

CONSEJO MONETARIO CENTROAMERICANO

SECRETARÍA EJECUTIVA



Referentes predictivos para el pronóstico de la inflación interanual en los países de Centroamérica y República Dominicana*

Luis Ortiz Cevallos**

Óscar Iván Pascual***

Documento de Trabajo SECMCA 01-2016

Centroamérica, Octubre 2016

*Se agradece los comentarios de Angel Alberto Arita, Roberto Campo Gutiérrez, Sandra Hernández, William Mendieta y los asistentes al 10^{mo} Foro de Investigadores de Bancos Centrales del Consejo Monetario Centroamericano. Las ideas y opiniones contenidas en el presente trabajo no necesariamente corresponden a las del Consejo Monetario Centroamericano (CMCA) o sus miembros. Los errores u omisiones son responsabilidad exclusiva de sus autores.

**Economista Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. Email: lortiz@secmca.org

***Economista Visitante Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. Email: opascual@secmca.org

Resumen

Esta investigación tiene como propósito proponer referentes para el pronóstico de la inflación interanual en diferentes horizontes mensuales para los países miembros de la región de Centroamérica y República Dominicana. La selección de estos referentes se logra tras aplicar ejercicios fuera de muestra, en el que se ponen a competir diferentes especificaciones univariadas, eligiendo aquellas que muestran menores errores cuadrático medio de pronóstico cotejados estadísticamente con el test de [Giacomini y White \(2006\)](#) y cuyas proyecciones son más estables según el test Minimax propuesto en [Pincheira y García \(2012\)](#). Los resultados muestran que para GT, NI y SV, algún método derivado del modelo SARIMA, resulta ser un buen referente predictivo para la inflación interanual en los diferentes horizontes; mientras para CR, DO y HN, éstos métodos resultan buenos referentes en los horizontes de 1 y 3 meses y para el resto de horizontes resulta un mejor referente algún método ARIMA con estacionalidad y tendencia determinística.

1. Introducción

La elaboración de pronósticos económicos es una tarea habitual de múltiples instituciones, entre ellas los Bancos Centrales, quienes constantemente exploran diferentes metodologías y las someten a evaluaciones exigentes, necesitando para ello disponer de métodos de pronósticos como referentes.

Las especificaciones o métodos econométricos simples, como lo son los deducidos a partir de modelos univariados, son referentes útiles que muestran, en el corto plazo, superioridad predictiva con respecto a otras especificaciones derivadas de modelos econométricos estructurales, lo que se evidencia en numerosos estudios, por ejemplo: el trabajo de [Meese y Rogoff \(1983\)](#), demuestra como el tipo de cambio dólar respecto a otras monedas, es predicho de mejor forma por una especificación de camino aleatorio que por otras derivadas de modelos teóricos; [Atkeson y Ohanian \(2001\)](#) por su parte, señalan como un conjunto de especificaciones derivadas de modelos univariados predicen mejor la inflación de Estados Unidos que especificaciones de curva de Phillips. En lo que concierne al contexto latinoamericano, destacan los trabajos de [Pincheira y García \(2012\)](#) y [Capistrán y otros \(2009\)](#), quienes muestran el buen desempeño predictivo de diferentes especificaciones de modelos univariados para la inflación de Chile y México, respectivamente.

Los trabajos citados, son antecedentes que muestran la relevancia e importancia de disponer de un conjunto de especificaciones o métodos derivados de modelos econométricos univariados como instrumentos y referentes predictivos, ya que éstos, por su parsimonia, representan el sentido economicista de eficiencia, al lograr un buen desempeño al menor costo, en consecuencia de renunciar tanto al proceso de identificación como a la disposición de un amplio conjunto de información.

La evaluación de la capacidad predictiva en los métodos econométricos, se logra comparando esa cualidad entre distintas especificaciones a través de ejercicios fuera de muestra. En efecto, en la búsqueda de precisión predictiva, resulta irrelevante encontrar el modelo econométrico verdadero o seleccionar un modelo con base a test estadísticos sobre el valor de sus coeficientes, práctica que a su vez podría inducir, como señala [Clark \(2004\)](#), a un sobreajuste por minería de datos.

En este sentido, el objetivo del presente trabajo es seleccionar de simples modelos econométricos univariados especificaciones o métodos útiles para el pronóstico de la inflación interanual en cada país de la región: Centroamérica (Costa Rica (CR), Guatemala (GT), Honduras (HN), Nicaragua (NI) y El Salvador (SV)) y República Dominicana (DO). Al mismo tiempo mostrar un procedimiento para evaluar capacidad predictiva. Estas especificaciones deberían ser referentes para otros métodos de pronósticos, ya sean especificaciones de modelos teóricos o encuestas económicas, que pretendan ser utilizados para el pronóstico a corto plazo.

