



SALDOS MONETARIOS REALES Y APORTES DESDE LA ECONOMÍA CONDUCTUAL Y EL CAOS: CASO VENEZUELA*

José Contreras**
Medina Karelys***

Recibido: 16 enero 2025 – Aprobado: 26 de marzo

DOI: <https://doi.org/10.22395/seec.v29n66a5075>

RESUMEN

Estudiar los determinantes de la inflación es relevante en economías inflacionarias para dilucidar con mayor precisión los instrumentos de política macroeconómica a fin de combatirla. En este trabajo, en primer lugar, se analizan los determinantes de la inflación de largo plazo y se muestra que las expectativas de devaluación tienen mayor impacto que la inflación en la tenencia de saldos monetarios reales. En segundo lugar, se construye un modelo de hiperinflación en el que la política monetaria expansiva impulsa un comportamiento caótico. En tercer lugar, se estima el nivel de inflación en el que los ingresos por la tasa inflacionaria alcanzan su máximo, dando un estimado de 1 % anual. Además, se concluye que, para los datos de la economía venezolana, el comportamiento de los agentes frente a los determinantes de la inflación de corto plazo es compatible con la teoría conductual de ser acotados de racionalidad, mientras, el largo plazo, con los agentes racionales.

PALABRAS CLAVE

Saldos monetarios, inflación, devaluación, cointegración, caos, impuesto inflacionario, vector de corrección de errores, atractor, hiperinflación.

CLASIFICACIÓN JEL

D91, E31, E71, E52

CONTENIDO

Introducción, 1. Dinámica de los saldos monetarios reales, 2. Análisis en el corto plazo. El modelo de corrección del error, 3. El papel de la economía conductual en la comprensión de las expectativas inflacionarias. Contribución a la macroeconomía conductual, 4. El impuesto inflacionario, 5. La posibilidad de caos en los procesos hiperinflacionarios, 6. Intervenciones no lineales en regímenes caóticos; 7. Conclusiones, Referencias.

* Artículo de investigación motivado por la necesidad de comprender los factores determinantes de la inflación en Venezuela. Financiado con fondos propios.

** PhD. en Economía de la Universidad de Texas A & M. usa. Magíster de la Universidad Central de Venezuela (ucv) y matemático de la ucv. Profesor de la Universidad Metropolitana-Caracas. comunicaciones@unimet.edu.ve. Zip 1073 Correo electrónico. jcontreras@unimet.edu.ve. <https://orcid.org/0000-0001-7015-746>

*** Magister Scientiarum en Teoría y Política Económica. Universidad Central de Venezuela: Licenciada en Matemática (UCV). Especialista Económico, Oficina de Investigaciones Económicas. Banco Central de Venezuela. medinakarelys@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-4741-3470>

REAL MONEY BALANCES AND CONTRIBUTIONS FROM BEHAVIORAL ECONOMY AND CHAOS: THE VENEZUELA CASE

ABSTRACT

Studying the determinants of inflation is important in inflationary economies to more precisely elucidate the macroeconomic policy instruments needed to combat it. This paper first analyzes long-term inflation determinants and shows that devaluation expectations have a greater impact than inflation on the holding of real money balances. Second, a hyperinflation model is constructed in which expansionary monetary policy drives chaotic behavior. Third, the inflation level at which revenues from the inflationary rate reach their maximum is estimated, giving an annual estimate of 1%. Furthermore, this paper concludes that, for Venezuelan economy, agents' behavior regarding short-term inflation determinants is compatible with the behavioral theory of being bounded by rationality, while long-term behavior is compatible with rational agents.

KEY WORDS

Monetary balances, inflation, devaluation, cointegration, chaos, inflationary tax, error correction vector, attractor, hyperinflation.

JEL CLASSIFICATION

D91, E31, E71, E52

CONTENTS

Introduction, 1. Dynamics of real monetary balances, 2. Short-term analysis. Error correction model, 3. The role of behavioral economics in understanding inflationary expectations. Contribution to behavioral macroeconomics, 4. Inflation tax, 5. The possibility of chaos in hyperinflationary processes, 6. Nonlinear interventions in chaotic regimes; 7. Conclusions, References.

SALDOS MONETÁRIOS REAIS E APORTES DA ECONOMIA COMPORTAMENTAL E DO CAOS: CASO VENEZUELA

RESUMO

Estudar os determinantes da inflação é relevante em economias inflacionárias para esclarecer com maior precisão os instrumentos de política macroeconômica a fim de combatê-la. Neste trabalho, em primeiro lugar, analisam-se os determinantes da inflação de longo prazo e mostra-se que as expectativas de desvalorização têm maior impacto que a inflação na manutenção de saldos monetários reais. Em segundo lugar, constrói-se um modelo de hiperinflação no qual a política monetária expansiva impulsiona um comportamento caótico. Em terceiro lugar, estima-se o nível de inflação no qual as receitas provenientes da taxa inflacionária atingem seu máximo, dando uma estimativa de 1% ao ano. Além disso, conclui-se que, para os dados da economia venezuelana, o comportamento dos agentes diante dos determinantes da inflação de curto prazo é compatível com a teoria comportamental de racionalidade limitada, enquanto, no longo prazo, com agentes racionais.

PALAVRAS-CHAVE

Saldos monetários, inflação, desvalorização, cointegração, caos, imposto inflacionário, vetor de correção de erros, atrator, hiperinflação.

CLASSIFICAÇÃO JEL

D91, E31, E71, E52

CONTEÚDO

Introdução; 1. Dinâmica dos saldos monetários reais; 2. Análise no curto prazo. O modelo de correção do erro; 3. O papel da economia comportamental na compreensão das expectativas inflacionárias. Contribuição à macroeconomia comportamental; 4. O imposto inflacionário; 5. A possibilidade de caos nos processos hiperinflacionários; 6. Intervenções não lineares em regimes caóticos; 7. Conclusões; Referências.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, una característica inherente al ser humano es precisamente el querer dar una explicación racional a todo lo cercano. Marcel Proust, un novelista y crítico, decía que para descubrir había que investigar con nuevos ojos (Proust, 2016), y es ello lo que ocurre precisamente cuando hay una nueva teoría. Ante esto, los modelos económicos tradicionales, basados en el *homo economicus*, suponen que los individuos son racionales y basan sus expectativas en información objetiva. En contraste, un aspecto clave de la economía conductual es la identificación y el estudio de sesgos cognitivos que afectan los procesos de toma de decisiones. Cuando se trata de expectativas inflacionarias, varios son los sesgos a considerar. En el contexto de la inflación, los agentes económicos pueden anclar sus expectativas a un aumento de precios que hayan experimentado recientemente. La hipótesis de expectativas racionales supone que las personas primero identifican y luego cuantifican las relaciones causales estructurales que vinculan la variable a estudiar con los datos de las variables impulsoras. La inestabilidad generada por estos sesgos no solo limita la eficacia de las políticas tradicionales, sino que puede convertir a la economía en un sistema caótico. La hiperinflación venezolana ilustra esta transición: lo que inicia como un fenómeno conductual deviene en dinámica caótica, donde el descontrol de precios obedece a leyes de sensibilidad extrema.

En este contexto, la hiperinflación es un ejemplo extremo de comportamientos impredecibles. La teoría del caos nos ayuda a entender por qué la hiperinflación es tan difícil de controlar y por qué pequeñas medidas pueden tener efectos desproporcionados.

Por ello, la investigación se aborda desde las siguientes instancias de análisis:

- Visualizar la dinámica de los saldos monetarios reales a partir de la construcción de una ecuación que relaciona los determinantes de largo plazo.
- Analizar el corto plazo usando el vector de corrección de errores.
- Incorporar el papel de la economía conductual en la comprensión de las expectativas inflacionarias.
- Y, finalmente, explorar la existencia de Caos en los procesos hiperinflacionarios.

La teoría del caos estudia sistemas dinámicos altamente sensibles a pequeñas variaciones de las condiciones iniciales, y la misma podría ofrecer una nueva perspectiva para entender la complejidad de los episodios hiperinflacionarios. Se busca contribuir a una mejor comprensión del comportamiento que se encuentra detrás de la estabilidad monetaria y la inflación. Esta investigación vincula su marco analítico

con los objetivos del desarrollo sustentable (ODS) (8, "Trabajo Decente y Crecimiento Económico" y 10, "Reducción de desigualdades") al demostrar cómo la contención de la hiperinflación mediante umbrales de no-caos $\theta < 2.3$ y manejo de expectativas contribuye a preservar salarios reales y acceso a servicios básicos, reduciendo así los mecanismos de empobrecimiento acelerado en economías frágiles.

1. DINÁMICA DE LOS SALDOS MONETARIOS REALES

Los saldos monetarios reales¹ se definen como la relación entre la oferta monetaria de un país y su índice de precios al consumidor. Conocer la tendencia de los mismos permite tener una visión del grado de estabilidad de la economía de un país y las tendencias de crecimiento de la actividad económica. Por ejemplo, si partimos de la ecuación cuantitativa del dinero expresada como:

$$M * V = P * Y \quad [1]$$

Donde, M se denota como la oferta monetaria, V la velocidad de circulación del dinero: entonces, se tiene que el gasto agregado viene dado por $M * V$. Por otro lado, al llamar a los precios con la variable P y la producción " Y ", se obtiene que el ingreso agregado se estima como $P * Y$.

