

# Modelando la Tendencia, Persistencia y Volatilidad de la Inflación en los Países de la Alianza del Pacífico: Aplicación Empírica usando un Modelo con Bandas en Inflación

Gabriel Rodríguez <sup>1</sup>   Luis Surco <sup>2</sup>

<sup>1</sup>PUCP

<sup>2</sup>BCRP y PUCP

24 de Octubre, 2023

Las opiniones vertidas en esta presentación son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan la opinión de las instituciones afiliadas

# Contenido

- 1 Introducción
  - Visión general
  - Motivación
- 2 Literatura
- 3 Metodología
- 4 Datos
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones

# Introducción: Visión general

- Pregunta de Investigación: ¿Cuál es la tendencia de la inflación, y la persistencia y la volatilidad de la brecha de inflación en los países de la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia, México y Perú)?
- Metodología: Métodos bayesiano de espacio estado a través de algoritmos Markov Chain Monte Carlo (MCMC) siguiendo a Stock y Watson (2006) y Chan et. al (2013).
- Objetivo: Estimar y analizar la dinámica de la tendencia de la inflación, y la persistencia y la volatilidad de la brecha de inflación en los países de la Alianza del Pacífico

# Introducción: Motivación

- Relevancia de estos tres componentes no observables para los Bancos Centrales
  - Estabilidad de la tendencia de la inflación
  - La persistencia de la brecha de inflación y el costo de la política monetaria
  - La volatilidad de la brecha de inflación, incertidumbre y comportamiento del Banco Central
- Modelos econométricos
  - Tendencia y la marcha aleatoria
  - Metas de inflación

# Literatura

- Curva de Phillips Neokeynesiana
  - Cogley y Sbordone (2008), Baxa et. al (2015)
- Encuestas de Expectativas de Inflación
  - Clark y Davig (2008)
- Medida del Core Inflation
  - Clark (2001), Stock y Watson (2016)
- Esquema de Meta de Inflación y Persistencia
  - De Olivera y Petrassi (2014)
- La Gran Moderación y la Volatilidad de la Inflación
  - Ferrera y Aparecida Palma (2014)
- Modelos de Espacio Estado
  - Stock y Watson (2007), Chan et. al (2013)

# Metodología

- La metodología emplea cinco modelos a partir de las propuestas de Stock y Watson (2007) y Chan et. al (2013).
- El modelo principal es el AR-Trend-Bound.

$$\pi_t = \tau_t + c_t, \quad (1)$$

$$\lim_{j \rightarrow \infty} E_t[\pi_{t+j}] = \lim_{j \rightarrow \infty} E_t[\tau_{t+j}] = \tau_t \quad (2)$$

$$\lim_{j \rightarrow \infty} E_t[c_{t+j}] = 0 \quad (3)$$

$$(\pi_t - \tau_t) = \rho_t(\pi_{t-1} - \tau_{t-1}) + \epsilon_t \exp\left(\frac{h_t}{2}\right), \quad (4)$$

$$\tau_t = \tau_{t-1} + \epsilon_t^\tau, \quad (5)$$

$$h_t = h_{t-1} + \epsilon_t^h, \quad (6)$$

$$\rho_t = \rho_{t-1} + \epsilon_t^\rho, \quad (7)$$

# Metodología

- Bandas en la tendencia  $a$  y  $b$

$$\epsilon_t^\tau \sim TN(a - \tau_{t-1}, b - \tau_{t-1}; 0, \sigma_\tau^2). \quad (8)$$

$$E_t[\tau_{t+1}] = \tau_t + \sigma_\tau \left[ \frac{\phi\left(\frac{a - \tau_t}{\sigma_\tau}\right) - \phi\left(\frac{b - \tau_t}{\sigma_\tau}\right)}{\Phi\left(\frac{b - \tau_t}{\sigma_\tau}\right) - \Phi\left(\frac{a - \tau_t}{\sigma_\tau}\right)} \right], \text{ si } a \leq \tau_t \leq b. \quad (9)$$

- Bandas en la persistencia  $a_\rho$  y  $b_\rho$

$$\epsilon_t^\rho \sim TN(a_\rho - \rho_{t-1}, b_\rho - \rho_{t-1}; 0, \sigma_\rho^2). \quad (10)$$

$$E_t[\rho_{t+1}] = \rho_t + \sigma_\rho \left[ \frac{\phi\left(\frac{a_\rho - \rho_t}{\sigma_\rho}\right) - \phi\left(\frac{b_\rho - \rho_t}{\sigma_\rho}\right)}{\Phi\left(\frac{b_\rho - \rho_t}{\sigma_\rho}\right) - \Phi\left(\frac{a_\rho - \rho_t}{\sigma_\rho}\right)} \right], \text{ si } a_\rho \leq \rho_t \leq b_\rho. \quad (11)$$

