

# Estimación de un modelo de cambio de régimen de la inflación

Extracto del Informe Trimestral Abril – Junio 2023, Recuadro 4, pp. 76-78, documento publicado el 30 de agosto de 2023.

*Nota: En la versión electrónica de este documento se puede obtener la información que permite generar todas las gráficas y tablas que contiene dando clic sobre ellas, con excepción de aquella que no es producida ni elaborada por el Banco de México.*

## 1. Introducción

A consecuencia de la pandemia de COVID-19 y, más recientemente, de la guerra en Ucrania, un gran número de países transitó de un periodo de inflación históricamente baja a un episodio de inflación alta. Esta transición ha generado desafíos para los bancos centrales, ya que en el pasado, cuando la inflación ha persistido en valores altos por tiempos prolongados, se han originado riesgos importantes para la conducción de la política monetaria.<sup>1</sup> Al respecto, Borio et al. (2023) encontraron, para un grupo de países, que los efectos de los choques económicos difieren cuando la inflación es alta y volátil respecto de cuando esta es baja y estable. En este contexto, toma relevancia estudiar las características estadísticas de la inflación para tener un mayor entendimiento de si los choques que se han enfrentado desde el inicio de la pandemia ya pudieran estarse mitigando y, por lo tanto, la inflación ya pudiera estar transitando de regreso hacia un nuevo periodo de inflación más baja y menos volátil.

Este Recuadro presenta una estimación de un modelo econométrico de cambio de régimen con cadenas de Márkov para la inflación en México. De manera simplificada, para propósitos de este Recuadro, se dirá que la inflación está en un “régimen” cuando se puede modelar como una serie de tiempo con cierta media y varianza. Se dirá que está en otro “régimen” cuando resulta de una serie de tiempo con otra media y varianza. En el modelo, estas medias y varianzas se estiman endógenamente y, puesto de manera sencilla, corresponderán a las que se habrían observado en periodos de baja inflación desde una perspectiva histórica y a las que se habrían observado en periodos de inflación relativamente más elevada. Los resultados del Recuadro sugieren que la inflación general se encuentra en el régimen que tendría una media y varianza bajas desde un punto de vista histórico. Estos resultados son congruentes con la mitigación que se ha observado en los efectos de los choques derivados de la pandemia y de la guerra en Ucrania. Sin embargo, el panorama para la inflación en México continúa siendo complejo e incierto. En particular, la inflación subyacente, que es la que mejor indica la tendencia de la inflación, todavía permanece en niveles elevados. Asimismo, se considera que el balance de riesgos respecto de la trayectoria prevista para la inflación en el horizonte de pronóstico se mantiene sesgado al alza.

## 2. Metodología

En el modelo estimado en este Recuadro se sigue la propuesta de Hamilton (1989) de cambio de régimen con cadenas de Márkov. Se supone que la media y la varianza de la inflación  $\pi_t$  cambian de nivel dependiendo de en qué régimen se encuentre la inflación. Así, el proceso que esta sigue se modela de la siguiente forma, suponiendo que se encuentra en alguno de dos regímenes:<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Por ejemplo, en periodos de inflación alta, los choques específicos pueden permear en más sectores productivos y repercutir en la formación de las expectativas de los agentes (Borio et al., 2023).

<sup>2</sup> En los modelos de cambio de régimen se escoge el número de regímenes de manera discrecional. Para este Recuadro, se escogieron dos regímenes siguiendo a Borio (2022) y Borio et al. (2023) y por parsimonia. Además, no se incluyeron rezagos en la variable exógena, como en Baumeister et al. (2022).

$$\begin{aligned}
 \pi_t &= \mu_{S_t} + \varepsilon_t, \\
 \varepsilon_t &\sim N(0, \sigma_{S_t}^2), \\
 \mu_{S_t} &= \mu_0(1 - S_t) + \mu_1 S_t, \\
 \sigma_{S_t}^2 &= \sigma_0^2(1 - S_t) + \sigma_1^2 S_t,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

donde  $\mu_{S_t}$  es la media del proceso y  $\varepsilon_t$  es una perturbación estocástica con media cero y varianza  $\sigma_{S_t}^2$ . En el modelo, cuando  $S_t = 0$ , la inflación tiene media  $\mu_0$  y varianza  $\sigma_0^2$  y se dice que la inflación está en el régimen  $S_t = 0$ . Por otro lado, si  $S_t = 1$ , la media es  $\mu_1$  y la varianza es  $\sigma_1^2$  y se dice que la inflación está en el régimen en el que  $S_t = 1$ .<sup>3</sup>

Debido a que  $S_t$  no es directamente observable, para su estimación se asume que  $S_t$  es una cadena de Márkov, lo que quiere decir simplemente que su evolución depende únicamente de su valor en el periodo anterior. Posteriormente, se estiman los parámetros del modelo usando el método de máxima verosimilitud y el filtro de Kim (1993), que relaciona la variable no observada  $S_t$  (los regímenes) con los datos de inflación. En particular, la media y la varianza se estiman en cada uno de los dos regímenes de manera endógena, sin imponer restricciones adicionales.<sup>4</sup> La estimación del modelo arroja la probabilidad de que el régimen  $S_t$  sea igual a 0 (o, en cambio, de que sea igual a 1). Así, se obtiene la probabilidad de que la inflación se encuentre en un régimen o en el otro.

