inflation”<sup>1</sup>. A partir de esto, surge en la literatura distintos tipos de análisis respecto a los efectos que la incertidumbre inflacionaria pueda tener en las tasas de inflación, la economía y los agentes.

Se encontrará evidencia a favor de las hipótesis de Friedman & Ball, la cual afirma que altos niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria. Luego, en menor medida, también se encontrará evidencia a favor de la hipótesis de Cukierman & Metzler (en contraposición de la de Holland, Grier & Perry), la cual afirma que altos niveles de incertidumbre inflacionaria incrementan la tasa de inflación promedio dado un comportamiento oportunista del Banco Central. Por último, se hallará con la evidencia disponible que no existen efectos asimétricos sobre los shocks que recibe la inflación, sean estos a favor de reducir o incrementar la inflación promedio.

El período bajo análisis se caracteriza por tener inflación alta, distintos tipos de regímenes monetarios, un cambio de partido político gobernante y, durante gran parte del mismo, no contar con datos nacionales oficiales confiables. Debido a esta situación, se recurre a índices regionales. En particular se presentan los datos para el índice de precios al consumidor (IPC) de Bahía Blanca, aunque se realizaron también las estimaciones para los IPC de San Luis y Neuquén arribando a las mismas conclusiones.

La modelización del IPC se realiza a través de modelos autorregresivos de media móvil (ARMA) y, la incertidumbre inflacionaria, modelizando la varianza condicionada a su propio pasado con distintas variantes de modelos GARCH.

A continuación se presentarán las hipótesis a analizar, luego se desarrollará el marco teórico de la metodología ARCH y GARCH. Continuado a esto, se presentarán algunos antecedentes respecto al estudio de la inflación y su modelización y un breve análisis de la inflación en Argentina. Finalmente se analizará la incertidumbre inflacionaria y sus efectos en la economía, para presentar en la sección siguiente los modelos con sus estimaciones y así arribar a las conclusiones.

# 2 Hipótesis

El presente trabajo estudia la inflación en Argentina, puntualmente los efectos que la incertidumbre inflacionaria tenga sobre la inflación, los agentes y sus respuestas a esta incertidumbre, durante un el periodo 2006 — 2018 adoptando la metodología de modelización de la varianza condicionada a su propio pasado.

---

<sup>1</sup>Friedman, M. (1976) “Nobel Lecture: Inflation and Unemployment” *Journal of Political Economy*, Vol. 85, No. 3 (Jun., 1977), pp. 272

Se analizará las hipótesis de Friedman & Ball, la cual establece que altos niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria, luego las de Cukierman & Metzler o su alternativa de Holland, Grier & Perry. La primera establece que altos niveles de incertidumbre inflacionaria incrementan la tasa de inflación promedio dado un comportamiento oportunista del Banco Central; mientras que la siguiente hipótesis establece que, dado el hecho que la incertidumbre inflacionaria es costosa para la economía, el Banco Central actúa de manera estabilizadora para reducir los costos de la incertidumbre.

Una vez testadas estas hipótesis, se analizará si existe evidencia respecto a comportamientos asimétricos en la respuesta de la inflación ante shocks que afecten la misma, sean estos positivos o negativos.

Debido la alta inflación que existe en Argentina, se espera poder encontrar evidencia a favor la hipótesis de Friedman & Ball. Así mismo, dadas las preferencias de los responsables de política monetaria en la mayor parte del periodo bajo análisis, se espera también encontrar evidencia a favor de la hipótesis de Cukierman & Metzler. Por último, se espera encontrar que los shocks positivos que afectan a la inflación (que la aumentan), tengan un efecto mayor que los negativos (que la disminuyen), mostrando los agentes una respuesta más moderada ante políticas económicas o shocks exógenos que tiendan a disminuir la inflación.

### 3 Marco teórico: Modelos ARCH y GARCH

Un modelo básico de series temporales se puede presentar en el marco de los modelos ARMA (p,q) definido como:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

Donde  $\alpha_i$  (para  $i \neq 0$ ) captura la autorregresividad de la variable  $y_t$  siendo que se construye de sus realizaciones pasadas hasta el orden  $p$ . Por otro lado,  $\beta_i$  se conoce como el proceso de media móvil, el cual captura la autorregresividad del error hasta el orden  $q$ .

Bajo los supuestos de Gauss-Markov, las estimaciones de una serie deben tener varianza constante a través del tiempo, supuesto poco creíble, tal como afirma Engle: “Traditional econometric models assume a constant one-period forecast variance. To generalize this implausible assumption (...)”<sup>2</sup>. Luego de estas observaciones al supuesto de Gauss-Markov, se vuelve relevante analizar la varianza. Si bien existe una gran variedad de modelos, el presente trabajo se concentra en los modelos ARCH y su extensión a la familia GARCH, estos son modelos no lineales que modelizan la varianza (o volatilidad de la serie) condicionada a su propio pasado.

---

<sup>2</sup>Engle, R. (1982) “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation” *Econometrica* Vol. 50, No. 4.

Definida previamente la ecuación (1) podemos presentar el modelo genérico GARCH (n,s) como:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\text{tal que } \varepsilon_t = v_t \sqrt{h_t}$$

$$\text{con } h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^s \mu_i h_{t-i}$$

Donde  $v_t$  es el error estocástico con varianza unitaria,  $\alpha_i$  captura la autorregresividad de  $\varepsilon^2$  y  $\mu_i$  captura la media móvil del proceso de la varianza.

## 4 Antecedentes

Entre la literatura se encuentran diversos trabajos que estudian la inflación desde distintos puntos de vista. Laura D'Amato et al. en un trabajo realizado para el Banco Central de la República Argentina titulado "Forecasting Inflation in Argentina: A Comparison of Different Models" (2018) muestra distintas alternativas de modelos para realizar predicciones de inflación para el caso argentino sin tener en cuenta la metodología GARCH. Desarrollan modelos VAR (vectores autorregresivos) frecuentistas, bayesianos, de parámetros variables y una curva híbrida de Philips Neokeynesiana. Sugieren que los modelos más parsimoniosos y univariados son los más adecuados en este tipo de estimaciones. Utilizan diferentes variables en cada modelo para dar cuenta de las muchas potenciales causas de la inflación, según afirman los autores. Comparan la capacidad predictiva de 14 modelos utilizando como benchmark un modelo Random Walk para una ventana de tiempo entre 06/2012 y 07/2017. Encuentran que, en el corto plazo, ningún modelo es estadísticamente mejor que el benchmark.