La estructura del trabajo consta de tres secciones adicionales a esta introducción; en la siguiente, se detalla el procedimiento utilizado para seleccionar los referentes predictivos sobre la inflación interanual para cada país de la región en los diferentes horizontes. En la tercera sección se muestran los diversos modelos econométricos univariados de los que se extraen las especificaciones o métodos que se pondrán a prueba en los ejercicios fuera de muestra; en la cuarta sección se presentan los resultados tras la aplicación del procedimiento y finalmente en la última sección se indican las conclusiones.

2. Procedimiento para la selección de referentes predictivos

2.1. Generalidades sobre el ejercicio predictivo fuera de muestra

La capacidad predictiva de una determinada especificación econométrica es evaluada, para diferentes horizontes de tiempo, a través de ejercicios de pronósticos fuera de muestra.

En este trabajo, dado que la inflación interanual se trata de una serie mensual, se consideran pronósticos en cinco horizontes; comenzando desde un mes adelante, hasta llegar a doce meses adelante ($h = \{1, 3, 6, 9, 12\}$); la elección de esos horizontes obedece a disponer de un método predictivo a corto plazo que eventualmente pueda confrontarse con los pronósticos obtenidos por otras fuentes, como la encuesta de expectativas económicas¹.

¹Con la excepción de SV, en el resto de países de la región se elaboran encuestas de expectativas económicas, siendo para el caso de la inflación interanual el horizonte de expectativas más común en cuestionar el de 12 meses.

Los ejercicios predictivos parten de la segmentación de la muestra de inflación interanual de cada país en dos ventanas. La primera ventana es de estimación y constituye la muestra con la cual se estima cada especificación econométrica; mientras la segunda, es la de pronóstico, la cual se encuentra fuera de la muestra de estimación y sirve para comparar los diferentes pronósticos con el dato real.

La ventana de estimación es dinámica, esto significa que se van agregando observaciones a medida se va recorriendo por la ventana de pronóstico. Así para todos los países la primera ventana de estimación se extiende desde enero 1994 hasta diciembre 2006, por lo que la segunda ventana, se extiende hasta enero 2007, y así de manera sucesiva hasta llegar a la última que se extiende hasta agosto 2016².

2.2. Métrica de evaluación de capacidad predictiva

Los pronósticos de la inflación interanual a determinado horizonte h , realizados en el momento t a partir de una determinada especificación econométrica j ($\hat{\pi}_{t+h|t}^j$) para cada país de la región, son comparados con los respectivos datos efectivos (π_{t+h}), deduciendo los errores de pronósticos (E_{t+h}^j) en conformidad a la ecuación 1.

$$E_{t+h}^j = \pi_{t+h} - \hat{\pi}_{t+h|t}^j \quad \forall h = \{1, 3, 6, 9, 12\} \quad (1)$$

Es de notar que los errores de pronósticos agrupados por horizonte predictivo h , constituyen una serie, de manera que el tamaño de esta serie (g) es condicional a dicho horizonte; así por ejemplo, dado que se ha establecido enero 2007 como primera fecha de predicción y septiembre 2016 como última, para el horizonte a un mes, el tamaño de la serie es de 117 observaciones, para el horizonte

²Es de notar que los ejercicios de pronósticos fuera de muestra se hacen sobre procesos considerados estacionarios y ergódicos (para ambos conceptos véase [Hamilton \(1994\)](#)), por lo que la única propiedad de la muestra que interesa es su tamaño.

a tres meses, el tamaño de la serie es de 115 observaciones, y así sucesivamente hasta el caso del horizonte a doce meses, el cual es una serie con 106 observaciones.

Basado en lo anterior, es posible para cada serie de errores de pronósticos por horizonte predictivo, pertinente a una determinada especificación econométrica j , calcular su Error Cuadrático Medio (ECM), tal como se expresa en la ecuación 2. Sobre ésta métrica y otras derivadas de ellas, como lo es su raíz cuadrada, conocida como raíz del error cuadrático medio (RECM), se basa la comparación de pronósticos.

$$ECM_h^j = \frac{\sum_{n=0}^{N=g_h-1} (E_{t+h+n}^j)^2}{g_h} \quad \forall h = \{1, 3, 6, 9, 12\} \quad (2)$$

2.3. Criterios para la selección de referentes predictivos

2.3.1. Menor ECM y diferencias estadística en capacidad predictiva

Un primer criterio para la selección de referentes, consiste en comparar el ECM o alguna transformación de éste, de los diferentes métodos de pronósticos en ejercicios fuera de muestra, y escoger aquel que provee el menor valor.