## Otros cuatro modelos

- AR-Trend: No tiene las bandas y todos los errores tienen una distribución Gaussiana
- Trend-SV: Sigue a Stock y Watson (2007). La brecha de inflación no presenta persistencia. La varianza de la tendencia incorpora componentes de volatilidad estocástica.
- Trend: Sigue al modelo Trend-SV, pero no considera volatilidad estocástica en la tendencia, donde los errores en la tendencia tienen una distribución Gaussiana.
- Trend-Bound: Sigue al modelo Trend, pero incorpora las mismas bandas de la tendencia de la inflación  $a$  y  $b$  definidas en el modelo AR-Trend-Bound.

# Priors

- Los componentes no observables de la inflación son inicializados de la siguiente manera:  $\tau_1 \sim \mathcal{TN}(a, b; \tau_0, \omega_\tau^2)$ ,  $\rho_1 \sim \mathcal{TN}(a_\rho, b_\rho; \rho_0, \omega_\rho^2)$  y  $h_1 \sim \mathcal{N}(h_0, \omega_h^2)$ , donde  $\tau_0$ ,  $\omega_\tau^2$ ,  $\rho_0$ ,  $\omega_\rho^2$ ,  $h_0$  y  $\omega_h^2$  son constantes conocidas.
- La media de la *prior* de tendencia es  $\tau_0 = 4$  para Chile,  $\tau_0 = 5$  para Colombia,  $\tau_0 = 5$  para México y  $\tau_0 = 4$  para Perú.
- Los hiperparámetros de la persistencia y la volatilidad son  $\rho_0 = h_0 = 0$ , y las varianzas de los componentes no observables son  $\omega_\tau^2 = \omega_h^2 = 10$  y  $\omega_\rho^2 = 1$ .

# Posterior

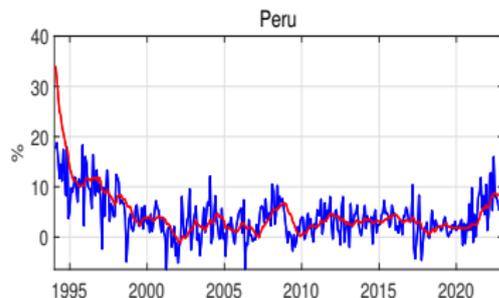
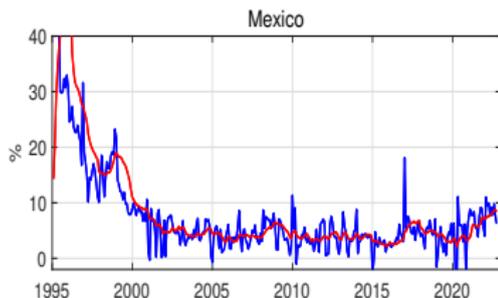
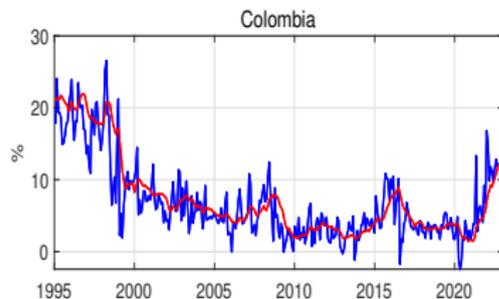
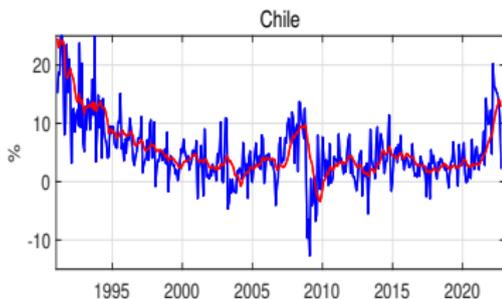
Las *conditional posterior distributions* es estimada a través de un algoritmo de MCMC. La secuencia de pasos es la siguiente:

- 1 se proponen valores iniciales a partir de priors;
- 2 se establece  $j = 1$  y  $J = 50\ 000$  es el número total de estimaciones;
- 3 se obtiene  $p(\tau \mid \pi, h, \rho, \theta)$ . Chan y Strachan (2012) e *Independence-Chain Metropolis-Hasting*. Chan y Jeliazkov (2009) y *Acceptance-Rejection Metropolis-Hasting*;
- 4 se calcula  $p(h \mid \pi, \tau, \rho, \theta)$  a través del algoritmo del Paso 3;
- 5 se obtiene  $p(\rho \mid \pi, h, \tau, \theta)$  a través del algoritmo del Paso 3;
- 6 se calcula  $p(\sigma_h^2, \sigma_\rho^2, \sigma_\tau^2 \mid \pi, \tau, h, \rho, \theta) = p(\sigma_h^2 \mid \pi, h, \rho, \theta)p(\sigma_\rho^2 \mid \pi, h, \rho, \theta)p(\sigma_\tau^2 \mid \pi, h, \rho, \theta)$
- 7 si  $j < J$ , se fija  $j + 1$  y se retorna al tercer paso; caso contrario, se procede al siguiente paso;
- 8 se realiza un *burn-in* de las primeras 5 000 estimaciones.

# Datos

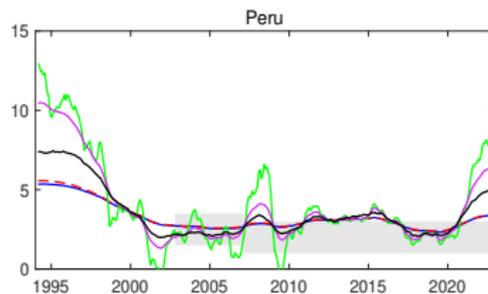
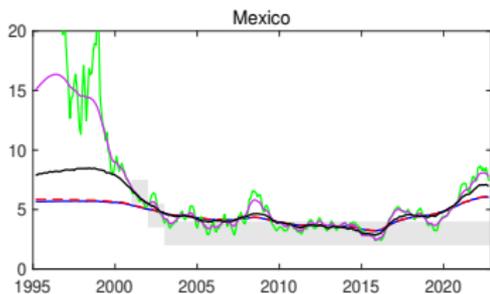
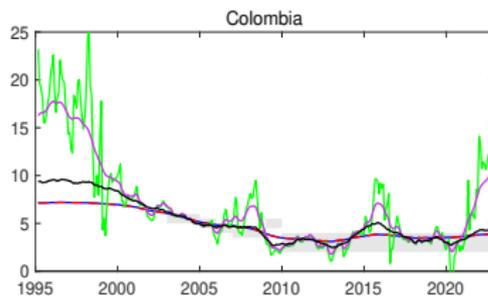
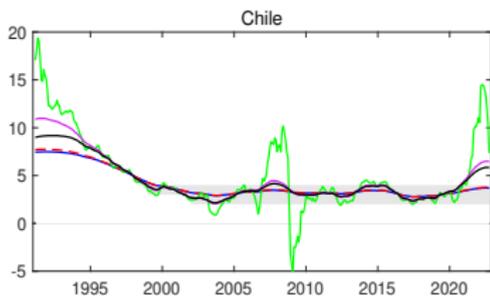
- Los países estudiados son miembros de la AP y relevantes en América Latina (AL)
  - ① 35 % de la población de AL
  - ② 36 % del PIB de AL
  - ③ 47 % de las importaciones de AL
- Estructuras económicas similares y una amplia apertura comercial.
- Los países de la AP adoptaron inicialmente el esquema de metas implícitas de inflación entre 1991 y 1995, y posteriormente, el esquema de metas explícitas de inflación.
- IPC de cada país en frecuencia mensual desde la implementación de las Metas Implícitas de Inflación hasta octubre del 2022