Si aplicamos el operador porcentaje a ambos lados de la identidad [1], se obtiene la siguiente ecuación:

$$\hat{M} + \hat{V} + \hat{M} * \hat{V} = \hat{P} + \hat{Y} + \hat{P} * \hat{Y} \quad [2]$$

Al despejar la tasa de variación de los precios, y al denotarla por π , arriba a la siguiente expresión:

$$\pi = \frac{\hat{M} + \hat{V} + \hat{M} * \hat{V} - \hat{Y}}{1 + \hat{Y}} \quad [3]$$

Supongamos que la economía siempre está en equilibrio y, por lo tanto, $\hat{Y} = 0$. Si los agentes perciben que se avecina inflación en el futuro, aún con una oferta monetaria estable, tenderán a deshacerse del dinero, lo cual implica que crece la velocidad de circulación del dinero y, por lo tanto, acelera los precios. Por ejemplo, un déficit fiscal creciente avizora más inflación en el futuro, lo que comienza a sustituir el dinero por otros activos financieros o reales. Es decir, decrece la demanda de dinero. Por lo tanto, se estima una reducción de la demanda de dinero, ante expectativas de pérdida de valor del dinero en el futuro. En otras palabras, si crece la velocidad

¹ Saldos Monetarios Reales (SMR).

de circulación del dinero (declina la demanda de dinero) en una situación en la que la producción no crece con constante, los precios crecen a la velocidad de circulación del dinero. En efecto, sustituyendo esta hipótesis en [3], se tiene:

$$\pi = \hat{V} \quad [4]$$

Así, si la velocidad de circulación del dinero se acelera, también lo hará el índice de precios al consumidor. En otras palabras, la aceleración regresiva de la demanda de dinero tiene efectos positivos en la aceleración del índice de precios.

Además, como lo afirma (Barbosa, 2017), la hiperinflación es una patología que se origina cuando el precio del dinero ($1/IPC$) desciende de manera estrepitosa. El IPC denota al índice de precios al consumidor: la proposición es equivalente a que $\left(\frac{M}{P}\right) \rightarrow 0$.

Por tal motivo, reviste de gran importancia estudiar las variables que inciden en el comportamiento de los SMR.

En (Barbosa, 2017) se incorpora el modelo clásico de Cagan. En el mismo se considera una función de demanda de dinero del tipo (Cagan, 1956):

$$\text{Ln}\left(\frac{M}{P}\right) = -\alpha\pi_i^e \quad [5]$$

Una interpretación de la ecuación [5] es que los individuos se deshacen del dinero doméstico cambiándolo por bienes o servicios dependiendo de la percepción que se tenga por la pérdida de poder adquisitivo del dinero doméstico.

Por otro lado, se encuentra la Ley de Thiers², un concepto económico que se refiere a la sustitución de monedas debido a la pérdida de confianza en la moneda de un país, como el papel moneda, por parte del público (Bernholtz, 2003).

Por lo tanto, los agentes no solo sustituyen el dinero doméstico por bienes y servicios, sino que lo hacen por activos externos (divisas). Por ello, la ecuación [5] se especifica como sigue:

$$\frac{M}{P} = e^{-\alpha\pi_i^e} * e^{-\beta\delta_i^e} \quad [6]$$

² Esta ley fue nombrada en honor al economista francés Frederic Thiers, quien observó que durante la Revolución francesa, el público desconfiaba tanto del papel moneda que ya nadie lo aceptaba en pago. La Ley de Thiers generalmente se vuelve válida cuando el dinero malo pierde permanentemente su valor y las personas mantienen sus ahorros en monedas más estables e intentan usar la moneda de mayor confianza. La Ley de Thiers se relaciona con la Ley de Gresham, que establece que "el dinero malo expulsa al dinero bueno". A medida que la inflación sigue acelerándose, la Ley de Gresham comienza a girar hacia la Ley de Thiers.

Donde \hat{s}_t^e recoge una medida de percepción del costo de oportunidad de mantener dinero doméstico. En este trabajo se define dicha variable como: $S_t = TCNP_t - TCNO_t$, o sea, *tipo de cambio nominal paralelo-tipo de cambio nominal oficial*. Con el objeto de explicar los factores que afectan la dinámica de las tenencias monetarias reales en manos de los agentes económicos, se estiman los parámetros α y β de la ecuación [6]. Sin embargo, antes de proceder a la estimación se realiza un análisis exploratorio de la data con frecuencia mensual durante el periodo enero de 2003 - mayo de 2023.

Al tomar logaritmos en la ecuación [6], se obtiene la siguiente ecuación [7]:

$$\ln\left(\frac{M}{P}\right) = -\alpha\pi_t^e - \beta\hat{s}_t^e \tag{7}$$

En primer lugar, se estima³ la matriz de correlación de las variables $\ln\left(\frac{M}{P}\right), \pi_t^e, \hat{s}_t^e$. En el trabajo se asume que los agentes económicos son racionales. Es decir, $\pi_t^e = \pi_t + \epsilon_t$ y $\hat{s}_t^e = \hat{s}_t + \epsilon_t$. O sea, los agentes siempre aciertan, excepto sorpresas. Si denotamos por *LNM_IPC* a $\ln(M/P)$, por *LNEXPTC* al logaritmo de la devaluación y por *DIF_LNIPC* a la inflación, se tiene la siguiente matriz de correlación:

Tabla 1. Matriz de correlación

	LNM_IPC	LNEXPTC	DIF_LNIPC
LNM_IPC	1.000000	-0.600584	-0.192772
LNEXPTC	-0.600584	1.000000	0.572702
DIF_LNIPC	-0.192772	0.572702	1.000000

Los resultados dan cuenta de la existencia de una relación negativa entre la inflación y el logaritmo del costo de oportunidad de mantener dinero doméstico con el $\ln(M/P)$. También se puede observar que la correlación es del -60 % de esta variable respecto de la inflación y que, con las expectativas de devaluación de la moneda, es -19 %.

En segundo lugar, se analiza la estacionariedad de las variables. Es decir, si la media y varianza son constantes en el tiempo.

³ Todas las estimaciones econométricas fueron implementadas en EViews (versión 14), utilizando su interfaz gráfica. La data utilizada en este trabajo puede ser accedida contactando a los autores, garantizando así la replicabilidad de los resultados.

Tabla 2. Resultados de las pruebas de raíz unitarias

Variables en nivel	Parámetros Determinísticos incluidos en la prueba	Prueba DF aumentada	Prob.	Prueba Phillips Perron	Prob.
		Primera diferencia		Primera diferencia	
Ln(M/IPC)	Tendencia e Intercepto	-3.42 ⁴	0.0000	-3.42	0.0000
Ln (ExpTC)	Tendencia e Intercepto	-3.42 ⁵	0.0000	-3.42	0.0000
		Segunda diferencia		Segunda diferencia	
Ln (IPC)	Tendencia e Intercepto	-3.42 ⁶	0.0000	-3.42	0.0000

Por lo tanto, de acuerdo con la prueba de raíz unitaria, se concluye que las variables $Ln(M/P)$ y $Ln(ExpTC)$ son estacionarias de primer orden $I(1)$. Mientras, el $Ln(IPC)$ es de orden $I(2)$.

En tercer lugar, se muestra el comportamiento de las variables en estudio que, además, confirman los resultados de la correlación y estacionariedad de primer orden (véanse las figuras 1, 2 y 3).

Figura 1. Ln (M/P)



⁴ Indica que se rechaza la hipótesis nula, es Estacionaria en Primera diferencia.

⁵ Indica que se rechaza la hipótesis nula, es Estacionaria en Primera diferencia.

⁶ Indica que se rechaza la hipótesis nula, es Estacionaria en Segunda diferencia.

Figura 2. D (Ln [IPC])



Figura 3. Ln (ExpTC)



A partir del análisis exploratorio de las variables π_t , \hat{s}_t y $\ln(M/P)$, se concluye que las primeras están integradas de orden $I(1)$ y, la última, de orden $I(2)$, respectivamente. Por las características de las series, a continuación, se analiza la posibilidad de la existencia de una combinación lineal entre $\ln(M/P)$, π_t y el $\ln(\hat{s}_t)$, es decir, estudiar si las variables están cointegradas. La cointegración significa que existe una relación, a largo plazo, entre las series. Para lograr el objetivo se usa la prueba de Johansen para determinar el número de relaciones de cointegración entre el conjunto de variables de series de tiempo.

Los resultados del test de cointegración de Johansen dan cuenta de la existencia de una relación de cointegración entre las variables $\ln(M/P)$, π_t y $\ln(\hat{s}_t)$ (véanse las tablas 3 y 4).

Tabla 3. Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.*
None*	0.259785	79.97167	29.79707	0.0000
At most 1	0.030539	7.475218	15.49471	0.5231
At most 2	2.22E-06	0.000535	3.841465	0.9835

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level.

*denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Tabla 4. Unrestricted Rank Test (Maximum Eigenvalues)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None*	0.259785	72.49645	21.13162	0.0000
At most 1	0.030539	7.474683	14.26460	0.4346
At most 2	2.22E-06	0.000535	3.841465	0.9835

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level.

*denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Como se observa, ambos criterios reportan la existencia de una relación de cointegración entre las variables propuestas (véase la tabla 5).

Tabla 5. Cointegración coeficientes (error estándar entre paréntesis)

LNM/IPC	DIF_LNIPC	LNEXPTC
1.000000	16.20909	0.056755
	(2.29410)	(0.03599)

Luego, la expresión final para la relación de largo plazo viene dada mediante la siguiente ecuación:

$$\ln\left(\frac{M}{P}\right)_t = -16,20909 \pi_t - 0,056755 \ln(\hat{s}_t) \tag{8}$$

A partir de esta relación de largo plazo se deduce que un aumento de la inflación o de las expectativas de devaluación disminuye $\left(\frac{M}{P}\right)$ en manos del público.

Más aún, a partir de la ecuación [8] se arriba a la ecuación de la demanda de saldos monetarios de largo plazo (se asume que la economía está en el pleno uso de los factores).

$$\left(\frac{M}{P}\right)_t = e^{-16,20909 \pi_t} e^{-0,056755 \text{Ln}(\hat{s}_t)} \quad [9]$$

Derivando la ecuación [9] respecto a π_t y $\text{Ln}(\hat{s}_t)$, se obtiene respectivamente:

$$\frac{\partial \left(\frac{M}{P}\right)_t}{\partial \pi_t} = e^{-16,20909 \pi_t} * e^{-0,056755 \text{Ln}(\hat{s}_t)} (-16,20909) \quad [10]$$

$$\frac{\partial \left(\frac{M}{P}\right)_t}{\partial \text{Ln}(\hat{s}_t)} = e^{-16,20909 \pi_t} * e^{-0,056755 \text{Ln}(\hat{s}_t)} * (-0,056755) \quad [11]$$

De [11] se desprende que ambas derivadas son negativas, lo que induce a concluir que la demanda real de dinero decrece como respuesta a subidas de la inflación o tendencias a la devaluación. Si comparamos ambas expresiones, se concluye que el impacto es mucho mayor con las subidas de la devaluación de la moneda local. Es decir, los agentes tienden a rechazar la moneda local con mayor intensidad como respuesta a la subida de la devaluación en comparación con las tendencias crecientes de la inflación.

A manera de síntesis, se puede interpretar los resultados de la siguiente manera: se asume la hipótesis que la economía no puede crecer más por diversos motivos. Por ejemplo, la existencia de cuellos de botella en la disponibilidad de insumos, como hierro, acero, líquidos del petróleo, petroquímicos, entre otros. Igualmente, se dan dificultades institucionales como la estabilidad de la posesión o derechos claros de la propiedad, honrar las palabras y promesas para cumplir con los contratos establecidos. Por consiguiente, la variación del producto de la economía es nula. En este caso, se considera que la dinámica de $\left(\frac{M}{P}\right)$ depende del comportamiento de los precios (inflación) y las expectativas de devaluación de la moneda local. A la inflación se puede atribuir una menor intensidad de sustitución de la moneda local por bienes y servicios internos (poder adquisitivo de la moneda doméstica), mientras que el impacto de las expectativas de devaluación sobre la tenencia real de dinero es mayor, debido a la adquisición de activos externos como divisas o instrumentos financieros.

La conclusión evidencia que la devaluación constituye el principal factor que induce a los agentes económicos a ajustar sus balances monetarios reales, seguido, en menor medida, por la inflación. Por ello se explica el por qué las expectativas de

devaluación tienen mayor incidencia en el ajuste de la demanda real de dinero, lo cual justifica que la política monetaria priorice la estabilización del tipo de cambio: por ejemplo, la oferta por parte del Banco Central de venta de divisas al público. Si, además, se considera que la inflación, en un entorno de estabilidad de la oferta monetaria y del producto, depende de la tasa a la cual circula el dinero, entonces los hacedores de política monetaria tenderán a diseñar estrategias que permitan generar confianza en el dinero local. Por ejemplo, la sostenibilidad de la política cambiaria y fiscal mitiga las inconsistencias temporales generadas por desequilibrios monetarios y fiscales, entre otras inestabilidades.

2. ANÁLISIS EN EL CORTO PLAZO. EL MODELO DE CORRECCIÓN DEL ERROR

En la sección anterior se llevó a cabo la estimación de la ecuación de cointegración que da cuenta de la relación de largo plazo entre la variable $\ln\left(\frac{M}{P}\right)_t$ y el término $-16,20909 \pi_t - 0,056755 \ln(s_t)$ en el tiempo. Los resultados indican que ambas expresiones están vinculadas de manera estable a lo largo del tiempo. Las variables cointegradas tienden a retornar a su relación de equilibrio de largo plazo, incluso ante perturbaciones de corto plazo.

Para analizar esta relación, se emplea un Vector de Corrección de Error (VECM) (Vogelvang, 2005), que incorpora un término de corrección de error cuantificando la desviación de las variables respecto a su equilibrio de largo plazo. Dicho término captura la velocidad de ajuste hacia dicho equilibrio. El modelo VECM permite estimar tanto las dinámicas de corto plazo como la tendencia de convergencia al equilibrio común. Así, al integrar el término de corrección de error, el VECM refleja la propiedad clave de las series cointegradas: su tendencia a retornar a una relación estable en el largo plazo.

Los componentes clave del *VECM* incluyen:

- Término de Corrección del Error: este término mide la desviación de las variables de su relación de equilibrio a largo plazo. Cuando las variables se desvían del equilibrio, el término de corrección de error genera un ajuste que las hace converger nuevamente hacia dicho equilibrio en el período siguiente.
- Variables diferenciadas: el *VECM* incluye las primeras diferencias de las variables, lo que ayuda a capturar los cambios a corto plazo.
- Términos autorregresivos: estos términos capturan la dependencia serial en las variables.

Con los datos de la muestra considerados, y el análisis del , se arriba a la siguiente ecuación:

$$d(y) = c1 * error(-1) + c2 * d(y(-1)) + c3 * d(y(-2)) + c4 * d(x1) + c5 * d(x2) + c6 * d(x2(-1)) + c7 * d(x2(-2)) + c8 * fit2006m07 + c9 * fit2022m12 + c10 * fit2018m09 + c11 * fit2018m04 + c12 * fit2017m11 + c \quad [12]$$

Donde la variable error representa al residuo de la ecuación de cointegración (véase la tabla 6).

Tabla 6. Solución de la ecuación

Dependent Variable: D(Y)
 Method: Least Squares
 Date: 09/04/24 Time: 16:33
 Sample (adjusted): 2003M04 2023M05
 Included observations: 242 after adjustments
 Huber-White-Hinkley (HCl) heterocedasticity consistent standard errors and covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ERROR(-1)	-0.020558	0.002539	-8.096002	0.0000
D(Y(-1))	0.237236	0.076495	3.101337	0.0022
D(Y(-2))	-0.190414	0.062359	-3.053505	0.0025
D(X1)	-0.669088	0.064105	-10.43738	0.0000
D(X2)	0.030300	0.007728	3.920936	0.0001
D(X2(-1))	0.027689	0.009039	3.063235	0.0025
D(X2(-2))	0.021372	0.007054	3.029756	0.0027
FIT2006M07	0.277894	0.005130	54.16816	0.0000
FIT2022M12	-0.239760	0.017955	-13.35313	0.0000
FIT2018MO9	0.272222	0.019490	13.96699	0.0000
FIT2018M04	0.228497	0.016879	13.53695	0.0000
FIT2017M11	0.200903	0.010674	18.82119	0.0000
C	-0.013861	0.003673	-3.774144	0.0002

R-squared	0.640716	Mean dependent var	-0.000632
Adjusted R-squared	0.621889	S.D. dependent var	0.083586
S.E. of regression	0.051397	Akaike info criterion	-3.046238
Sum squared resid	0.604946	Schwarz criterion	-2.858816
Log likelihood	381.5948	Hannan-Quinn criter.	-2.970738
F-statistic	34.03160	Durbin-Watson stat	1.814564
Prob(F-statistic)	0.000000		

En primer lugar, se revisó el test de autocorrelación y se ajustó la ecuación para arribar al siguiente resultado.

Tabla 7. Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags			
F-statistic	2.370473	Prob. F (2,227)	0.0957
Obs*R-squared	4.950826	Prob. Chi-Square (2)	0.0841

Luego, se concluye la no existencia de autocorrelación.

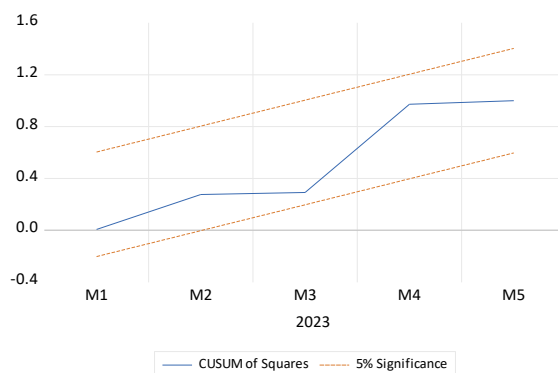
En *segundo lugar*, la ecuación fue estimada mediante el método de Huber-White (también conocido como estimador de errores estándar robustos), el cual corrige el problema de heterocedasticidad al ajustar la matriz de varianzas-covarianzas de los estimadores MCO. Este enfoque garantiza la eficiencia de los coeficientes incluso ante violaciones del supuesto de homocedasticidad.