Adicionalmente, resulta útil conocer sí las diferencias en el ECM entre distintas especificaciones econométricas son significativas desde la perspectiva estadística, ello se realiza a través del test propuesto por [Giacomini y White \(2006\)](#).

La estructura de este test consiste en definir la hipótesis nula que la diferencia en la métrica ECM de una especificación respecto a otra es cero. Luego se construye el estadístico que se denomina [Giacomini y White \(GW\)](#) de acuerdo a la ecuación 3, el cuál se distribuye asintóticamente

normal y se utiliza para contrastar la hipótesis nula.

$$GW_h^{i,j} = \begin{cases} \frac{\bar{\Delta L}_h^{i,j}}{\hat{\sigma}_{g_h}^{i,j}} & \text{si } h = 1 \\ \frac{\bar{\Delta L}_h^{i,j}}{\frac{\hat{\sigma}_{g_h}^{i,j}}{\sqrt{g_h}}} & \text{si } h = \{3, 6, 9, 12\} \end{cases} \quad \forall i \neq j \quad (3)$$

Donde:

- Los subíndices i y j aluden a las especificaciones econométricas evaluadas.
- $\bar{\Delta L}_h^{i,j} = \frac{1}{g_h} \sum_{n=0}^{g_h-1} \Delta L_{t+n+h}^{i,j}$
- $\Delta L_{t+h}^{i,j} = (E_{t+h}^i)^2 - (E_{t+h}^j)^2$
- $\hat{\sigma}_{g_h}^{i,j}$ es un estimador de la varianza asintótica del numerador del estadístico.

2.3.2. Estabilidad de pronóstico

Un segundo criterio para la selección de referentes predictivos, consiste en obtener el ECM de pronóstico por horizonte predictivo de cada especificación econométrica en ventanas rodantes y seleccionar aquella que tenga el menor ECM de pronóstico en situaciones de máxima imprecisión.

Esta técnica denominada Test Minimax mostrado en [Pincheira y García \(2012\)](#), parte de observar como el desempeño predictivo de cada especificación no es estable, por lo que al comparar diferentes especificaciones, debe hacerse de forma más estricta, es decir, comparando sus peores desempeños.

3. Modelos econométricos univariados para el pronóstico de la inflación interanual en los países de la región

Los modelos econométricos univariados son estructuras funcionales en donde la variable de interés depende de sí misma y no de otra u otras variables independientes.

En el presente trabajo, se consideran como variable dependiente dos formas de inflación; la primera definida como la diferencia interanual del logaritmo del IPC $((1 - L^{12}) \ln IPC_t)$ y la segunda como la diferencia intermensual del logaritmo del IPC $((1 - L) \ln IPC_t)$.

Para la inflación interanual se consideran dos modelos univariados: los ARIMA(p,d,q) y SARIMA(p,d,q,P,D,Q); en tanto para la inflación intermensual se considera el modelo ARIMA(p,d,q) con estacionalidad y tendencia.

En los acápite siguientes se muestran las reglas de selección de los métodos econométricos en cada modelo univariado considerado, estos métodos son los utilizados en los ejercicios fuera de muestra.

3.1. Modelo ARIMA(p,d,q)

Los modelos ARIMA(p,d,q) están constituidos por componentes autorregresivos (AR) de orden p, integrados (I) de orden d y media móviles (MA) de orden q. El componente AR, representa el proceso de una serie de tiempo como una combinación lineal de sus realizaciones pasadas, el componente I, representa a la serie de tiempo en diferencia y el componente MA, describe el proceso de la serie de tiempo como una combinación lineal de sus innovaciones pasadas. De manera que el proceso ARIMA(p,d,q) para la inflación interanual (π_t) se representa por 4.

$$\Phi(L)(1 - L)^d \pi_t = C + \Theta(L)\epsilon_t \quad (4)$$

$$\Phi(L) = (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p)$$

$$\Theta(L) = (1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q)$$

Donde:

- ϵ_t es un ruido blanco
- L corresponde al operador de rezago, tal que: $L^z x_t = x_{t-z}$
- d indica el orden de integración
- C es una constante

Con el objeto de reducir el número de especificaciones posibles que pueden seleccionarse del modelo 4, se parte, con base en la teoría económica, que el orden de integración de la inflación interanual del IPC es igual a cero ($d=0$). Además, se asume todas las combinaciones posibles del par $(p, q) \subseteq \{0, 1, 2, \dots, 11\}^2$.