El modelo se estima para la variación mensual desestacionalizada del índice de precios al consumidor en México para el periodo que va de enero de 2000 a julio de 2023.

### 3. Estimación de regímenes para la inflación general

Los resultados de la estimación del modelo para la inflación general se muestran en la Tabla 1. Para calcular los intervalos de confianza de la media y varianza se usaron simulaciones *Bootstrap* en bloque utilizando el enfoque de Politis y Romano (1994). Se observa que en el régimen  $S_t = 0$ , la media es menor que en el régimen  $S_t = 1$ .<sup>5</sup> Además, en el régimen  $S_t = 0$  también la varianza es menor que en el régimen  $S_t = 1$ . Estos resultados son consistentes con los de Borio (2022), quien encontró, para un grupo de países, que los regímenes de inflación baja también se caracterizan por presentar una menor volatilidad.<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Se puede considerar a la variable de estado  $S_t = \{0,1\}$  como una variable indicadora (*dummy*), la cual no es seleccionada o conocida de antemano, sino determinada de manera endógena por las características de la inflación.

<sup>4</sup> Esto implica que, posterior a la estimación, los regímenes estimados pueden ser de media relativamente baja con varianza alta o baja, y viceversa.

<sup>5</sup> Las diferencias son estadísticamente significativas.

<sup>6</sup> Si bien el régimen  $S_t = 0$  tiene menor media y, en adelante, se podría hablar de que es el régimen de media relativamente baja, ello no quiere decir que deba interpretarse como que tiene una media cercana al objetivo de inflación general anual de 3%. La media en cada régimen responde al comportamiento histórico de la inflación.

**Tabla 1**  
**Estadísticos de la inflación general**  
**mensual anualizada por régimen**

Variable	Régimen	
	$S_t = 0$	$S_t = 1$
Media <sup>1/</sup>	3.85	6.65
	(3.59, 4.10)	(5.86, 7.48)
Desv. Est. <sup>1/</sup>	2.02	3.96
	(1.79, 2.25)	(3.12, 4.79)
Duración esperada del régimen <sup>2/</sup>	29.1	12.9

1/ Los intervalos de confianza al 95% se muestran en paréntesis. Se calculan realizando 100,000 simulaciones *Bootstrap* en bloque siguiendo el enfoque de Politis y Romano (1994).

2/ Duración reportada en meses.

Fuente: Estimaciones usando el modelo y datos descritos en la Sección 2.

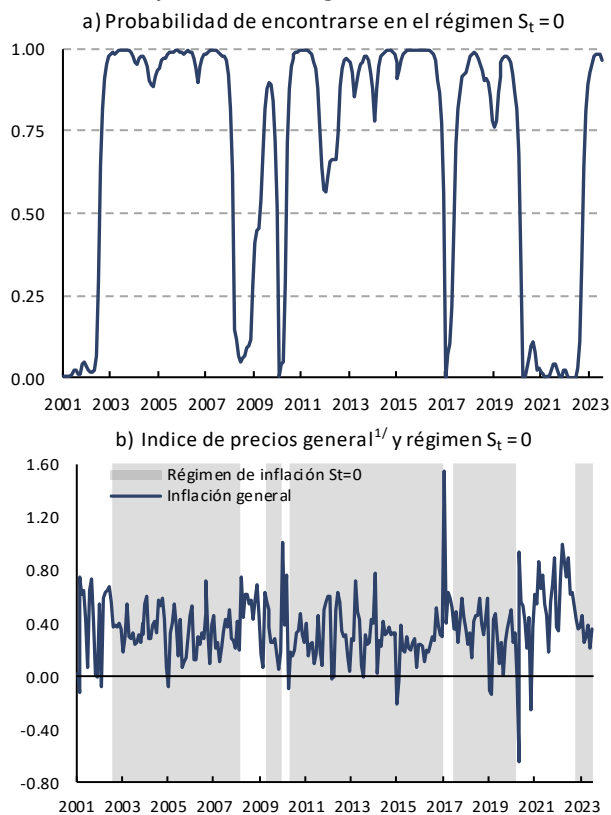
En la Gráfica 1a se muestra la probabilidad de que la inflación general esté en el régimen  $S_t = 0$  (el que resulta tener menor media y varianza). Se observa que, durante la primera mitad de 2020, la probabilidad disminuyó hasta alcanzar valores cercanos a cero. Por el contrario, desde finales de 2022, dicha probabilidad ha aumentado hasta alcanzar valores cercanos a la unidad.<sup>7</sup>