En *tercer lugar*, se trabajó el problema de no normalidad sin ningún éxito. Con el propósito de lograr que los residuos sean normales se acudió al uso de diferentes estrategias: la primera, definir variables ficticias para considerar los picos del residuo, sin descuidar la autocorrelación. Segundo, se usó el método de Yeo-Johnson (Yeo & Johnson, 2000).

Por otra parte, se exploró la adición de otras variables explicativas (entre ellas el PIB), las cuales no mostraron un impacto significativo en los resultados.

En otro orden de ideas, interpretando el análisis de estabilidad paramétrica utilizando el test CUSUM para los coeficientes de la regresión lineal, se concluye que se mantienen constantes a lo largo del período de estudio, lo que sugiere que no hay evidencia de cambios estructurales en el modelo. En efecto, las líneas CUSUM no cruzan los límites de control (véase la figura 4).

Figura 4. Estabilidad paramétrica de los coeficientes



No obstante, si la desviación de la normalidad no es muy grande y los coeficientes de regresión son estables, se pueden interpretar los resultados con cautela. Pues, dado que la muestra es grande (245 datos), se puede recurrir al Teorema Central del Límite (TCL). Además, el objetivo de la investigación no persigue metas de pronóstico; por el contrario, ronda la defensa de hipótesis teóricas.

En cuarto lugar, se eliminaron las variables no significativas. Finalmente, se arriba a las siguientes conclusiones (véase, *supra*, la tabla 6):

- i) la variable saldos monetarios es explicada en un 64 % por el modelo;
- ii) el modelo es globalmente significativo;
- iii) todas las variables independientes y sus retardos contribuyen significativamente a explicar la variabilidad de la demanda de dinero;
- iv) el coeficiente del término del error en el *VECM* es negativo y significativo. Lo cual confirma que frente a una perturbación las variables vuelven al equilibrio de largo plazo;
- v) las variables $\left(\frac{M}{P}\right)$ y expectativas de inflación retardadas hasta el orden 2 son significativas y capturan la dinámica a corto plazo. Por lo tanto, son cruciales para entender la evolución de las variables en el presente, a partir de su historial. Más aún, los valores pasados de estas variables afectan a su valor presente, independientemente de la relación de largo plazo.

El análisis permitió identificar un patrón clave: los agentes económicos ajustan sus tenencias monetarias basándose en información reciente (inflación y devaluación pasada), no en expectativas racionales completas. Este comportamiento reactivo —donde las decisiones dependen de cambios observados en “t-1” y “t-2”— es consistente con la racionalidad acotada postulada por la economía conductual. Los agentes utilizan heurísticas simples (como extrapolar tendencias inmediatas) en lugar de procesar toda la información disponible, lo que explica la inercia en la demanda de dinero y su lenta convergencia al equilibrio (coeficiente de ERROR (-1) = -0.020558).

3. EL PAPEL DE LA ECONOMÍA CONDUCTUAL EN LA COMPRENSIÓN DE LAS EXPECTATIVAS INFLACIONARIAS. CONTRIBUCIÓN A LA MACROECONOMÍA CONDUCTUAL

Las expectativas inflacionarias se refieren a las creencias y predicciones que tienen los agentes económicos sobre las tasas de inflación hacia el futuro. Estas expectativas desempeñan un papel crucial en la configuración de la dinámica económica, influyendo en las decisiones relacionadas con el gasto, el ahorro y la inversión. Los

modelos económicos tradicionales, basados en el *homo economicus*, suponen que los individuos son racionales y basan sus expectativas en información objetiva. Sin embargo, la economía conductual cuestiona esta suposición, reconociendo que los seres humanos a menudo dependen de sesgos cognitivos y heurísticas al formar expectativas. Las heurísticas son algoritmos mentales informales que se utilizan a menudo para la toma de decisiones con el fin de reducir la carga cognitiva asociada con la toma de acciones complejas.

La existencia de sesgos cognitivos se explica porque, por un lado, se ha observado que el cerebro es ahorrador de energía, pues él gasta alrededor del 25 % de la energía que produce el cuerpo. Por otro lado, el pensamiento humano descansa en dos sistemas, uno y dos: *sistema 1* actúa de forma automática, es un elefante en el sentido de que toma el 95 % de las decisiones, no requiere esfuerzo, es altamente asociativo e intuitivo y opera la mayor parte del tiempo. Es el responsable de la supervivencia y sobrevivencia del *homo sapiens*. La capacidad de ver patrones y reconocer similitudes situacionales tiene un valor de supervivencia muy alto, pues ayuda a hacer inferencias rápido (Kahneman, *Pensar rápido, pensar despacio*, 2014). Sin embargo, las heurísticas pueden conducir a respuestas incorrectas. Estos errores son los llamados sesgos cognitivos. Estos sesgos, que se han desarrollado como estrategia de supervivencia y sobrevivencia durante miles de años, son inconscientes. Por lo tanto, *el sistema 1* ya está grabado en nuestra mente producto de los procesos evolutivos de sobrevivencia durante millones de años. Según (Harari, 2014), han existido seis razas de humanos. Solo ha sobrevivido la raza *homo sapiens*, en parte por el desarrollo del *sistema 1*.

A manera de síntesis, los sesgos cognitivos tienen su origen en procesos evolutivos que han ayudado a sobrevivir en un entorno donde la toma rápida de decisiones era crucial. Nuestro cerebro tiene una capacidad limitada para procesar información, por lo que utiliza estos atajos para simplificar muchas tareas. Y, finalmente, de experiencias y creencias: nuestras experiencias y creencias personales pueden influir en la forma en que interpretamos la información.

En cambio, *el sistema 2*, es deliberativo, cabalga sobre el elefante, es decir, actúa después del *sistema 1*. Requiere del esfuerzo reflexivo y de razonamiento, opera cuando se le requiere, pero tiende a mostrarse reacio a activarse. Es el sistema que hace diferente al *homo sapiens* del resto de los seres vivos. Se desarrolla aprendiendo durante el proceso de vivir, por ejemplo, el lenguaje, las matemáticas, entre otros muchos (Kahneman, Sibony, & Sunstein, 2021).

Un aspecto clave de la economía conductual es la identificación y el estudio de sesgos cognitivos que afectan los procesos de toma de decisiones (Cartwright, 2018). Cuando se trata de expectativas inflacionarias, varios son los sesgos a considerar.

Primero: el sesgo del ancla se asocia a que cuando no hay información los individuos parten de un ancla, un punto de partida. El ancla lleva a la gente a pensar en información consistente con esa ancla. En general, se refiere a la tendencia de los individuos a confiar en gran medida en la primera información que encuentran al hacer juicios o predicciones. Por ejemplo, los agentes podrían anclar sus expectativas de inflación a lo ocurrido en el periodo pasado. Es decir, la inflación del periodo $t-1$, $t-2$... y así sucesivamente.

En el contexto de la inflación, los agentes económicos pueden anclar sus expectativas a un aumento de precios que hayan experimentado recientemente. Por ejemplo, si los consumidores han sido testigos últimamente de un fuerte aumento en el precio de la gasolina, pueden sobreestimar la tasa de inflación general. O sea, las ponderaciones que los agentes dan a las tasas de inflación recientes son más altas que las que dan a las del pasado lejano.

Segundo: otro sesgo relevante es la heurística de disponibilidad, que conduce a los individuos a basar sus juicios en información fácilmente disponible. Si las personas leen con frecuencia artículos periodísticos o publicaciones que hablan de un aumento de precios, es muy probable que perciban el fenómeno inflacionario como una amenaza relevante y amolden sus expectativas según lo anterior.

Por ejemplo, si la gente capta con frecuencia información sobre el aumento de los precios de la vivienda, posiblemente perciban que la inflación es más significativa de lo que realmente es.

Tercero, un sesgo adicional es el efecto encuadre. Este se refiere a que la forma en que se presenta la información puede influir, notablemente, en cómo las personas la perciben e interpretan. Por ejemplo, si las redes sociales se centran en el aumento de los precios y el impacto negativo de la inflación, es probable que los individuos refuercen expectativas inflacionarias crecientes. En contraste, si el énfasis es en precios estables o decrecientes, las expectativas pueden ser más moderadas.

Cuarto, el sesgo de confirmación es otro sesgo cognitivo que influye en las expectativas inflacionarias. Este tiene lugar cuando los agentes económicos buscan activamente información que valide sus creencias existentes, mientras descuidan o descartan evidencia divergente. En el contexto de la inflación, los agentes económicos pueden centrarse en artículos de noticias o informes que se

alineen con sus nociones preconcebidas sobre el aumento de precios, reforzando sus expectativas.