Las restricciones anteriores implican que del modelo 4 se deriven 144 especificaciones posibles, significando un extenso número por estimar. Para reducir ese número de estimaciones, se procede a seleccionar de las 144 especificaciones posibles del modelo 4, las mejores según los criterios de información Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) dentro de la muestra de enero 1994 a diciembre 2006, utilizando el add-in ARIMASel para Eviews 9, con lo que se obtiene dos especificaciones, en el caso que la selección no sean coincidente, y una en caso lo sean.

La elección de los criterios AIC y BIC obedece a que de acuerdo a [Medel \(2012\)](#), ambos son considerados como los que arrojan generalmente los resultados dentro de muestra de mayor y menor parametrización, respectivamente.

Las especificaciones consideradas son mostradas por país en el cuadro 1, esto significa que al realizar el ejercicio fuera de muestra para ellas, el número de estimaciones se reducen considerablemente.

Cuadro 1: Orden del componente autorregresivo y media móvil según criterios de selección dentro de la muestra enero 1994 a diciembre 2006 del modelo ARIMA(p,0,q) para la inflación interanual por país*.

PAÍS	Criterio de selección	Orden del proceso ARIMA(p,0,q)
COSTA RICA	AIC	ARIMA(4,0,11)
	BIC	ARIMA(1,0,11)
REPÚBLICA DOMINICANA	AIC	ARIMA(3,0,11)
	BIC	ARIMA(1,0,11)
GUATEMALA	AIC	ARIMA(11,0,11)
	BIC	ARIMA(2,0,11)
HONDURAS	AIC	ARIMA(9,0,11)
	BIC	ARIMA(1,0,11)
NICARAGUA	AIC	ARIMA(7,0,11)
	BIC	ARIMA(0,0,11)
EL SALVADOR	AIC	ARIMA(6,0,11)
	BIC	ARIMA(0,0,11)

NOTA: * La selección se elabora sobre el modelo ARIMA(p,0,q) con $(p, q) \subseteq \{0, 1, 2, \dots, 11\}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente también son seleccionadas otras especificaciones derivadas del modelo ARIMA(p,d,q) y que han sido sugeridas por la literatura para el pronóstico de la inflación interanual (véase por ejemplo [Stock y Watson \(2008\)](#), [Ang y otros \(2005\)](#), [Atkeson y Ohanian \(2001\)](#), [Groen y otros \(2009\)](#)), estas especificaciones son: camino aleatorio con intercepto (RW), IMA(1,1), AR(1), AR(12) y ARMA(1,1).

3.2. Modelo SARIMA(p,d,q,P,D,Q)

El modelo SARIMA, incorpora de manera flexible el comportamiento estacional con componentes de medias móviles y autorregresivos, su estructura general se muestra en la ecuación 5.

$$\begin{aligned}\Phi(L)\Phi_E(L^S)(1-L)^d(1-L^S)^D\pi_t &= \Theta_E(L^S)\Theta(L)\epsilon_t & (5) \\ \Phi(L) &= (1 - \phi_1L - \phi_2L^2 - \dots - \phi_pL^p) \\ \Phi_E(L^S) &= (1 - \phi_{E1}L^S - \phi_{E2}L^{2S} - \dots - \phi_{EP}L^{PS}) \\ \Theta(L) &= (1 - \theta_1L - \theta_2L^2 - \dots - \theta_qL^q) \\ \Theta_E(L^S) &= (1 - \theta_{E1}L^S - \theta_{E2}L^{2S} - \dots - \theta_{EQ}L^{QS})\end{aligned}$$

Donde:

- ϵ_t es un ruido blanco
- L corresponde al operador de rezago, tal que: $L^z x_t = x_{t-z}$
- d indica el orden de integración no estacional
- D indica el orden de integración estacional
- S es el nivel de estacionalidad, correspondiendo a 12 en el caso de la serie inflación.

Una primera familia de este modelo, es el obtenido asumiendo las siguientes restricciones: $d = D = 0$, $(p, q) \subseteq \{0, 1, 2, \dots, 11\}^2$ y $(P, Q) \subseteq \{0, 1, 2\}^2$; de las que resultan 1296 métodos, de los cuales se seleccionan uno de acuerdo al AIC y otro según el BIC en ejercicios dentro de muestra enero 1994 a diciembre 2006, utilizando el add-in ARIMASel para Eviews 9; los métodos seleccionados por país son mostrados en el cuadro 2.