Por otro lado, Laura D'Amato y María Lorena Garegnani publican "La dinámica de corto plazo de la inflación: estimando una curva de Philips híbrida neokeynesiana para Argentina 1993-2007" (2009) para el Banco Central de la República Argentina donde analizan la inflación y sus implicancias en el producto.

Desde el punto de vista de los modelos autorregresivos y su volatilidad, se encuentra el trabajo de Juan Carlos Abril y María de las Mercedes Abril: "La Heterocedasticidad condicional en el estudio de la inflación de la Argentina" (2018) donde toman una ventana de tiempo desde 1943 hasta 2013 y concluyen que modelizar la volatilidad arroja información importante adicional a una estimación sin considerar la misma. En otros países, Robert Engle publica su trabajo "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation" (1982) donde presenta la metodología ARCH para modelizar la varianza y realiza una estimación de la inflación para el Reino Unido con dicha metodología.

Tim Bollerslev toma el trabajo de Engle sobre la metodología ARCH y la generaliza a la familia GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic) en su trabajo “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity” (1986). En una analogía de la extensión de los modelos AR a los modelos ARMA, Bollerslev extiende los modelos ARCH a los modelos GARCH y realiza una aplicación empírica de su trabajo para una estimación de la inflación en Estados Unidos.

Por otro lado, se destacan los trabajos de Oknan Bello y Oscar Gámez: “Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Nicaragua: Una Aplicación Usando un Modelo EGARCH” (2006). El trabajo de Benigno Caballero Claure y Rolando Caballero Martinez: “Asimetrías de los shocks de inflación e incertidumbre inflacionaria, un enfoque con modelos autorregresivos de heterocedasticidad condicional para el caso de Bolivia 1990-2013” (2013). Rodolfo Cermeño y Nahiel Vazquez Feregrino publicaron “Volatilidad de la inflación y crecimiento del producto: el caso de México, 1993-2011” (2012).

## 5 Argentina y la inflación

Victoria Giarrizzo en su libro “El secreto de la inflación Argentina” afirma que revisar la historia económica Argentina implica revisar la historia de su inflación. Esto se debe a que Argentina es el país con inflación alta durante el mayor periodo de tiempo.

Todos los países tienen —o tuvieron en algún momento— inflación. El pico más alto lo registró la hiperinflación alemana de 1923. Argentina, desde 1945 hasta 2018, solo tuvo inflación de un dígito en 13 años: 1953-54, 1969, 1994-01 y 2004-05. Por otro lado, existieron 48 años con inflación arriba del 20%, 31 años con inflación arriba del 30% y 18 años con inflación arriba del 90%<sup>3</sup>.

Respecto a las causas de la inflación, podemos destacar dos visiones de la teoría económica: (i) la primera, ligada a la teoría liberal, la cual entiende que la inflación es siempre un fenómeno monetario donde los gobiernos, al tener déficit, recurren a la emisión y señoriaje, aumentando el circulante de moneda. Los agentes adoptan este comportamiento en sus expectativas y el ancla nominal de política monetaria pierde efecto; a su vez, aumenta la velocidad de circulación del dinero, lo que provoca un aumento del nivel general de precios; (ii) una visión alternativa entiende a la inflación como una puja distributiva, donde las empresas fijan su precio con su margen de ganancias; ante un shock de demanda agregada aumenta el salario real de los trabajadores, quienes van a demandar mayor cantidad de bienes y servicios, lo que apareja como consecuencia que, al no poder ajustar automáticamente la oferta, aumenten los precios. Los trabajadores a su vez reclamaran recomponer sus ingresos reales, lo que generará un espiral de aumento de precios.

Por cualquiera de las dos teorías la inflación en Argentina está siempre explicada. En lo que respecta a la puja distributiva, el mercado de materias primas e

<sup>3</sup>Giarrizzo V. (2018) “Atrápame si puedes. El Secreto de la inflación Argentina”. La Reserva Ediciones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

insumos en Argentina se caracteriza por su concentración oligopólica. Victoria Giarizzo detalla a modo ejemplo algunos casos. En el rubro el acero y sus derivados, el 100% es producido por dos grupos económicos, Techint y Acindar; en el mercado de los fertilizantes por su parte, el 80% es producido por Profertil y Petrobras. En el mercado del cemento, el 96% del mercado se concentra en Loma Negra, Holcim y Avellaneda, tres empresas extranjeras, mientras que el resto del mercado se completa con Petroquímica Comodoro Rivadavia. Normalmente, el sector primario —atado a la demanda extranjera en moneda internacional— aumenta los precios por encima de sus costos al mercado local, lo que afecta el proceso productivo industrial nacional. Por otro lado, la autoridad de política monetaria, al atrasar el tipo de cambio abarata las importaciones, tanto de los insumos para la industria como los bienes finales que le compiten, además de encarecer el salario real de los trabajadores. Los empresarios por su parte, para poder mantener sus márgenes de ganancias terminan aumentando sus precios.

En lo que respecta al equilibrio fiscal, Argentina solo tuvo diez años de superávit, a principios de la década del 20 y del 90 y luego, entre 2003 y 2009. Este último periodo explicado más por la devaluación que se realizó en forma posterior a la crisis de convertibilidad y a un gran aumento en los precios agrícolas, que por una administración responsable fiscalmente. Desde 2010 Argentina retornó al déficit fiscal.

La estructura de gasto por parte del gobierno entre 2007 y 2015 se caracterizó principalmente por el gasto social: la cuenta Servicios Sociales entre 2007 y 2015 representó en promedio el 58.11% del gasto total, con un mínimo del 54.14% en 2014 y un máximo del 60.20% en 2015. Dentro de la cuenta Servicios Sociales, la seguridad social representó en promedio el 40.06% del gasto total y un 68.93% del gasto de Servicios Sociales<sup>4</sup>.