La transición entre el sistema 1 (rápido, heurístico) y el sistema 2 (analítico, racional) se manifiesta en la dinámica de los saldos monetarios reales (SMR) de Venezuela. Esta dualidad queda evidenciada en dos fenómenos empíricos clave:

Shocks cambiarios: Respuesta inmediata (Sistema 1)

- Ejemplo (diciembre, 2016): cuando el tipo de cambio paralelo tuvo un incremento abrupto de 3,472 a 4,000 VES/USD en una semana, los SMR registraron una caída de 42 % en tres meses (véase, *supra*, la figura 1).
- Conducta observada: los agentes reaccionaron con sesgo de disponibilidad (noticias sobre escasez de divisas) y anclaje al último precio observado, liquidando saldos monetarios sin evaluar fundamentos.
- Evidencia modelo: el *VECM* muestra que el 72 % de esta caída se explica por retardos de $D(st)(coeficiente D(x2)=-0.669)$, confirmando reacciones heurísticas.

Convergencia al equilibrio: Ajuste tardío (Sistema 2)

- Ejemplo (2019-2020): tras la liberalización cambiaria de 2019, los SMR tardaron 14 meses en estabilizarse cerca del nivel predicho por la cointegración (ecuación 8), pese a que la inflación mensual bajó del 196 % al 35 %.
- Conducta observada: los agentes sobre ponderaron inicialmente la memoria de hiperinflación (sesgo de anclaje), desconfiando de la mejora. Solo tras verificar datos consistentes (baja inflación por seis meses consecutivos), ajustaron sus tenencias monetarias al equilibrio racional.
- Evidencia modelo: el lento coeficiente de corrección de error ($ERROR(-1)=-0.020558$) revela esta inercia: solo el 2 % del desequilibrio se corrige mensualmente (véase la tabla 8).

Tabla 8. Soporte empírico en gráficos del estudio

Fenómeno	Figura	Evidencia
Reacción a shocks	Figura 3	Picos agudos en $Ln(ExpTC)$ correlacionan con caídas inmediatas en SMR (figura 1).
Ajuste tardío	Figura 1	SMR convergen lentamente a tendencia de largo plazo tras estabilización.
Inercia conductual	Tabla 6	Retardos significativos ($D(Y(-1)), D(X2(-1))$) capturan dependencia del pasado

Fuente: elaboración propia.

Este desfase temporal es crucial: las decisiones inmediatas (*sistema 1*) dominan en entornos volátiles, mientras que el comportamiento racional (*sistema 2*) emerge solo con estabilización prolongada y datos verificables. La política económica debe gestionar esta transición: anclajes creíbles (ej. reservas audibles) aceleran el paso al *sistema 2*.

Ahora bien, en la búsqueda de una respuesta a cómo los agentes económicos desarrollan las expectativas de inflación, (Cagan, 1956) y (Nervole, 1958) popularizaron la idea de expectativas adaptativas. Mientras, en la década de 1960, se introdujo el concepto de expectativas racionales de (Muth J., 1960) (Muth J., 1961).

Para muchos economistas, las expectativas racionales eran la respuesta definitiva para modelar las expectativas, puesto que es una extensión directa del principio de optimización. Sin embargo, ha habido oposición a esta perspectiva dado que el procesamiento de la información requiere tiempo y energía. Además, el comportamiento humano se guía por heurísticas que normalmente no maximizan la utilidad, sino que simplemente satisfacen. Siguiendo a (Kahneman, *Pensar rápido, pensar despacio*, 2014), las técnicas para estudiar la formación de las expectativas se basan, por un lado, en el razonamiento y pensamiento consciente, y por el otro, pertenecen al ámbito del pensamiento automático (heurísticas y sesgos cognitivos). Es decir, *sistema 1*, que es automatizado y rápido, y *sistema 2*, que es analítico y lento.

La hipótesis de expectativas racionales supone que las personas primero identifican y luego cuantifican las relaciones causales estructurales que vinculan la variable a estudiar con los datos de las variables impulsoras. Por lo consiguiente, las expectativas racionales se relacionan, según la economía conductual, con el *sistema 2*. De allí surge la pregunta si los datos analizados permiten argumentar que los individuos se comportan más cerca del *sistema 2* que del *sistema 1*.

La respuesta es la siguiente: se asume que los agentes son racionales y por lo tanto $\pi_t^e = \pi_t + \epsilon_t$ y, $\hat{s}_t^e = \hat{s}_t + \epsilon_t$. O sea, los agentes siempre aciertan, excepto sorpresas. Luego se demuestra que existe una relación de cointegración expresado por la ecuación (9). Por tal motivo, se concluye que los datos considerados sugieren que los individuos, en el largo plazo, se comportan, según la economía conductual, como lo predice el *sistema 2*, o sea, los datos soportan la hipótesis de expectativas racionales. Mientras, a partir de la ecuación del vector de corrección del error se concluye que, para la data en consideración, los individuos se comportan como lo predice el *sistema 1*. En pocas palabras, en relación con las decisiones de tenencia de dinero real, los agentes económicos tienden a mostrar un comportamiento racional en el largo plazo, mientras que acotado de racionalidad en el corto plazo.

Ahora bien, a partir de la especificación estimada para la demanda de $\left(\frac{M}{P}\right)$, se procede a estudiar la estructura y dinámica del impuesto inflacionario.

4. EL IMPUESTO INFLACIONARIO

El señoreaje, en términos reales, se define como

$$S_t = \frac{M_t}{P_t} - \frac{M_{t-1}}{P_t} = \frac{M_t}{P_t} - \frac{M_{t-1}}{P_{t-1}} \frac{P_{t-1}}{P_t} \quad [13]$$

$$S_t = m_t - m_{t-1} \frac{P_{t-1}}{P_t} = m_t - m_{t-1} + m_{t-1} \left(1 - \frac{1}{1 + \pi_t}\right) = m_t - m_{t-1} + m_{t-1} \left(\frac{\pi_t}{1 + \pi_t}\right) \quad [14]$$

El primer término de la ecuación supone al señoreaje puro y se deriva del deseo de los agentes de ajustar sus activos líquidos reales dada la tasa de inflación. El segundo término se refiere al impuesto inflacionario que los particulares pagan al gobierno por poseer la base monetaria.

Luego, la tasa inflacionaria se define como:

$$T_{\pi_t} = \left[m_{t-1} \left(\frac{\pi_t}{1 + \pi_t} \right) \right] \quad [15]$$

Partiendo de la ecuación [15] y [6], se define la función

$$T_{\pi_t} = \left[\left(\frac{c}{1 + \pi_t} \right) e^{\alpha \pi_t} \cdot e^{\beta \ln ETC} \right] \quad [16]$$

Ahora, se busca optimizar la ecuación [16]. Es decir, se busca encontrar el valor de π que maximiza el impuesto inflacionario. Al derivar la función con respecto a la inflación, aplicando la derivada de un producto, e igualar a cero, se encuentra el nivel de π que maximiza T_{π_t} :

$$\frac{\partial T_{\pi_t}}{\partial \pi} = \left[\left(\frac{c}{1 + \pi_t} \right) e^{\alpha \pi_t} \cdot e^{\beta \ln ETC} \right] \left[\frac{\alpha \pi^2 + \alpha \pi + 1}{1 + \pi} \right] = 0 \quad [17]$$

Es decir, se busca resolver la siguiente ecuación cuadrática:

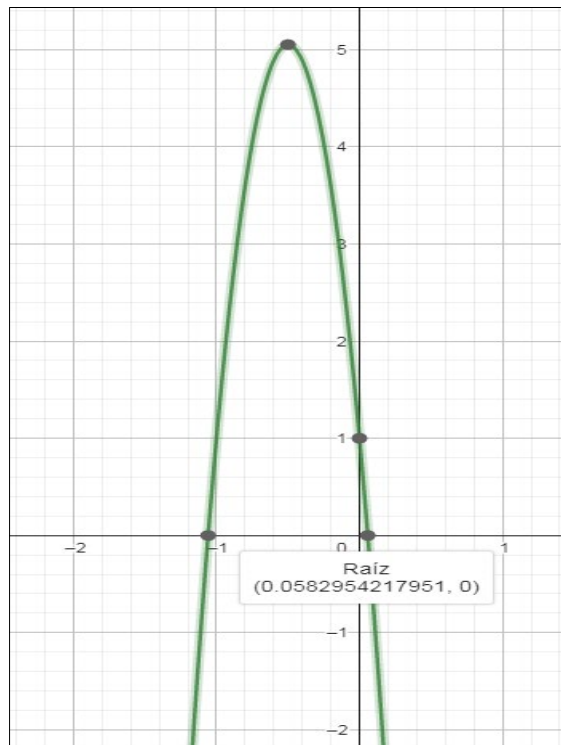
$$\alpha \pi^2 + \alpha \pi + 1 = 0 \quad [18]$$

De (8) se tiene que $\alpha = -16.20909$

La solución de la raíz de la ecuación [18] se obtuvo mediante el paquete GeoGebra⁷, teniendo como resultado $\pi_0 = 0.0582954217951$ como estimación mensual, de manera que el equivalente anual ronda el 1 %.