Cuadro 2: Orden de los componentes autorregresivo, media móvil y estacionales según criterios de selección dentro de la muestra enero 1994 a diciembre 2006 del modelo SARIMA(p,0,q,P,0,Q) para la inflación interanual por país*.

PAÍS	Criterio de selección	Orden del proceso SARIMA(p,0,q,P,0,Q)
COSTA RICA	AIC	SARIMA(3,0,11,2,0,2)
	BIC	SARIMA(3,0,11,1,0,2)
REPÚBLICA DOMINICANA	AIC	SARIMA(3,0,11,0,0,1)
	BIC	SARIMA(1,0,11,2,0,1)
GUATEMALA	AIC	SARIMA(11,0,11,0,0,1)
	BIC	SARIMA(1,0,11,2,0,2)
HONDURAS	AIC	SARIMA(7,0,11,1,0,1)
	BIC	SARIMA(1,0,11,0,0,0)
NICARAGUA	AIC	SARIMA(7,0,11,1,0,1)
	BIC	SARIMA(0,0,11,2,0,0)
EL SALVADOR	AIC	SARIMA(6,0,11,2,0,2)
	BIC	SARIMA(0,0,11,1,0,0)

NOTA: * La selección se elabora sobre el modelo SARIMA(p,0,q,P,0,Q) con $(p, q) \subseteq \{0, 1, 2, \dots, 11\}^2$ y $(P, Q) \subseteq \{0, 1, 2\}^2$.

Fuente: Elaboración propia.

Una segunda familia de este modelo, es el utilizado en [Pincheira y García \(2012\)](#) y [Pincheira y Medel \(2015\)](#) para el pronóstico de la inflación interanual en Chile y un conjunto de países con régimen de meta de inflación³; esta familia puede ser representada por la expresión 6, coincidiendo a la del modelo SARIMA(p,d,q,P,D,Q) en el que se imponen las restricciones $d = 1$, $P = D = 0$ y $(p, q, Q) \subseteq \{0, 1\}^3$.

³Entre estos países son incluidos: Canadá, Colombia, Israel, México, Perú, Reino Unido, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Turquía y Estados Unidos.

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \rho(\pi_{t-1} - \pi_{t-2}) + \epsilon_t - \theta L\epsilon_t - \theta_E L^{12}\epsilon_t + \theta_3 L^{13}\epsilon_t \quad (6)$$

Donde:

- ϵ_t es un ruido blanco
- L corresponde al operador de rezago, tal que: $L^z x_t = x_{t-z}$

Es de notar, como se advierte en [Pincheira y García \(2012\)](#), que la expresión dada por 6 trata a la inflación interanual como un proceso con raíz unitaria, siendo ello incompatible en una economía bajo el régimen de meta inflación⁴. No obstante, desde una perspectiva pragmática y basada en la teoría de las decisiones estadísticas, imponer un proceso con raíz unitaria puede provocar que especificaciones econométricas bajo ese modelo produzcan mejores pronósticos en el corto plazo, ello debido a la eliminación de un parámetro por estimar, y además, por que a través de esa imposición, se está incluyendo una tendencia estocástica que permite modelar a la inflación como si ésta siguiera una pauta tendencial⁵.

En el cuadro 3 se detallan cada una de las especificaciones utilizadas en el presente trabajo, en adelante, a esta familia del modelo SARIMA(p,d,q,P.D.Q) se le denominará SUBSARIMA.

La familia de métodos SUBSARIMA aquí utilizado es similar al presentado en [Pincheira y Medel \(2015\)](#) denominado DESARIMA, con la diferencia de que en el primero se deja libre tanto el parámetro del intercepto (drift) como del componente de media móvil a 13 rezago. La siempre inclusión de un drift, aporta para todos los países de la región mejor desempeño predictivo, eso parecería obedecer a que los países de la región tienen relativamente poco tiempo de haber asumido un régimen explícito de política monetaria, o bien, están transitando hacia ello, implicando que la inflación se esté moviendo a niveles más bajos.

⁴Actualmente un régimen de meta de inflación es seguido en Costa Rica, Guatemala y República Dominicana.

⁵En el anexo A para cada uno de los países de la región se muestran diferentes contraste de raíz unitaria sobre la inflación interanual, observándose, en especial para los casos de GT, HN, NI y SV, evidencia que podría soportar, su tratamiento como un proceso con raíz unitaria.