Para la gestión que asume en 2015 y continúa en funciones, si bien es prematuro establecer un patrón, en el 2016 la cuenta Servicios Sociales representó el 56.12% del gasto total y el 62.24% en 2017. La seguridad social en 2016 representó el 41.44% del gasto total y el 73.84% de los Servicios Sociales y, en 2017 el 46.64% del gasto total y 74.93% de los Servicios Sociales.

Si bien existe una amplia literatura respecto a los efectos del gasto social sobre la pobreza, ante la inestabilidad macroeconómica que existió, sobre todo a partir de 2010, dicho gasto explica la mayor parte del déficit fiscal.

Al observar el tipo de cambio, variable que afecta de manera directa a la inflación, el periodo bajo análisis comienza luego de la década de la convertibilidad, concluida con una de las crisis más profundas que tuvo el país. En la década del 90 se estableció un tipo de cambio fijo  $\$1 = \text{u}\$1$ ; se liberalizaron los mercados y se achicó el estado en sintonía con las ideas del consenso de Washington. Con un tipo de cambio atrasado y sin protección a la industria doméstica se abarataron las importaciones, el gobierno —impulsado por el fin de sostener el tipo de cambio y su gasto, y sin poder financiarse con el Banco

<sup>4</sup>Datos obtenidos de del Ministerio de Hacienda de la Nación: <https://www.argentina.gob.ar/hacienda>

Central—, recurrió al endeudamiento. Luego de la crisis de México en 1994 y la crisis rusa de 1998 se frenan los flujos de capitales a los países en desarrollo y colapsa el sistema.

Superada la crisis, comienza un proceso de crecimiento real de producto hasta 2009. El tipo de cambio fluctuó poco: inició en 2006 con cambio de \$3.04 por dólar, se mantuvo estable y, a partir de 2009 comenzó a acercarse a los \$4. Nuevamente se mantuvo estable, fluctuando entre los 4y5 pesos por dólar hasta que, a principios de 2012 comienzan las restricciones a las importaciones y se restringe la compra de divisas en octubre del mismo año, por lo que el valor del dólar queda intervenido a discreción de la autoridad de política monetaria, iniciando con un valor de \$4.72 y llegando en diciembre de 2015 a \$11.42 pesos por dólar.

Dichas intervenciones sin duda tuvieron sus implicancias en la inflación; generaron una distorsión en los precios relativos, atrasando el tipo de cambio y creando un mercado paralelo para la compra de divisas. La alta dependencia que tiene la producción local de los insumos internacionales, sumada a las limitaciones de acceso al financiamiento por parte de los privados para invertir y crear un mercado sustituto de las importaciones; los controles de precios; y la intervención del INDEC en marzo de 2007, provocaron que la inflación entre 2006 y mediados del 2007 fluctúe entre 9% y 11.5%, terminado en diciembre de 2007 en 22.13% y llegando a abril de 2008 al 27.14%. Hasta diciembre de 2013, se mantuvo por debajo del 30%, en abril del 2014 llegó al 43.23%; y en diciembre de 2015, a 27.99%.

Con respecto a los commodities, —la industria que más dólares genera y, por ende, la que afecta de manera más significativa el tipo de cambio—, a partir del 2006 se vieron signados por un aumento sostenido de los precios, sobre todo la soja. Cayeron a partir de 2009, luego de la crisis subprime, pero se mantuvieron siempre en valores superiores a los de 2005, teniendo un pico máximo en el último trimestre de 2012. Tras asumir, la administración actual decide abrir la cuenta corriente y la cuenta capital al mismo tiempo; liberaliza las importaciones y levanta el cepo cambiario, en vez de, —como sugiere la literatura—, abrir primero la cuenta corriente para estabilizar los precios relativos y luego la cuenta capital.

La autoridad de política monetaria asumió que, al liberar el tipo de cambio éste se mantenía en equilibrio sin realizar ninguna corrección. El mismo se mantuvo estable hasta fines de 2015, pero a partir de dicha fecha tuvo constantes devaluaciones. Entre fines de 2015 y principios de 2016 tuvo su primer salto fuerte: de un valor de \$9.62 pesos por dólar en noviembre de 2015, llegó a \$14.81 en abril de 2016, a partir de ahí se mantuvo en constante crecimiento hasta dar otro fuerte salto en Abril de 2018, superando en Agosto del mismo año los \$29 pesos por dólar<sup>5</sup>.

El gobierno basó su política monetaria primordialmente en la emisión de bonos para financiarse y bajar el circulante de pesos; variaciones de tasa de interés; y préstamos del exterior para financiar el gasto público. A comienzos del

---

<sup>5</sup>Datos obtenidos del Banco Central de La República Argentina: <http://www.bcra.gov.ar/>

2018, luego de empeorar las condiciones internacionales para el financiamiento, decide recurrir al Fondo Monetario Internacional.

## 6 La inflación, la incertidumbre inflacionaria y sus consecuencias económicas.

Existe consenso de que la inflación alta es “mala” y que introduce importantes distorsiones en la economía. Barro (1996), utilizando datos de 100 países durante tres décadas, estima que un incremento de 10 puntos porcentuales en la tasa de inflación está asociado con 0.3 a 0.4 puntos porcentuales de la caída de la tasa anual del crecimiento del PBI per cápita<sup>6</sup>.

Si bien los costos de la inflación en la economía pueden ser grandes, Friedman en su discurso de Premio Nobel sugiere: “what matters is not inflation per se, but unanticipated inflation”, asociando los mayores costos de la inflación a la incertidumbre inflacionaria.