Si la probabilidad estimada de que la inflación esté en el régimen  $S_t = 0$  en cierto mes es mayor a 0.5, siguiendo el criterio de Hamilton (1989), se dice que la inflación se encuentra en ese mes en el régimen de inflación con media y varianza relativamente bajas. Por otro lado, si la probabilidad es menor a 0.5 (o dicho de otro modo, si la probabilidad estimada de pertenecer al régimen  $S_t = 1$  en cierto mes es mayor a 0.5), se dice que la inflación se ubica en el régimen de media y varianza relativamente más elevadas. Así, como se aprecia en la Gráfica 1b, la inflación general se encontró en un régimen de inflación y volatilidad relativamente elevadas durante la primera mitad de 2020, todo 2021 y la mayoría de los meses de 2022. Por el contrario, la inflación general habría regresado a un régimen de media y varianza relativamente más bajas desde finales de 2022. Ello no significa que el proceso desinflacionario deba darse por sentado, pues los niveles que todavía presenta la inflación general están por arriba del objetivo del Banco de México. Además, la disminución que ha presentado la inflación general se puede atribuir, en mayor medida, al comportamiento de la inflación no subyacente y, en menor medida, al componente subyacente.

Durante el periodo estudiado, la inflación ha estado por más tiempo en el régimen de media y varianza relativamente más bajas, representado por el área gris. La duración esperada del régimen, que se reporta en la Tabla 1, representa el tiempo promedio en meses que permanece la inflación en cada régimen. Por ejemplo, si la inflación general se encuentra en el régimen de inflación baja y poco volátil relativo a su comportamiento histórico ( $S_t = 0$ ), se espera que, en promedio, permanezca en dicho régimen 29.1 meses. Por su parte, la duración esperada del régimen de inflación y volatilidad relativamente elevadas es de 12.9 meses.

<sup>7</sup> Durante 2001, 2008, 2009 y 2017 la probabilidad de que la inflación general esté en el régimen  $S_t = 0$  (el que resulta tener menor media y varianza) fue baja, es decir, la inflación general se encontró por algunos meses en el régimen  $S_t = 1$ .

**Gráfica 1**  
**Modelo de cambio de régimen**  
**para la inflación general mensual**



Nota: Se sigue a Hamilton (1989) para clasificar la inflación en el régimen  $S_t = 0$  si la probabilidad estimada de que la inflación esté en el régimen  $S_t = 0$  en cierto mes es mayor a 0.5. Para el régimen  $S_t = 0$  se estima una menor media y varianza que para el régimen  $S_t = 1$ .

1/Variación mensual porcentual ajustada por estacionalidad sin anualizar.

Fuente: Estimaciones usando el modelo y datos descritos en la Sección 2.

## 4. Consideraciones finales

A raíz de la pandemia y de la guerra en Ucrania, la mayoría de las economías, incluyendo la mexicana, experimentaron un significativo aumento en su inflación. El análisis econométrico presentado en este Recuadro sugiere que se han venido desvaneciendo los choques que afectaron la inflación. Estos resultados son congruentes con otras señales de mitigación de los choques que se han enfrentado. Sin embargo, el panorama para la inflación continúa siendo complejo. En particular, la inflación subyacente se mantiene en niveles elevados y la reducción que ha mostrado ha sido gradual. La persistencia de este componente sigue siendo un riesgo, ante los choques profundos, generalizados y duraderos que ha enfrentado. Por lo tanto, el panorama aún impone retos significativos para la conducción de la política monetaria. Así, el Banco de México se mantendrá enfocado en su mandato prioritario, en un entorno todavía complicado, para procurar la convergencia de la inflación a la meta.

## 5. Referencias

---

- Amisano, G., & Fagan, G. (2013). "Money growth and inflation: A regime switching approach". *Journal of International Money and Finance*, 33, 118-145.
- Baumeister, C., Leiva-León, D., & Sims, E., 2021. "Tracking weekly state-level economic conditions". *The Review of Economics and Statistics*, 1-45.
- Borio, C. (2022). "Inflation: a look under the Hood". *BIS Annual Economic Report*, 41-73
- Borio, C. E., Lombardi, M., Yetman, J., & Zakrajšek, E. (2023). "The two-regime view of inflation". BIS, Bank for International Settlements.
- Hamilton, J. D. (1989). "A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle". *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 357-384.
- Kim, C. J. (1993). "Unobserved-component time series models with Markov-switching heteroscedasticity: Changes in regime and the link between inflation rates and inflation uncertainty". *Journal of Business & Economic Statistics*, 11(3), 341-349.
- Politis, D. N., & Romano, J. P. (1994). "The stationary bootstrap". *Journal of the American Statistical Association*, 89(428), 1303-1313.