Cuadro 3: Especificaciones SUBSARIMA estimadas*

SUBSARIMA 1 $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \rho(\pi_{t-1} - \pi_{t-2}) + \epsilon_t - \theta\epsilon_{t-1} - \theta_E\epsilon_{t-12} + \theta_3\epsilon_{t-13}$

SUBSARIMA 2 $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \rho(\pi_{t-1} - \pi_{t-2}) + \epsilon_t - \theta\epsilon_{t-1}$

SUBSARIMA 3 $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \rho(\pi_{t-1} - \pi_{t-2}) + \epsilon_t$

SUBSARIMA 4 $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \epsilon_t - \theta\epsilon_{t-1} - \theta_E\epsilon_{t-12} + \theta_3\epsilon_{t-13}$

SUBSARIMA 5 $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \epsilon_t$

SUBSARIMA 6 $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \rho(\pi_{t-1} - \pi_{t-2}) + \epsilon_t - \theta_E\epsilon_{t-12}$

SUBSARIMA 7 $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \epsilon_t - \theta_E\epsilon_{t-12}$

NOTA: * Las especificaciones provienen del modelo: $\pi_t - \pi_{t-1} = \delta + \rho(\pi_{t-1} - \pi_{t-2}) + \epsilon_t - \theta L\epsilon_t - \theta_E L^{12}\epsilon_t + \theta_3 L^{13}\epsilon_t$.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Modelo ARIMA con estacionalidad y tendencia

Siguiendo a [Capistrán y otros \(2009\)](#), este modelo utiliza como variable dependiente a la inflación intermensual y se constituye por una estructura ARIMA(p,d,q) junto a la adición de un componente fijo y estacional y una tendencia.

Las especificaciones deducidas de este modelo tienen el objeto de introducir el patrón tendencial en la serie de inflación, para ello se consideran dos alternativas; en la primera se asume una raíz unitaria y en la segunda una tendencia lineal determinística; estas alternativas son expresadas respectivamente por las ecuaciones 7 y 8.

$$\Phi(L)(\pi_t^m - \pi_{t-1}^m) = \sum_{i=1}^{12} \lambda_i D_{it} + \Theta(L)\epsilon_t \quad (7)$$

$$\Phi(L) = (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p)$$

$$\Theta(L) = (1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q)$$

$$\Phi(L)\pi_t^m = \sum_{i=1}^{12} \alpha_i D_{it} + \beta t + \Theta(L)\epsilon_t \quad (8)$$

$$\Phi(L) = (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p)$$

$$\Theta(L) = (1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q)$$

Donde:

- ϵ_t es un ruido blanco
- $\pi_t^m = (1 - L) \ln IPC_t$ corresponde la inflación mensual.
- L corresponde al operador de rezago, tal que: $L^z x_t = x_{t-z}$
- D_{it} son variables ficticias o dicotómicas (dummy) estacionales
- t es una tendencia lineal y determinística

Adicionalmente, para los métodos dados por las ecuaciones 7 y 8 se asume que el orden del proceso autorregresivo y media móviles está restringido a $(p, q) \subseteq \{0, 1, 2, \dots, 11\}^2$.

Es de notar que las restricciones impuestas implican 144 especificaciones por ecuación; sin embargo, con el objeto de reducir el número de especificaciones a evaluar, se seleccionan aquellas que resultan con el mejor AIC y BIC dentro de la muestra de enero 1994 a diciembre 2006, utilizando el add-in ARIMASel para Eviews 9, lo que implica obtener un máximo de dos especificaciones por ecuación.

El cuadro 4 muestra para cada país de la región, el orden del componente autorregresivo y media móviles de acuerdo a los criterios de selección AIC y BIC de los métodos dados por las ecuaciones 7 y 8.

Cuadro 4: Orden del componente autorregresivo y media móviles según criterios de selección dentro de la muestra enero 1994 a diciembre 2006 de los métodos dados por la ecuación 7 y 8 para la inflación intermensual por país.

PAÍS	Criterio de selección	ECUACIÓN 7*	ECUACIÓN 8**
COSTA RICA	AIC	ARMA(7,7)	ARMA(10,9)
	BIC	ARMA(0,2)	ARMA(0,1)
REPÚBLICA DOMINICANA	AIC	ARMA(7,8)	ARMA(8,8)
	BIC	ARMA(0,2)	ARMA(3,0)
GUATEMALA	AIC	ARMA(11,11)	ARMA(11,10)
	BIC	ARMA(0,2)	ARMA(0,1)
HONDURAS	AIC	ARMA(8,8)	ARMA(11,7)
	BIC	ARMA(2,3)	ARMA(0,3)
NICARAGUA	AIC	ARMA(4,6)	ARMA(6,4)
	BIC	ARMA(2,1)	ARMA(2,0)
EL SALVADOR	AIC	ARMA(2,3)	ARMA(4,11)
	BIC	ARMA(0,1)	ARMA(0,0)