Ball (1992)<sup>7</sup>, le da sustento teórico la idea de Friedman (1976)<sup>8</sup> en la cual, sin ningún modelo formal, plantea que existe una correlación positiva entre las tasas de inflación y la incertidumbre de dichas tasas en el futuro, y argumenta que la causalidad va desde la inflación a la incertidumbre. Lo hace mediante un modelo de juego repetido a la Barro-Gordon donde construye un modelo de política monetaria en el cual, un incremento en la tasa de inflación lleva a más incertidumbre inflacionaria. En este modelo, los agentes, basados en la información pública imperfecta sobre las actuales y futuras preferencias de los responsables de política monetaria, cuando se presenten bajo niveles de inflación, no perciben el riesgo del comportamiento oportunista de las autoridades, por lo que la incertidumbre inflacionaria es baja. Si la inflación es alta, el público es incapaz de identificar las preferencias de las autoridades. Esto incrementa la probabilidad de que el responsable de política monetaria posponga un programa de estabilización, en orden de evitar la recesión que probablemente resultaría.

La hipótesis de Cukierman & Metzler (1986)<sup>9</sup>, postula que altos niveles de incertidumbre inflacionaria incrementa la tasa de inflación promedio. Así, sugiere que el Banco Central oportunista podría considerar los altos niveles de incertidumbre como una oportunidad de estimular el crecimiento del producto usando políticas monetarias expansivas incrementando los niveles de inflación. De este modo, es posible que se dé un círculo vicioso donde mayores niveles de inflación provocan mayor incertidumbre inflacionaria, subiendo nuevamente la tasa de inflación. En alternativa a esta hipótesis se encuentra la de Hol-

---

<sup>6</sup>Barro R. (1996) “Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical study” NBER Working Paper 5698.

<sup>7</sup>Ball, L. (1992) “Why does high inflation raise inflation uncertainty?” *Journal of Monetary Economics* Volume 29, Issue 3.

<sup>8</sup>Friedman, M. (1976) “Nobel Lecture: Inflation and Unemployment” *Journal of Political Economy*, Vol. 85, No. 3.

<sup>9</sup>Cukierman, A. y Meltzer A. (1986) “A Theory of Ambiguity, Credibility, and Inflation under Discretion and Asymmetric Information” *Econometrica* Vol. 54.



land (1995)<sup>10</sup> y Grier & Perry (1998)<sup>11</sup>, la cual plantea que, al ser costosa la incertidumbre para la economía, el Banco Central puede actuar de manera estabilizadora; es decir, la incertidumbre puede incentivar al Banco Central a reducir la tasa de inflación para reducir los costos de la incertidumbre.

Según Tower (1971)<sup>12</sup>, la inflación tiene un costo social dado que es ineficiente ya que, en una economía inflacionaria, los recursos económicos son utilizados para cubrirse de la inflación, el excedente privado del consumidor se reduce mientras que la sociedad en su conjunto no ahorra. Por otro lado, existen costos de recomposición de portafolios ocasionados por niveles de inflación más alta, que elevan la tasa de interés actual ante un potencial aumento de los precios.

También es importante mencionar las ineficiencias que pueden ocurrir cuando el sistema impositivo cae bajo el efecto Olivera-Tanzi, dado que los gastos corrientes del gobierno aumentan a la par de la inflación, mientras que la recaudación sufre cierto rezago, por lo que la masa recaudada resulta de un valor real significativamente menor a las erogaciones presentes. Los costos pueden reducirse parcialmente con mecanismos de indexación, aunque ésta es imperfecta y no los eliminan del todo.

Según afirman Oknan Bello y Oscar Gámez (2006)<sup>13</sup> un primer paso para medir la incertidumbre inflacionaria es distinguir entre ésta y la variabilidad de la inflación. La variabilidad de la inflación, calculada generalmente como la varianza o desviación estándar de la inflación durante un periodo de tiempo, es un concepto ex-post relacionado con los valores que toma la tasa de inflación periodo a periodo y sus fluctuaciones alrededor de un valor medio. Que dicha desviación sea grande, no significa necesariamente que la tasa de inflación sea impredecible. De hecho, si los agentes elaboran racionalmente sus expectativas en base a un buen modelo que describa la economía, cualquier cambio importante en la política monetaria será internalizado por los agentes en sus expectativas con poca incertidumbre para los mismos. La incertidumbre inflacionaria en cambio es un concepto ex-ante y subjetivo, que depende intrínsecamente del proceso generador de expectativas. Como expone Evans (1991)<sup>14</sup>, si los individuos poseen poca información, ellos pueden ver el futuro con mucha incertidumbre a pesar de que la inflación sea poco volátil.

La incertidumbre inflacionaria afecta a la economía ex ante a través de tres canales: los contratos, ya que existe un mayor riesgo asociado a los resultados de los que se celebran sin indexación, la asignación de recursos, dado que induce a una mayor asignación de recursos destinada a protegerse de los riesgos de

---

<sup>10</sup>Holland, A. (1995) "Comment on inflation regimes and the source of inflation uncertainty". *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 25, No. 3, Part 2: Inflation Uncertainty: A Conference Sponsored by the Federal Bank of Cleveland.

<sup>11</sup>Grier, K y Perry M. (1998) "The Effects of Real and Nominal Uncertainty on Inflation and Output Growth: Some Garch-M Evidence" *Journal of Applied Econometrics* Vol. 15.

<sup>12</sup>Tower, E. (1971): More on the Welfare Cost of Inflationary Finance, *Journal of Money, Credit, and Banking*.

<sup>13</sup>Bello, O. y Gámez, O. (2006) "Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Nicaragua: Una Aplicación Usando un Modelo EGARH" Banco Central de Nicaragua.

<sup>14</sup>Evans, M. (1991) "Discovering the link between inflation rates and inflation uncertainty" *Journal of Money, Credit and Banking* Vol. 23, No. 2.

la inflación futura y, por último, los mercados financieros, elevando la tasa de interés, especialmente de largo plazo. Un factor importante que determina la tasa de interés es el retorno exigido por los inversores. Si la inflación es incierta, la tasa de retorno por aplicaciones en activos nominales de largo plazo es riesgosa, como resultado, los inversores demandarán un mayor retorno esperado, lo que se traduce en tasas de interés más elevadas reduciendo la inversión.

Por otra parte, existen costos ex post derivados del nivel de incertidumbre los cuales están relacionados con el error de predicción de la inflación una vez que la misma se produjo. Estos errores traen como consecuencias las transferencias de riquezas no previstas entre las partes involucradas en contratos especificados en términos nominales.