Además, en el intervalo $[0, \pi_0]$ el impuesto inflacionario crece, mientras en el intervalo (π_0, ∞) decrece. Es decir, en el punto π_0 la función impuesto inflacionario alcanza el máximo (véase la figura 5).

Figura 5. Raíz de la ecuación cuadrática

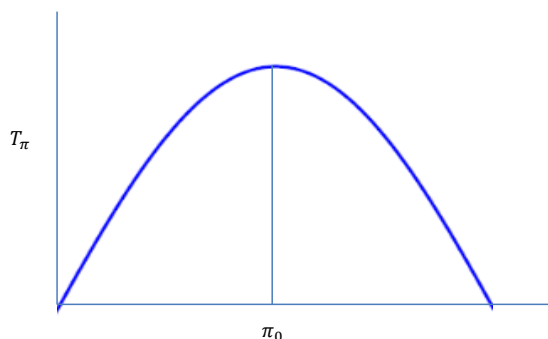


Fuente: cálculos propios. GeoGebra.

A continuación, se ilustra mediante un gráfico el resultado:

⁷ Para determinar las raíces de la ecuación cuadrática, se utilizó la plataforma GeoGebra, dado su algoritmo de precisión para operaciones algebraicas. El archivo digital con la solución está disponible en: <https://www.geogebra.org/graphing/zv3t6b64>

Figura 6. Impuesto inflacionario



Fuente: elaboración propia.

Un gobierno puede generar ingresos crecientes mediante el proceso inflacionario, mientras la inflación no supere el valor π_0 . En contraste, para valores superiores a π_0 , decrecen (véase, *supra*, la figura 6).

Sin embargo, la inflación tiene diversos efectos sobre el déficit, como muestran (Cuitiño & Mailhos, 2008).

En primer lugar, la existencia de rezagos en la recolección de impuestos hace que la inflación disminuya el poder adquisitivo de lo recaudado.

En efecto, $t_i = \frac{\tau_{t-n}}{(1+\pi)^n}$, donde n es el rezago. La fórmula enseña el impacto en los ingresos de las finanzas públicas. Por ello, los ministerios de finanzas tienden a adelantar el pago de los impuestos para mitigar la pérdida del poder adquisitivo de los ingresos por el efecto inflacionario (Olivera, 1967).

En segundo lugar, la reducción del gasto real primario, ω_{t-n} , no indexado. Así, se tiene que: $g_t = \frac{\omega_{t-n}}{(1+\pi)^n}$. O sea, hay posibilidad de licuar el gasto real.

5. LA POSIBILIDAD DE CAOS EN LOS PROCESOS HIPERINFLACIONARIOS

El caos está dentro de un tema más amplio, la dinámica, que es una rama de la física que empezó a mediados de 1600 cuando Isaac Newton descubrió las ecuaciones diferenciales, las leyes de movimiento y la gravitación general. Llamamos teoría del caos a la rama de las ciencias exactas, sobre todo las matemáticas y la física, que habla de comportamientos impredecibles en sistemas dinámicos (*un sistema dinámico es simplemente aquel sistema en el que su estado evoluciona durante el tiempo*) (Peréz Izquierdo, 2018) (Hommes, 2013).

En esta teoría se plantea que el mundo no sigue un patrón fijo y previsible, sino que se comporta de una manera caótica, en los que sus procesos y comportamientos dependen en gran parte de circunstancias inciertas.

Los sistemas dinámicos son aquellos sistemas en los cuales su estado evoluciona durante el tiempo. Y pueden ser de tres tipos:

- Estables: aparecen cuando dos soluciones con condiciones iniciales suficientemente cercanas siguen siendo cercanas a lo largo del tiempo.
- Inestables: aparecen cuando dos soluciones con condiciones iniciales diferentes acaban diferenciándose por pequeñas que sean las condiciones iniciales.
- Caóticos: cuando un sistema no es inestable y sus soluciones se mantienen a una distancia cercana del atractor, las soluciones se mueven en torno a este atractor de manera irregular y a medida que pasa el tiempo las soluciones no son cercanas, pero sí son similares.

En 1903, Poincaré postulaba acerca de lo aleatorio y del azar en los siguientes términos:

"El azar no es más que la medida de la ignorancia del hombre", reconociendo la existencia de fenómenos que eran completamente aleatorios, que simplemente no respondían a una dinámica lineal; aquellos donde pequeños cambios en las condiciones iniciales conducían a enormes cambios en el resultado (Poincaré, 1913).

La idea es estudiar la posibilidad de construir un modelo de hiperinflación en el que la política monetaria impulsa un comportamiento caótico a los precios (Rao, 2011). Considérese, nuevamente, la ecuación (9) de largo plazo, como sigue:

$$\left(\frac{M}{P}\right)_t = e^{-16,20909 \pi_t} e^{-0,056755 \text{Ln}(\hat{s}_t)} \quad [19]$$

Es conocido que, en el largo plazo, con expectativas racionales, el vínculo entre inflación y dinero se expresa como:

$$\pi_{t+1} = a * w_t \quad [20]$$

Donde w_t denota la tasa de crecimiento de la oferta monetaria. Por otra parte, el déficit fiscal se expresa como:

$$Df(t) = G(t) - T(t) \quad [21]$$

Se asume que, durante la hiperinflación, la financiación del déficit con deuda externa o préstamos internos es limitada, lo que implica que el Gobierno no tiene otra opción que emitir dinero para financiarlo.

$$\Delta M(t) = G(t) - T(t) \tag{22}$$

A partir de la definición de la tasa de crecimiento de la cantidad de dinero y ecuación [22], se arriba a:

$$w_t = \frac{\Delta M(t)}{M(t)} = \frac{G(t)}{M(t)} - \frac{T(t)}{M(t)} \tag{23}$$

El impuesto inflacionario en términos reales se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{T(t)}{P(t)} = \pi_t * \frac{M(t)}{P(t)} \tag{24}$$

Al sustituir [6] en [24], se obtiene la expresión:

$$\frac{T(t)}{P(t)} = \pi_t * e^{-\alpha * \pi_t} * e^{-\beta * \hat{s}_t} \tag{25}$$

De [25], despejando , se arriba a la especificación⁸:

$$T(t) = \pi_t * P(t) * e^{-\alpha * \pi_t} * e^{-\beta * \text{Ln}(\hat{s}_t)} \tag{26}$$

Ahora, sustituyendo [26] en [23], se encuentra la expresión para :

$$w_t = \frac{G(t)}{M(t)} - \frac{T(t)}{M(t)} = \frac{G(t)}{M(t)} - \frac{\pi_t * P(t) * e^{-\alpha * \pi_t} * e^{-\beta * \text{Ln}(\hat{s}_t)}}{M(t)} \tag{27}$$

Usando [20] y [27], se obtiene la definición de la dinámica inflacionaria:

$$\pi_{t+1} = a \frac{G(t)}{M(t)} - a \frac{\pi_t * P(t) * e^{-\alpha * \pi_t} * e^{-\beta * \text{Ln}(\hat{s}_t)}}{M(t)} \tag{28}$$

Al definir las siguientes variables $\varphi = a \frac{G(t)}{M(t)}$ y $\theta = a \frac{P(t) * e^{-\beta * \text{Ln}(\hat{s}_t)}}{M(t)}$, se puede escribir la ecuación en diferencias como sigue:

$$\pi_{t+1} = \varphi - \theta * \pi_t * e^{-\alpha * \pi_t} \tag{29}$$

⁸ Asumiendo que los agentes económicos son racionales y que la economía está en pleno uso de los factores.

En la ecuación [29], φ representa el ratio entre el gasto nominal y la oferta monetaria; mientras, θ depende, en gran medida, de la inversa de los saldos monetarios reales. Así, por ejemplo, si $\left(\frac{M(t)}{P(t)}\right) \rightarrow 0$, el parámetro θ se hace muy grande y viceversa. Por otra parte, el parámetro θ se comporta en relación con la política fiscal, mientras, φ lo hace con la política monetaria. Ambas variables son exógenas a la dinámica de la economía en la medida que su evolución viene determinada por las decisiones de política monetaria y fiscal.

La idea es explorar que cuando hay superioridad de la política fiscal sobre la monetaria, los precios de la economía pueden seguir diferentes patrones de comportamiento. Por ejemplo, converger a un atractor⁹ de punto fijo, oscilar alrededor de un ciclo límite o mostrar un comportamiento caótico.

En primer lugar, partiendo de la ecuación [19], se ensaya una estimación del valor del parámetro "a".