# Datos



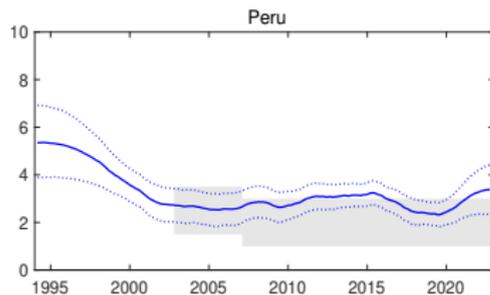
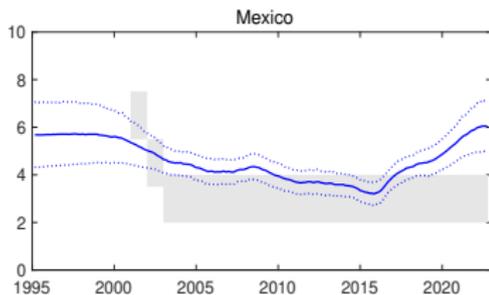
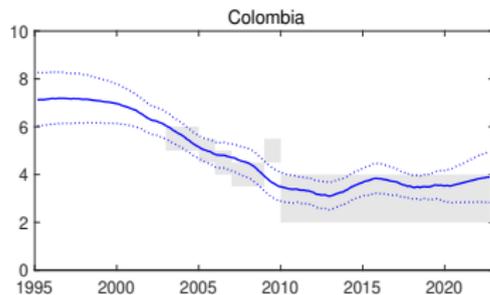
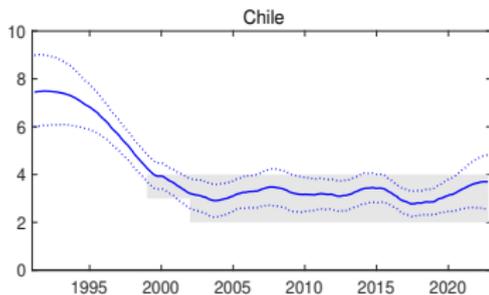
Inflación Anualizada (azul,  $\pi_t = 1200 \times \left[ \frac{IPC_t - IPC_{t-1}}{IPC_{t-1}} \right]$ ) e Inflación Anual (rojo,  $\pi_t = 100 \times \left[ \frac{IPC_t - IPC_{t-12}}{IPC_{t-12}} \right]$ ).

# Tendencia



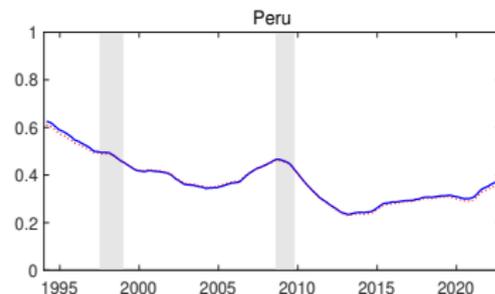
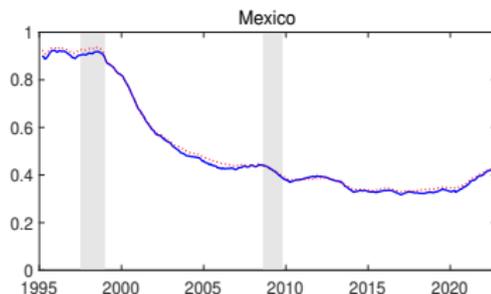
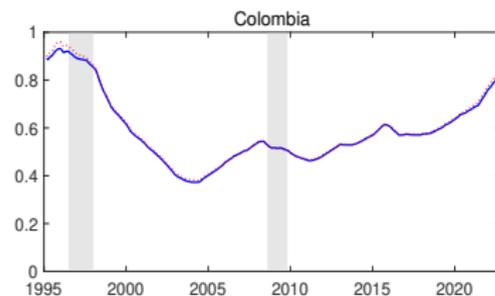
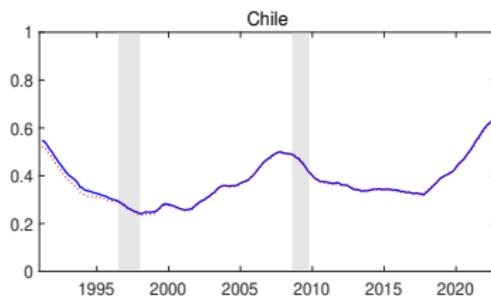
Mediana de la Posterior de  $\tau_t$  en Modelos AR-Trend-Bound (azul), AR-Trend (rojo), Trend-SV (verde), Trend (morado), Trend-Bound (negro) y Rango Meta de Inflación (banda gris).