## 7 Modelos

Como se mencionó antes, desde marzo de 2007 hasta diciembre de 2015 fue intervenido el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, por lo que no se cuenta con un IPC nacional confiable para la mayor parte del periodo bajo análisis. Como alternativa, se recurre a uno regional, el de Bahía Blanca, el cual no carece de credibilidad y refleja de manera confiable las variaciones que existieron en la inflación. Si bien pueden existir distintos niveles de precios entre las distintas regiones del país, las variaciones de los mismos son similares. Para asegurar que dicha afirmación es correcta, se realizan las estimaciones presentadas en este trabajo con otros dos IPCs regionales, el de San Luis y Neuquén, con los cuales se arriba a las mismas conclusiones<sup>15</sup>.

Para estimar los modelos con los que se va a trabajar, se toma la variación interanual del IPC de Bahía Blanca deestacionalizandola mediante el proceso X-13. Luego se identifica la serie según la metodología de Box-Jenkins. Una vez especificado el modelo autorregresivo, se analiza el correlograma de residuos cuadráticos para identificar la ecuación de la varianza y así poder estimar las distintas alternativas de modelos GARCH a los efectos de analizar las hipótesis mencionadas.

Mediante los test de Phillips-Perron y Augmented Dickey-Fuller se observa que el nivel de la serie presenta tendencia, pero su primer diferencia ya es estacionaria en media (Anexo: tablas 1 a 4).

Luego de correr la serie mediante el proceso X-13, aun se observa en el correlograma que los rezagos correspondientes a los periodos estacionales son significativos. La literatura que estudia el tema afirma que, aunque se trabaje con datos ajustados por estacionalidad, podría permanecer el patrón estacional dado que el proceso de deestacionalización no es perfecto, por ende, corresponde agregar los rezagos estacionales que sean significativos al modelo<sup>1617</sup>.

<sup>15</sup>Fuente IPC Bahía Blanca: <http://www.creebba.org.ar/main/index.php?>

<sup>16</sup>Enders, W. (2015) "Applied econometric time series". Fourth edition, p. 96. John Wiley Sons, Inc, New Jersey

<sup>17</sup>Pérez, C. (2008) "Econometría avanzada. Técnicas y herramientas". P. 86-89. Pearson educación S.A., Madrid.

Al observar el correlograma de la primer diferencia de la serie desestacionalizada, se identifica el modelo AR (1,12), los parámetros de la ecuación (presentados en la tabla debajo) son significativos, al tener en cuenta la bondad de ajuste, el 50% de la variabilidad de la inflación está explicada por su autorregresividad. En cuanto al correlograma de residuos, ningún rezago es significativo. Sin embargo, al examinar el correlograma de residuos cuadráticos, el primer rezago de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial sí son significativos, lo que justifica la modelización de la varianza mediante la especificación GARCH (1,1).

Modelo AR (1,12)

Ecuación en media			
Variable	Coeficiente	t-estadístico	p-value
AR(1)	0.46	8.95	0
AR(12)	-0.36	-5.32	0
SIGMA	1.07	11.31	0

Elaboración propia datos IPC Bahía Blanca, fuente CREEBA;  $R^2 = 0.50$ ;  $R^2$  ajustado = 0.49; Observaciones: 151; Muestra: 02/2006 - 08/2018.

Al estimar el modelo AR (1,12) GARCH (1,1), los parámetros de la ecuación de la varianza son significativos, la bondad de ajuste varía muy poco. Por otro lado, al utilizar los criterios de información de Akaike y Schwarz, la estimación con la ecuación de la varianza condicional mejora respecto a la estimación sin la varianza. De manera adicional, al evaluar los modelos mediante el cálculo del MAPE —error medio de porcentaje absoluto— la estimación con la varianza condicional arroja un MAPE de 1.41 mientras que sin la varianza condicional el MAPE es mayor: 1.79

### Modelo AR (1,12) GARCH(1,1)

Ecuación en media			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
AR(1)	0.36	5.09	0
AR(12)	-0.53	-8.34	0
Ecuación varianza			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
CONSTANTE	0.25	1.92	0.05
ARCH	0.46	3.49	0
GARCH	0.34	1.96	0.05

Elaboración propia datos IPC Bahía Blanca, fuente CREEBA;  $R^2 = 0.49$ ;  $R^2$  ajustado = 0.48; Observaciones: 151; Muestra: 02/2006 - 08/2018.

Al observar el gráfico de la serie se notan dos periodos bien distintos (Anexo: gráficos 1 y 2), hasta fines de 2013 una variabilidad baja, mientras que desde 2014 la variabilidad crece de manera considerable. Al tomar los datos de cada periodo por separado e identificando la serie hasta fines de 2013, la misma no arroja una autorregresividad alta, siendo significativos solo los rezagos de los periodos estacionales. Cuando se observa la serie a partir de 2014 la autorregresividad es mucho más fuerte, siendo el primer rezago altamente significativo, no así el rezago correspondiente al periodo estacional. Al estimar el modelo autorregresivo para el periodo 2014 — 2018, el coeficiente AR (1) es altamente significativo y el modelo gana bondad de ajuste, aumentando esta al 60%. Esto deha en evidencia que la inercia inflacionaria crece notablemente a partir del año 2014.

### Modelo AR (1)

Ecuación en media			
Variable	Coeficiente	t-estadístico	p-value
AR(1)	0.79	11.17	0
SIGMA	1.82	4.92	0

Elaboración propia datos IPC Bahía Blanca, fuente CREEBA;  $R^2 = 0.60$ ;  $R^2$  ajustado = 0.59; Observaciones: 56; Muestra: 01/2014 - 08/2018.

Cuando se estima la ecuación de la varianza para el periodo 2014 — 2018, se da que proceso de media móvil de la varianza tiene una raíz unitaria, siendo su parámetro altamente significativo, por lo que dicho proceso crece de manera lineal.