Tabla 9. Estimación del parámetro "a"

Dependent Variable: INFLACIÓN
 Method: Least Squares
 Date: 08/01/24 Time: 14:34
 Sample: 2003M03 2023M05
 Included observations: 243

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TASA_DE_CRECIMIENTO_MC	1.130899 -0.969818	0.040133 0.931681	28.17899 -1.040933	0.0000 0.2989
R-squared	0.767162	Mean dependent var	13.53020	
Adjusted R-squared	0.766196	S.D. dependent var	25.03951	
S.E. of regression	12.10742	Akaike info criterion	7.833711	
Sum squared resid	35328.10	Schwarz criterion	7.862460	
Log likelihood	-949.7958	Hannan-Quinn criter.	7.845291	
F-statistic	794.0557	Durbin-Watson stat	1.977143	
Prob(F-statistic)	0.000000			

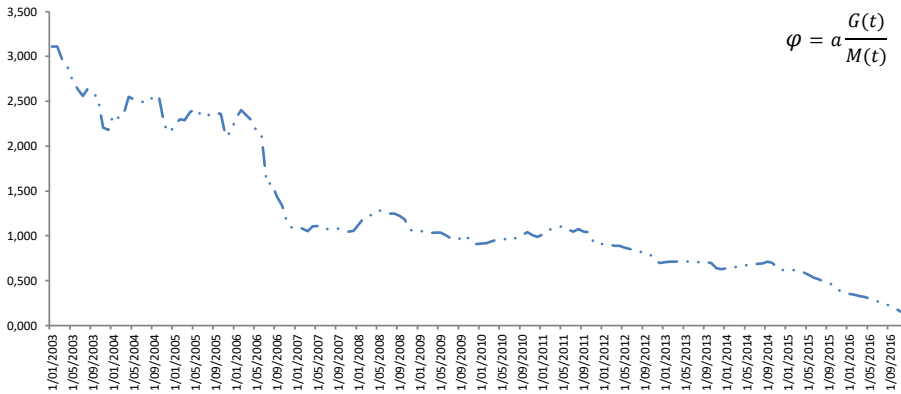
Fuente: bcv. Cálculos propios.

De donde se obtiene $a = 1.13$.

⁹ Es la región del espacio de fases que atrae a las trayectorias vecinas, en función de las condiciones iniciales.

En segundo lugar, se describe la dinámica seguida por la variable (política fiscal) para el período mensual desde enero de 2003 a diciembre de 2016 (véase la figura 7). Debido a la ausencia de datos a partir del año 2016, se realiza la estimación con la data disponible.

Figura 7. Comportamiento de la política fiscal en relación con la oferta monetaria

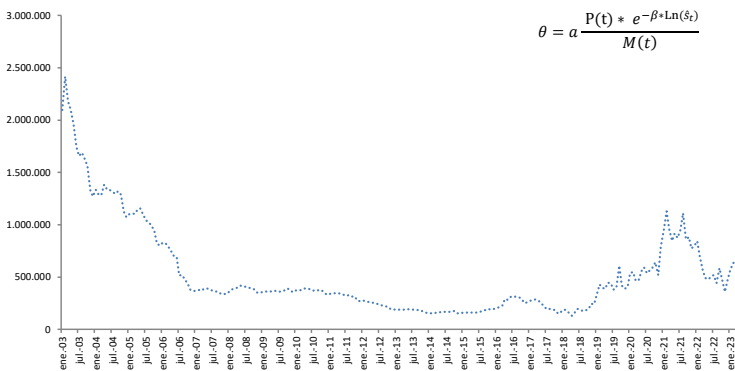


Fuente: bcv. Cálculos propios.

Para iniciar las simulaciones se consideró el valor de $\varphi = 15317,5$.

En tercer lugar, se tiene el comportamiento de la política monetaria (véase la figura 8).

Figura 8. Comportamiento del parámetro θ



Fuente: bcv. Cálculos propios.

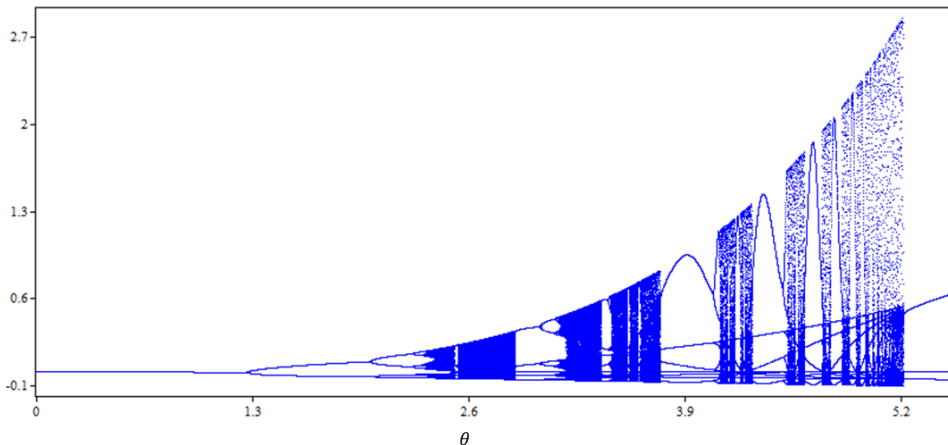
A partir del gráfico se considera simular el modelo dinámico para en el intervalo $[0, 5.5]$. Para efectos de evitar la situación de "overflow" en las simulaciones, se cambió la escala de la ecuación, dividiendo por 1 000 000.

Dentro de este orden de ideas, con los valores para $\varphi=0.0153175$, $\theta=[0,5.5]$ y $\alpha=16.20909$, se procede a realizar las estimaciones de la siguiente ecuación:

$$\pi_{t+1} = 0.0153175 - \theta * \pi_t * e^{-16.20909*\pi_t} \quad [30]$$

Con el fin de explorar la dinámica de la ecuación en diferencias [30], se procede a construir el gráfico de bifurcación¹⁰ (véase la figura 9).

Figura 9. Bifurcación de la inflación



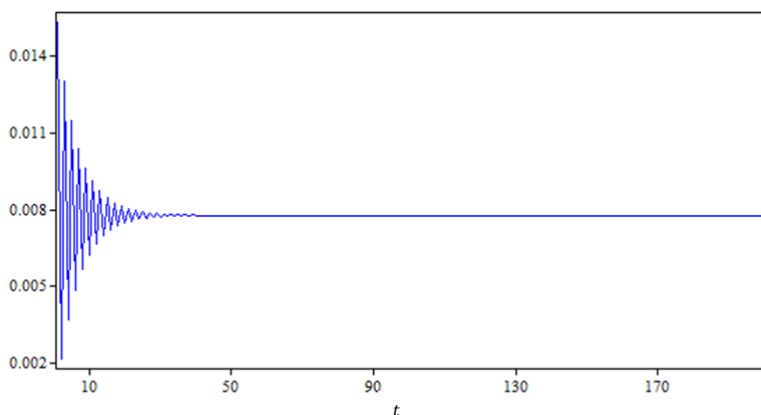
Fuente: elaboración de los autores. Software (E&F Chaos versión 1.00).

Obteniendo los siguientes resultados (véase, *supra*, la figura 9):

i) Para valores de θ en el intervalo $[0, 1.27]$, la inflación converge hacia un atractor de punto fijo. Por ejemplo, para $\theta = 1.1$ (véase la figura 10).

¹⁰ Se dice que una bifurcación tiene lugar cuando, al cambiar ligeramente un parámetro de control, el comportamiento cualitativo del sistema cambia de una forma abrupta.

Figura 10. Dinámica de la inflación para $\theta=1.1$

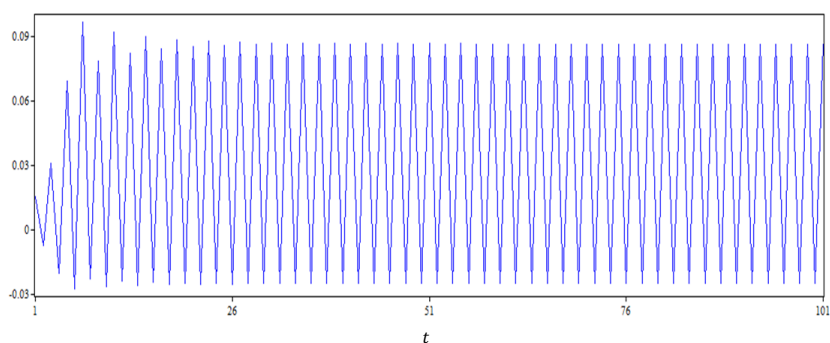


Fuente: elaboración de los autores. Software (E&F Chaos versión 1.00).

Para una relación de θ baja, o sea, una demanda de dinero creciente con un sendero de política cambiaria estable, entonces, la inflación converge hacia un atractor de punto fijo (véase, *supra*, la figura 10).

ii) Para valores de θ en el intervalo $[1.29, 2.03]$ la inflación oscila alrededor de un ciclo límite, por ejemplo, para $\theta = 1.9$ (véase la figura 11).

Figura 11. Dinámica de la inflación para $\theta=1.9$

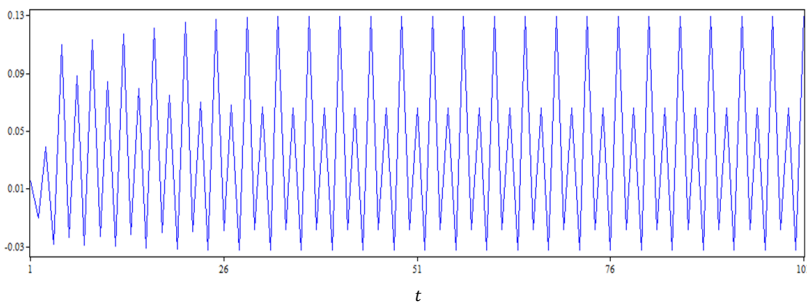


Fuente: elaboración de los autores. Software (E&F Chaos versión 1.00).