# Tendencia en AR-Trend-Bound



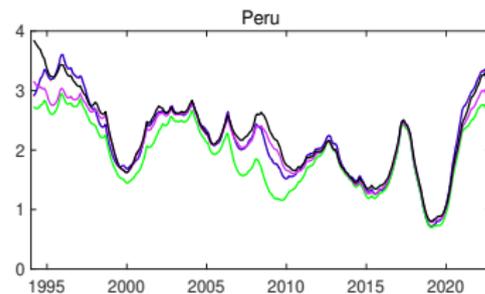
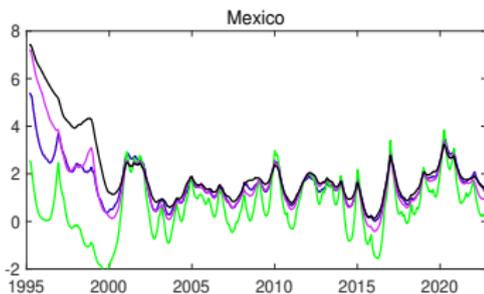
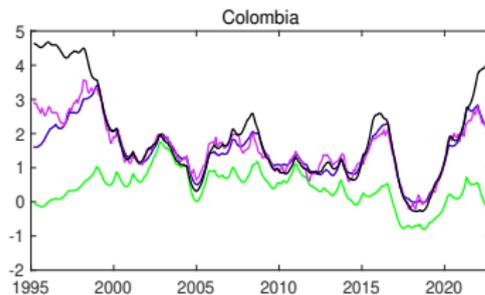
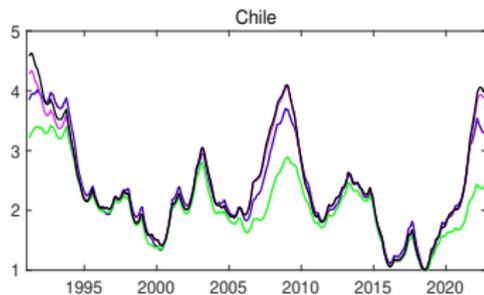
Mediana de la Posterior (línea azul), 16th y 84th percentiles (línea azul punteada) de  $\tau_t$  en el Modelo AR-Trend-Bound Model y Rango Meta de Inflación (banda gris)

# Persistencia



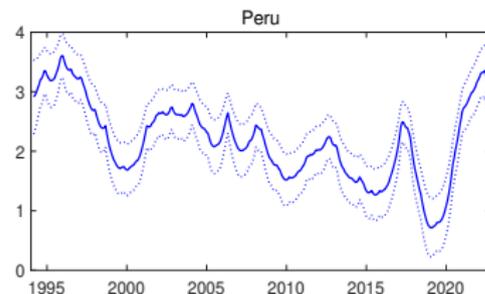
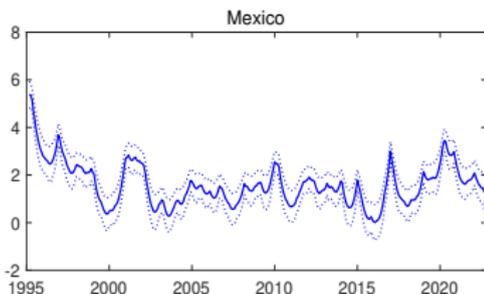
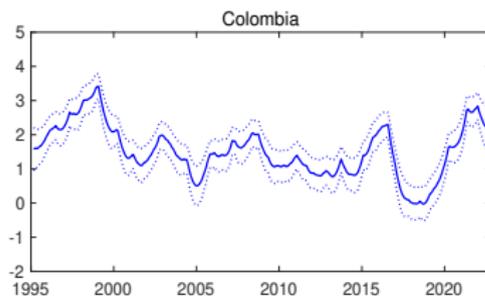
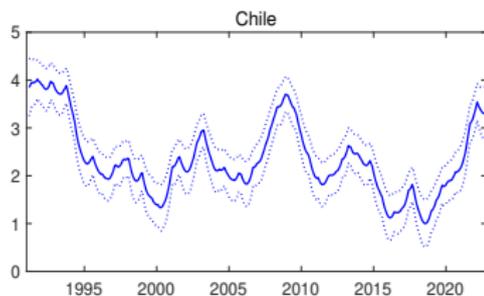
Mediana de la Posterior (línea), 16th y 84th percentiles (línea punteada) of  $\rho_t$  en los modelos AR-Trend-Bound (azul) y AR-Trend (rojo).