Si bien es prematuro y el periodo observado es corto, puede pronosticarse que la inflación está ingresando en un espiral de crecimiento de incertidumbre inflacionaria cada vez mayor desde el 2014. Queda para futuras investigaciones una estimación de un modelo IGARCH y así analizar este comportamiento.

Modelo AR (1) GARCH(1,1)

Ecuación en media			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
AR(1)	0.82	13.86	0
Ecuación varianza			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
CONSTANTE	0.06	2.25	0.02
ARCH	-0.16	-23.76	0
GARCH	1.10	1494.69	0

Elaboración propia datos IPC Bahía Blanca, fuente CREEBA;  $R^2 = 0.60$ ;  $R^2$  ajustado = 0.60; Observaciones: 56; Muestra: 01/2014 - 08/2018.

Identificadas las ecuaciones para modelizar la inflación y su varianza condicional se procede a discutir las hipótesis planteadas al principio.

La hipótesis de Friedman Ball se analizará introduciendo un término a la ecuación de la varianza con la inflación rezagada un periodo. Si el parámetro asociado a dicho término es positivo y significativo se dará que, a medida que aumenten los niveles de inflación, aumentará la varianza de la inflación en los periodos posteriores, por ende, estaríamos verificando que tasas de inflación más altas incrementan la incertidumbre inflacionaria futura.

Modelo AR (1,12) GARCH-X(1,1)

Ecuación en media			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
AR(1)	0.46	11.34	0
AR(12)	-0.44	-8.65	0
Ecuación varianza			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
CONSTANTE	0.21	2.11	0.03
ARCH	0.33	2.40	0.02
GARCH	0.52	3.98	0
INFALCIÓN <sub>t-1</sub>	0.10	2.65	0.01

Elaboración propia datos IPC Bahía Blanca, fuente CREEBA;  $R^2 = 0.50$ ;  $R^2$  ajustado = 0.49; Observaciones: 56; Muestra: 02/2006 - 08/2018.

Dicho parámetro es positivo y significativo. Para cada periodo, la incertidumbre inflacionaria se incrementará en un 10% del nivel de inflación del periodo anterior, al ser un proceso dinámico a través del tiempo, a medida que aumenten los niveles de inflación actuales, crecerán los niveles de incertidumbre inflacionaria futuros.

Al testear la hipótesis de Cukierman & Metzler (1986) o su alternativa de Holland (1995) y Grier & Perry (1998) se estimará la varianza como variable explicativa de la ecuación en media. Cuando el valor del parámetro asociado a dicho término sea mayor a 0 se confirmará la hipótesis de Cukierman y Meltzer, y cuando es menor a 0, se cumplirá la hipótesis de Holland (1995) y Grier & Perry (1998).

Modelo AR (1,12) GARCH-M(1,1)

Ecuación en media			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
VARIANZA	0.09	1.81	0.07
AR(1)	0.36	5.62	0
AR(12)	-0.55	-.9.45	0
Ecuación varianza			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
CONSTANTE	0.30	2.11	0.03
ARCH	0.48	3.75	0
GARCH	0.30	1.72	0.09

Elaboración propia datos IPC Bahía Blanca, fuente CREEBA;  $R^2 = 0.51$ ;  $R^2$  ajustado = 0.50; Observaciones: 56; Muestra: 02/2006 - 08/2018.

La estimación arroja que el parámetro es positivo y (levemente) significativo. Por ende, a medida que aumenta la incertidumbre inflacionaria, observada en el aumento de la varianza, aumenta la inflación promedio, dado que la misma se encuentra como variable explicativa de la ecuación en media.

El resultado es esperable si se tiene en cuenta las preferencias de las autoridades de política económica durante la mayor parte del periodo. Hasta 2015, en búsqueda de un crecimiento del producto predominaron las políticas destinadas a estimular la demanda agregada, entre otras cosas, con expansión monetaria, lo cual estaría en concordancia con la hipótesis. A partir de 2015 comienzan políticas monetarias contractivas, sin embargo, desde 2014 es cuando se verifican las mayores tasas de inflación y mayor variabilidad de las mismas. Esto muestra que, con la alta inercia inflacionaria que provocaron los periodos previos, las políticas económicas para estabilizar no tuvieron el efecto suficiente y/o no fueron las adecuadas para corregir alta incertidumbre inflacionaria.

Una limitación de los modelos GARCH o sus variantes es que impone simetrías en los shocks, sean estos positivos o negativos. Dado los efectos que pueda tener la inflación sobre el comportamiento de los agentes, sería válido suponer que un shock negativo en la inflación pueda no tener el mismo efecto que uno positivo. La variante de los modelos Threshold-GARCH (T-GARCH) permiten testear esta hipótesis dado que incorpora un término con una variable dummy en la ecuación de la varianza de manera tal que la misma toma una forma asimétrica dependiendo si el shock sobre la inflación es positivo o negativo.

### Modelo AR (1,12) T-GARCH(1,1)

Ecuación en media			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
AR(1)	0.36	4.89	0
AR(12)	-0.52	-8.03	0
Ecuación varianza			
Variable	Coeficiente	z-estadístico	p-value
CONSTANTE	0.27	1.68	0.09
ARCH	0.50	3.16	0
DUMMY ASIMETRIA	-0.17	-0.65	0.50
GARCH	0.37	1.81	0.07

Elaboración propia datos IPC Bahía Blanca, fuente CREEBA;  $R^2 = 0.49$ ;  $R^2$  ajustado = 0.48; Observaciones: 56; Muestra: 02/2006 - 08/2018.

Contrariamente a lo esperado en la hipótesis del presente trabajo, el parámetro no es significativo, por lo que, bajo la evidencia disponible, no se puede afirmar que un shock a la inflación genere un impacto asimétrico, sea este positivo o negativo.

El aprendizaje continuo de los agentes sobre la economía puede explicar lo anterior: Argentina, desde que tiene Banco Central, ha presentado altos niveles de inflación la mayor parte del tiempo, característica que no observable en ningún otro país. Esto provoca que los agentes tengan bien internalizado los efectos que produzcan las fluctuaciones de la inflación en la economía.