NOTA: * La ecuación 7 es: $(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)(\pi_t^m - \pi_{t-1}^m) = \sum_{i=1}^{12} \lambda_i D_{it} + (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q)\epsilon_t$
con $(p, q) \subseteq \{0, 1, \dots, 11\}^2$
** La ecuación 8 es: $(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)\pi_t^m = \sum_{i=1}^{12} \alpha_i D_{it} + \beta t + (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q)\epsilon_t$
con $(p, q) \subseteq \{0, 1, \dots, 11\}^2$

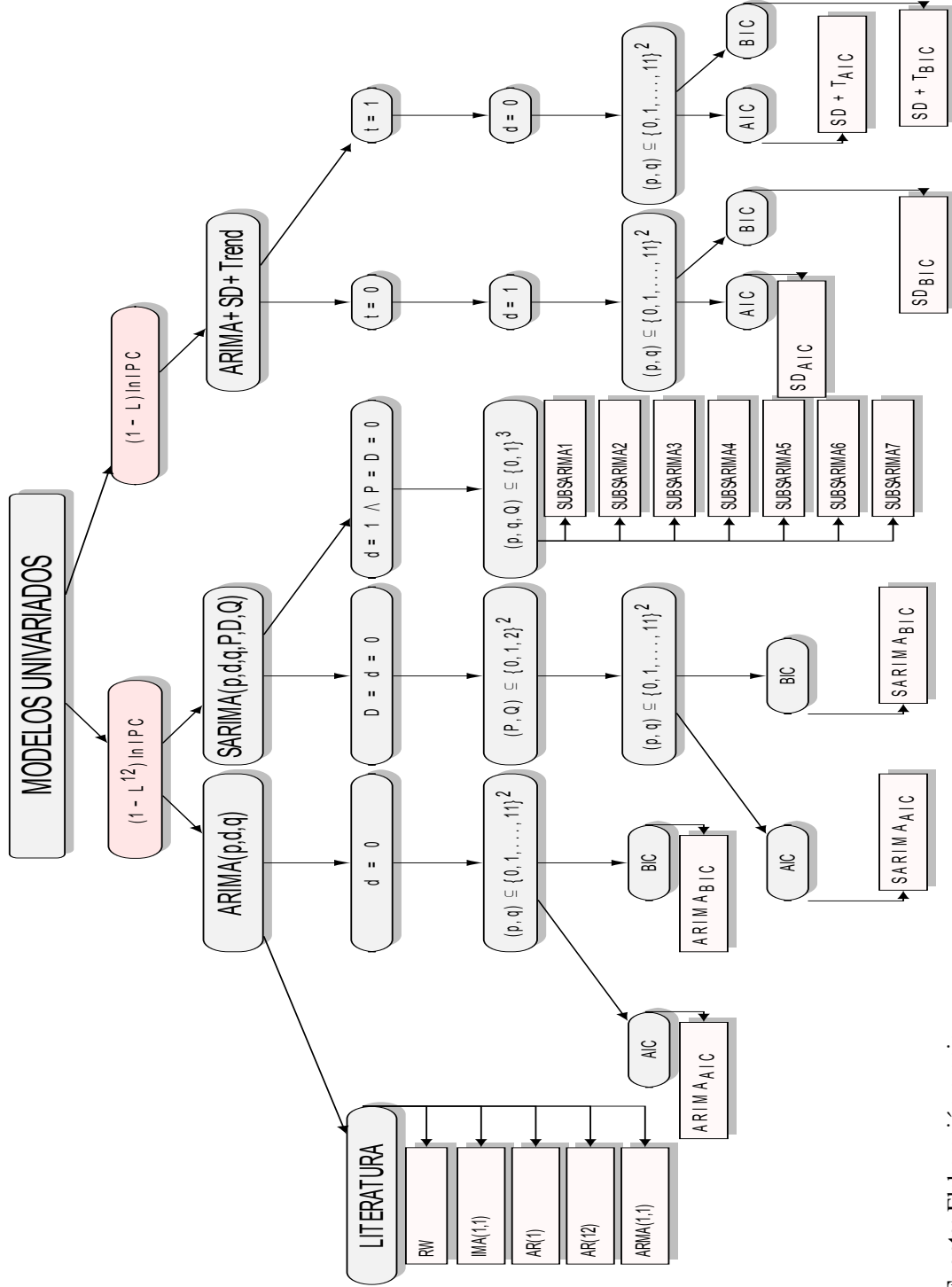
Fuente: Elaboración propia.