Para una relación de θ entre 1.29 y 2.03, la inflación oscila alrededor del límite de tamaño 2. También se desprende que el límite crece a medida que θ crece (véase, *supra*, la figura 11).

iii) Mientras, para θ en el intervalo [2.03, 2.3], la inflación oscila alrededor de un límite cíclico de tamaño 4, específicamente para $\theta = 2.1$ (véase la figura 12).

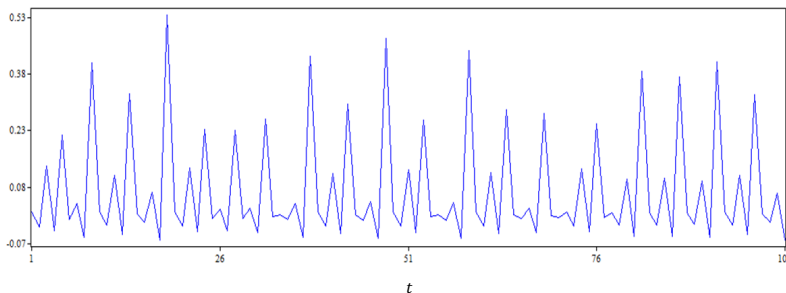
Figura 12. Dinámica de la inflación para $\theta = 2.1$



Fuente: elaboración de los autores. Software (E&F Chaos versión 1.00).

iv) Para una política monetaria tal que el valor de θ supera el 2.3, la inflación exhibe un comportamiento caótico. Por ejemplo, para $\theta = 3.32$ (véase la figura 13).

Figura 13. Dinámica de la inflación para $\theta = 3.32$



Fuente: elaboración de los autores. Software (E&F Chaos versión 1.00).

Existe un comportamiento caótico de la inflación a medida que el parámetro de política monetaria crece. Es decir, a medida que los agentes económicos renuncian a la moneda doméstica (véase, *supra*, la figura 13).

La identificación de un umbral crítico ($\theta > 2.3$) donde emerge el comportamiento caótico (véase, *supra*, la figura 13) ofrece claves operativas para el diseño de estrategias antiinflacionarias:

- Prevención de puntos de no retorno:

El caos surge cuando la pérdida de confianza en la moneda doméstica reduce los saldos reales $\left(\frac{M}{P}\right) \rightarrow 0$, amplificando θ .

Esto sugiere que las intervenciones deben activarse antes de alcanzar $\theta = 2.3$, mediante señales tempranas de credibilidad:

- Anclas nominales verificables (por ejemplo: bandas cambiarias con reservas auditables).
- Emisión monetaria indexada a metas de inflación observables (ej.: contratos futuros de divisas).

- *Coordinación fiscal-monetaria para reducir θ* :

Dado que $\theta = a \frac{P(t) * e^{-\beta * \ln(i_t)}}{M(t)}$ su reducción exige:

- Contención del gasto público ($\downarrow G_t$): para disminuir la presión emisora (relación $(G_t)/(M_t)$) en φ .
- Refuerzo de la demanda de dinero ($\uparrow M_t/P_t$): mediante incentivos a la bancarización (ej.: tasas reales positivas) y restricción progresiva del mercado paralelo.

6. INTERVENCIONES NO LINEALES EN REGÍMENES CAÓTICOS

Si ($\theta > 2.3$), pequeños cambios tienen efectos desproporcionados (sensibilidad a condiciones iniciales).

Las estrategias efectivas requieren:

- *Shocks* de credibilidad coordinados (ej.: acuerdos multilaterales de financiamiento + reforma fiscal simultánea).
- Comunicación focalizada para contrarrestar sesgos conductuales (ej.: meta de inflación diaria visible en medios).

Este marco explica por qué medidas aisladas (ej.: controles de precios) fracasan en hiperinflaciones: ignoran la retroalimentación entre política monetaria, expectativas conductuales y no linealidades. La estabilización exitosa exige reducir θ mediante

paquetes que ataquen simultáneamente sus componentes fiscal (G_t), psicológico (\hat{S}_t) y monetario (M_t/P_t).

7. CONCLUSIONES

Este estudio evidencia que la dinámica monetaria venezolana está dominada por dos fuerzas: la devaluación (que impacta los saldos monetarios reales con 3,5 veces más intensidad que la inflación) y la racionalidad acotada de los agentes (que explica comportamientos cortoplacistas disruptivos). Estos hallazgos tienen implicaciones críticas para el diseño de políticas.

Prioridad cambiaria: la supremacía de la devaluación como determinante sugiere que la estabilización monetaria exige anclar el tipo de cambio mediante reservas creíbles y mecanismos transparentes de intervención, reduciendo así el costo de oportunidad de mantener moneda local.

Diseño de políticas adaptativas: la coexistencia de racionalidad (largo plazo) y sesgos conductuales (corto plazo) demanda instrumentos diferenciados, lo cual sugiere señales de credibilidad institucional para alinear expectativas racionales, junto con anclajes perceptuales (ej.: metas de inflación visibles) para mitigar sesgos cognitivos durante *shocks*.

El dilema del impuesto inflacionario: la estimación del óptimo de inflación (1 % anual) revela que niveles hiperinflacionarios son fiscalmente contraproducentes, ya que erosionan la base impositiva real. Esto refuerza la urgencia de sustituir financiamiento inflacionario por reformas tributarias progresivas.

Prevención de caos macroeconómico: la identificación de regímenes caóticos ante $\theta > 2.3$ ofrece un umbral crítico para alertas tempranas. Políticas monetarias que superen este límite (vía emisión desbocada o pérdida abrupta de confianza) pueden desencadenar dinámicas impredecibles. La contención requiere ajustes graduales coordinados con política fiscal, evitando puntos de no retorno.

Estos resultados no solo explican la crisis venezolana, sino que proveen un marco para economías en riesgo hiperinflacionario: la efectividad de las políticas depende de interactuar con expectativas de devaluación, racionalidad acotada y umbrales de no linealidad, donde intervenciones tardías o fragmentadas profundizan la inestabilidad.

Los sesgos conductuales en el corto plazo (racionalidad acotada) no solo explican las desviaciones del equilibrio, sino que actúan como semilla de dinámicas

caóticas en escenarios de hiperinflación, donde la política monetaria amplifica micro-comportamientos en macro-inestabilidad.

Más allá de su valor teórico, las simulaciones identifican umbrales operativos:

$\theta < 1.27$: política monetaria convencional (ajustes graduales)

$\theta \in [1.29, 2.3]$: intervenciones activas en expectativas (ej: forward guidance)

$\theta > 2.3$: paquetes de emergencia con coordinación internacional.

Estos niveles permiten diagnosticar la fase inflacionaria y escalar respuestas, evitando la costosa improvisación.

REFERENCIAS

- Barbosa, F. (2017). *Exploring the Mechanics of Chronic Inflation and Hyperinflation*. Brazil, Springer.
- Bernholtz, P. (2003). *Monetary Regimes and Inflation. History, Economic and Political Relationships*. USA: Edward Elgar.
- Cagan, P. (1956). *Estudios de teoría cuantitativa del dinero*. Chicago: Prensa Universidad de Chicago.
- Cartwright, E. (2018). *Behavioral Economics*. New York: Routledge.
- Cuitiño, M., & Mailhos, M. (2008). Efectos de la inflación y el tipo de cambio. xxiii *Jornadas Anuales de Economía del Banco Central del Uruguay*.
- Harari, Y. (2014). *De animales a dioses*. España: Titivillus.
- Hommes, C. (2013). *Behavioral Rationality and Heterogeneous Expectations in Complex Economic Systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kahneman, D. (2014). *Pensar rápido, pensar despacio*. España: Debate.
- Kahneman, D., Sibony, O., & Sunstein, C. (2021). *Ruido: un fallo en el juicio humano*. España: Debate.
- Muth, J. (1960). Propiedades óptimas de los pronósticos ponderados exponencialmente. *Revista de la Asociación Estadounidense de Estadísticas*, 55(290), 299-306.
- Muth, J. (1961). Expectativas racionales y teoría de los movimientos de precios. *Econométrica*, 29(3), 315-335.
- Nervole, M. (1958). Expectativas adaptativas y el fenómeno de la telarña. *Revista Trimestral de Economía*, 72(2), 227-240.
- Olivera, J. (1967). Money, Prices and Fiscal Lags: A Note on the Dynamics of inflation. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, 20, 258-267.
- Peréz Izquierdo, A. (2018). *La teoría del caos*. Barcelona: RBA.
- Poincaré, H. (1913). *El valor de la ciencia*. The Science Press.
- Proust, M. (2016). *En busca del tiempo perdido*. Alianza editorial.

Rao, P. (2011). Chaos Model And The Monetary Dynamics of Hyperinflation. *International Business and Economics Research*, 109-117.

Vogelvang, B. (2005). *Econometrics: Theory and Applications with EViews*. England: Prentice Hall.

Yeo, I.-K., & Johnson, R. (2000). A new family of power transformations to improve normality or symmetry. *Biometrika* (2000), 87(4), 954–959.