## 8 Conclusiones

El presente trabajo estudia la incertidumbre inflacionaria en Argentina en un periodo para el que no existen datos oficiales confiables a nivel nacional. Por lo tanto, se recurre a un IPC regional dado que las variaciones que sufra la inflación no difieren significativamente por región por más que los niveles de precios si lo hagan.

La modelización de la incertidumbre inflacionaria se realizó a través de distintas alternativas de modelos GARCH. La literatura afirma en numerosas ocasiones que, en series temporales, es altamente improbable que se cumpla el supuesto de homocedasticidad, por ende, la modelización de la varianza arroja información importante al momento de analizar una serie. La utilización de modelos GARCH permiten obtener una serie temporal de la varianza de los errores, que sirve entre otras cosas, como aproximación de la incertidumbre.

El análisis de la incertidumbre inflacionaria se realiza en el marco de las hipótesis de Friedman Ball; Cukierman Metzler o su alternativa de Holland, Grier Perry, y se analiza la existencia o no de efectos asimétricos en la respuesta



a los shocks sobre la inflación.

Bajo la evidencia obtenida encontramos que altos niveles de inflación incrementan la incertidumbre inflacionaria tal como lo establece la hipótesis de Friedman Ball. Esto es esperable teniendo presente la alta y creciente inflación a través del tiempo que existió durante el periodo bajo análisis. Adicionalmente la evidencia disponible arroja que a partir de 2014 la varianza de la inflación deja de ser estacionaria creciendo de manera lineal, lo cual puede interpretarse como un aumento cada vez mayor de la incertidumbre inflacionaria.

Por otro lado, se encuentra evidencia a favor de la hipótesis de Cukierman Metzler aunque de manera menos concluyente que la anterior. Desde el inicio del periodo hasta 2015 las políticas económicas llevadas a cabo por la autoridad monetaria están en concordancia con la hipótesis, sin embargo, a partir de 2015, se llevan adelante políticas monetarias contractivas, quedando en evidencia el efecto limitado que tuvieron las mismas para influir en la economía, ya que los niveles de inflación e incertidumbre inflacionaria crecieron durante dicho periodo.

Por último, se observa si existe una respuesta asimétrica ante los shocks sobre la inflación según estos sean positivos o negativos. La evidencia muestra de manera concluyente que no existe tal asimetría. Esto puede deberse principalmente al buen entendimiento de los agentes sobre el comportamiento de la economía, considerando que Argentina, desde que tiene Banco Central, tuvo más tiempo inflación alta que baja, por ende, los agentes ya la tienen totalmente internalizada a su comportamiento. Entonces, ante un shock, sea este positivo o negativo, no afectará la respuesta de los agentes por encima o debajo del efecto real que dicho shock tenga.

## Anexo

Respecto a las funciones de estimación para las ecuaciones lineales el programa Eviews utiliza ARMA Maximum Likelihood eligiendo automáticamente el método de optimización, para las ecuaciones en media del presente trabajo se utilizaron los algoritmos BFGS y OPG – BHHH. Respecto a las ecuaciones no lineales de la varianza utiliza el método ML ARCH - Normal distribution. Las referencias del programa destacan 3 pasos a la hora de utilizar el algoritmo de optimización para los modelos no lineales: (i) obtener los parámetros iniciales, (ii) tomar el vector de parámetros candidatos para cada iteración, (iii) determinar cuándo se alcanza el óptimo, en el presente trabajo el programa utiliza cuatro veces el algoritmo OPG - BHHH / Marquardt steps y una vez BFGS / Marquardt steps.

### Tablas adicionales

#### Nivel variación interanual del IPC Bahía Blanca

##### Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test

$H_0$ : Nivel de IPC Bahía Blanca tiene raíz unitaria		t-statics	p-value
Estadístico de prueba		-2.2405	0.193
Valores criticos	nivel 1%	-3.4743	
	Nivel 5%	-2.8807	
	nivel 10 %	-2.5771	

##### Phillips-Perron Unit Root Test

$H_0$ : Nivel de IPC Bahía Blanca tiene raíz unitaria		t-statics	p-value
Estadístico de prueba		-1.9834	0.1930
Valores criticos	nivel 1%	-3.4740	
	Nivel 5%	-2.8806	
	nivel 10 %	-2.5770	

### Primer diferencia variación interanual del IPC Bahía Blanca

#### Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test

$H_0$ : 1er diferencia de IPC Bahía Blanca tiene raíz unitaria		t-statics	p-value
Estadístico de prueba		-5.6483	0.00
Valores criticos	nivel 1%	-3.4743	
	Nivel 5%	-2.8807	
	nivel 10 %	-2.5771	

#### Phillips-Perron Unit Root Test

$H_0$ : 1er diferencia de IPC Bahía Blanca tiene raíz unitaria		t-statics	p-value
Estadístico de prueba		-5.6425	0.00
Valores criticos	nivel 1%	-3.4743	
	Nivel 5%	-2.8807	
	nivel 10 %	-2.5771	

## Gráficos

Gráfico 1: Nivel IPC Bahía Blanca, variación porcentual interanual.