# Volatilidad



Mediana de la Posterior de  $h_t$  en Modelos AR-Trend-Bound (azul), AR-Trend (rojo), Trend-SV (verde), Trend (morado), y Trend-Bound (negro)

# Volatilidad en AR-Trend-Bound



Mediana de la Posterior (línea azul), 16th y 84th percentiles (línea azul punteada) de  $h_t$  en el Modelo AR-Trend-Bound

Table 2. Inefficiency Factors of Selected Parameters

Parameter	Trend-SV	Trend	Trend-Bound	AR-Trend	AR-Trend Bound	Trend-SV	Trend	Trend-Bound	AR-Trend	AR-Trend Bound
	Chile					Colombia				
$\tau_{(25\%)}$	4.9	1.6	21.6	1.3	9.0	10.2	27.3	1097.8	1.7	6.7
$\tau_{(50\%)}$	11.9	3.0	30.9	2.3	11.8	26.9	144.3	1258.1	3.4	8.4
$\tau_{(75\%)}$	27.7	8.9	42.5	4.5	17.0	69.0	625.3	1387.1	5.9	9.8
$\rho_{(25\%)}$	-	-	-	1.5	19.4	-	-	-	2.0	12.5
$\rho_{(50\%)}$	-	-	-	2.5	35.7	-	-	-	2.9	19.4
$\rho_{(75\%)}$	-	-	-	3.5	82.8	-	-	-	6.3	31.0
$h_{(25\%)}$	14.8	2.7	4.6	2.5	3.3	95.8	368.3	34.7	4.7	4.6
$h_{(50\%)}$	24.1	3.6	6.2	3.3	4.2	178.4	821.6	64.4	6.7	6.5
$h_{(75\%)}$	49.3	4.8	8.6	4.4	5.6	300.3	1257.9	105.0	10.5	8.4
$\sigma_\tau^2$	-	84.1	250.7	56.8	107.9	-	1138.2	1383.2	46.1	36.6
$\sigma_\rho^2$	-	-	-	49.0	49.5	-	-	-	23.9	130.4
$\sigma_h^2$	177.7	33.0	23.4	46.1	30.1	633.5	705.9	23.4	55.9	68.5
$\sigma_g^2$	335.6	-	-	-	-	707.8	-	-	-	-
	Mexico					Peru				
$\tau_{(25\%)}$	8.0	2.4	867.1	5.9	21.6	3.7	1.7	340.1	2.2	8.4
$\tau_{(50\%)}$	20.5	3.4	1058.9	9.3	37.1	8.1	3.2	430.7	3.5	10.5
$\tau_{(75\%)}$	54.4	5.3	1246.5	13.3	81.5	18.6	7.5	526.4	6.5	14.5
$\rho_{(25\%)}$	-	-	-	6.6	56.4	-	-	-	1.8	8.0
$\rho_{(50\%)}$	-	-	-	8.0	104.5	-	-	-	2.9	10.3
$\rho_{(75\%)}$	-	-	-	10.9	205.8	-	-	-	4.8	13.9
$h_{(25\%)}$	29.9	10.9	44.3	28.0	19.8	7.8	2.2	12.7	2.5	2.7
$h_{(50\%)}$	68.9	13.1	86.4	38.6	25.5	13.1	2.9	20.3	3.4	3.4
$h_{(75\%)}$	150.7	16.2	169.9	57.6	33.1	25.7	4.6	29.0	4.3	4.4
$\sigma_\tau^2$	-	43.0	855.5	38.5	96.4	-	80.5	1267.5	66.9	71.1
$\sigma_\rho^2$	-	-	-	37.8	152.8	-	-	-	28.7	51.6
$\sigma_h^2$	155.1	42.6	480.8	139.3	119.7	104.1	34.3	36.7	29.2	33.3
$\sigma_g^2$	776.6	-	-	-	-	464.9	-	-	-	-



# Conclusiones

- Los resultados indican que el modelo AR-Trend-Bound es el más adecuado para representar los componentes no observables de la inflación
- En los cuatro países, la tendencia de la inflación es decreciente en la década de los noventa, es estable en los primeros veinte años del siglo XXI e incrementa meses después del inicio de la pandemia por la Covid-19.
- Los bajos niveles de persistencia de la brecha de inflación previos a la pandemia reflejan la efectividad de los Bancos Centrales en mantener la inflación cerca a su nivel tendencial.
- En lo que respecta a la volatilidad, se identifica el proceso de la "Gran Moderación" desde la implementación de las metas de inflación, con la excepción de los periodos durante la crisis financiera mundial y la pandemia.
- En cuanto a la agenda de investigación futura: modelos multivariados y realizar proyecciones de la inflación a partir de los cinco modelos desarrollados en esta investigación.