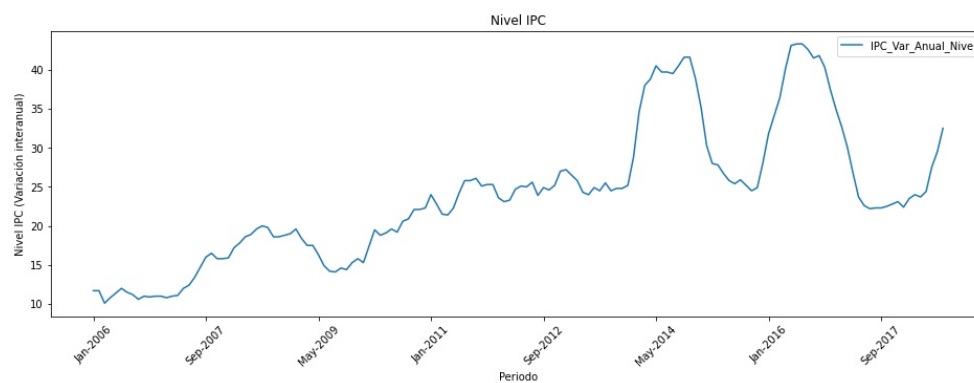
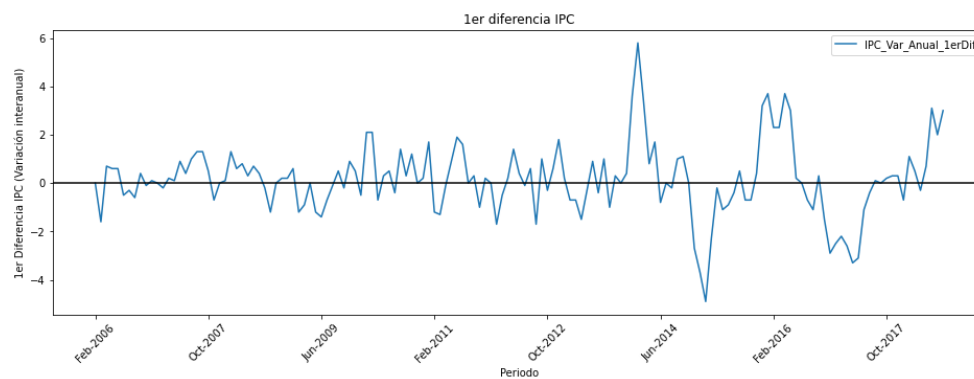


Gráfico 2: Primer diferencia IPC Bahía Blanca de la variación porcentual interanual.



## Referencias

1. Abril, J. y Abril, M. (2018) “La Heterocedasticidad condicional en el estudio de la inflación de la Argentina”. IV Jornadas de Econometría 2018, Universidad de Buenos Aires.
2. Ball, L. (1992) “Why does high inflation raise inflation uncertainty?” *Journal of Monetary Economics* Volume 29, Issue 3.
3. Barro, R. (1983) “Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy”. Working Paper No. 1079. National Bureau of economic research 1050 Massachusetts Avenue Cambridge MA 02138.
4. Barro, R. (1996) “Determinants of economic growth: A cross-Country empirical study” NBER Working Paper 5698.
5. Bello, O. y Gámez, O. (2006) “Inflación e Incertidumbre Inflacionaria en Nicaragua: Una Aplicación Usando un Modelo EGARH” Banco Central de Nicaragua.
6. Bollerslev, T. (1986) “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity” *Journal of Econometrics* 31, pp. 307-327. North-Holland.
7. Caballero Claire, B. y Caballero Martinez, R. (2013) “Asimetrías de los shocks de inflación e incertidumbre inflacionaria, un enfoque con modelos autorregresivos de heterocedasticidad condicional para el caso de Bolivia 1990-2013”. Banco Central de Bolivia, clasificación JEL: C51, C58, E31.
8. Cermeño, R. y Vazquez Feregrino, N. (2012) “Volatilidad de la inflación y crecimiento del producto: el caso de México, 1993-2011”. Centro de Investigacion y Docencia Aconómicas AC (CIDE). Clasificación JEL: C32, F43, E5.
9. Cukierman, A. y Meltzer A. (1986) “A Theory of Ambiguity, Credibility, and Inflation under Discretion and Asymmetric Information” *Econometrica* Vol. 54.
10. D’Amato, L. et al. “Forecasting Inflation in Argentina: A Comparison of Different Models” (2018) Banco Central de La República Argentina.
11. D’Amato, L. y Garegnani, M. (2009) “La dinámica de corto plazo de la inflación: estimando una curva de Philips híbrida neokeynesiana para Argentina (1993-2007)” Banco Central de La República Argentina.
12. Enders, W. (2015) “Applied econometric time series”. Fourth edition. John Wiley Sons, Inc, New Jersey.
13. Engle, R. (1982) “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation” *Econometrica* Vol. 50, No. 4.

14. Evans, M. (1991) "Discovering the link between inflation rates and inflation uncertainty" *Journal of Money, Credit and Banking* Vol. 23, No. 2.
15. Friedman, M. (1976) "Nobel Lecture: Inflation and Unemployment" *Journal of Political Economy*, Vol. 85, No. 3 (Jun., 1977).
16. Giarrizzo, V. (2018) "Atrápame si puedes. El Secreto de la inflación Argentina". La Reserva Ediciones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
17. Grier, K y Perry M. (1998) "On inflation and inflation uncertainty in the G7 Countries." *Journal of International Money and Finance* Volume 17, Issue 4.
18. Grier, K y Perry M. (1998) "The Effects of Real and Nominal Uncertainty on Inflation and Output Growth: Some Garch-M Evidence" *Journal of Applied Econometrics* Vol. 15, No. 1.
19. Heymann, D. y Ramos, A. (2011) "Una transición incompleta, inflación y políticas macroeconómicas en la Argentina post-convertibilidad." *Rev. De economía política de Bs. As. Año 4. Vols. 7 y 8. ISSN 1850-6933.*
20. Heymann, D. y Ramos, A. (2011) "Una transición incompleta, inflación y políticas macroeconómicas en la Argentina post-convertibilidad." *Rev. De economía política de Bs. As. Año 4. Vols. 7 y 8. ISSN 1850-6933.*
21. Kajal, L. Y Fushang, L. (2005) ARCH Models for Multi-period Forecast Uncertainty – A Reality Check Using a Panel of Density Forecasts" Publicado en; *Econometric Analysis of Financial and Economic Time Series – Part A* (Eds. D. Terrell and T.B. Fomby), Elsevier, JAI. JEL: E31; E37; C23; C53
22. Núñez Carrasco, A. (2013) "Inflación e incertidumbre inflacionaria. Un estudio aplicado con datos regionales españoles" Departamento de Economía Aplicada-Estructura Económica Universidad de Málaga Clasificación JEL: C32, E31.
23. Pérez, C. (2008) "Econometría avanzada. Técnicas y herramientas". P. 86-89. Pearson educación S.A., Madrid.
24. Tower, E. (1971): More on the Welfare Cost of Inflationary Finance, *Journal of Money, Credit, and Banking*.