3.4. Resumen de las especificaciones seleccionadas

La figura 1 resume la selección de las diferentes especificaciones utilizadas en el presente trabajo.

Para cada uno de los 6 países se consideran 20 especificaciones, cada una de las cuales se utilizan para el pronóstico de 5 horizontes predictivos a lo largo de 116 ventanas móviles, significando realizar más de 60 mil estimaciones.

Figura 1: Esquema de selección de las especificaciones evaluadas en ejercicios fuera de muestra



Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

El cuadro 5, muestra por país y para los diferentes horizontes predictivos considerados, la especificación que pronostica la inflación interanual con menor RECM en ejercicios fuera de muestra, los cuales abarcan el período de enero 2007 a septiembre 2016. Los resultados indican, para los casos de GT, HN y NI, que alguna especificación de los modelos SARIMA(p,d,q,P,D,Q) denominados SUBSARIMA, presentan el mejor desempeño predictivo en todos los horizontes. En los casos de CR, DO y SV, el método con menor RECM alterna según horizonte; en CR, para los horizontes más cortos, a un mes y tres meses, el mejor método es un SUBSARIMA, y para los siguientes horizontes el mejor es un ARIMA con estacionalidad y tendencia determinística; en SV, por su parte, en los primeros cuatro horizontes el mejor método es un ARIMA con estacionalidad y tendencia determinística, y en el horizonte de doce meses es un SUBSARIMA; finalmente en DO, para el horizonte a un mes el mejor método es un SUBSARIMA, para los horizontes de tres y seis meses es un ARIMA y para el de doce meses es uno entre los propuesto por la literatura, el ARMA(1,1).

Al conocer la especificación con mejor desempeño predictivo por país para los diferentes horizontes, es posible constatar estadísticamente si ésta supera al resto. Ello se logra aplicando el test de [Giacomini y White \(2006\)](#), cuyo estadístico (GW) por construcción es siempre de signo negativo, dado que la especificación con menor RECM de pronóstico es el minuendo de su numerador.

El cuadro 6, presenta el GW por país y horizonte predictivo entre la especificación con el menor RECM de pronóstico con respecto a ciertos benchmark definidos según el mejor método por familia: los sugeridos por la literatura, ARIMA, SARIMA, SUBSARIMA y ARIMA con estacionalidad y tendencia.

Los resultados para CR indican que la mejor especificación en los horizontes a uno y tres meses, el método SUBSARIMA 6, supera al 95 % de confianza al resto, con la excepción del mejor método ARIMA con estacionalidad y tendencia, respecto al cual no se evidencia diferencia estadística. Para el resto de horizontes, el mejor método, el ARIMA(0,0,1) con estacionalidad y tendencia

determinística, supera con al menos el 85 % de confianza al resto de métodos, exceptuando al método SUBSARIMA 6 para el horizonte de seis meses, con el cual no se evidencia diferencia estadística.

Cuadro 5: Mejor método para la inflación interanual y su RECM por país y horizonte predictivo en ejercicios fuera de muestra (enero de 2007 - septiembre de 2016)

CR	Método	SUBSARIMA 6*		ARIMA(0,0,1) +SD +Trend		
	Horizonte	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
	RECM	0.44	1.05	1.85	2.47	2.93
DO	Método	SUBSARIMA 6*	ARIMA(3,0,11)		ARMA(1,1)	
	Horizonte	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
	RECM	0.69	1.75	3.13	4.07	4.39
GT	Método	SUBSARIMA 6*				
	Horizonte	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
	RECM	0.38	0.96	1.74	2.39	2.79
HN	Método	SUBSARIMA 1*				
	Horizonte	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
	RECM	0.37	0.92	1.62	2.30	2.83
NI	Método	SUBSARIMA 6*				
	Horizonte	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
	RECM	0.62	1.54	2.78	3.85	4.36
SV	Método	ARIMA(0,0,0) +DS +TREND				SUBSARIMA 4*
	Horizonte	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
	RECM	0.57	1.15	1.77	2.33	2.60

NOTA: * Véase el cuadro 3 para identificar la especificación SUBSARIMA seleccionada.

Fuente: Elaboración propia.

En DO, para los horizontes predictivos a uno y tres meses, el método con menor RECM, el SUBSARIMA 6 y el ARIMA(3,0,11) respectivamente, superan estadísticamente al mejor método entre los propuestos por la literatura y los SARIMA. Para los horizontes a seis y nueve meses, el mejor método, el ARIMA(3,0,11) y el ARMA(1,1), en su orden, superan estadísticamente con al

menos el 85 % de confianza al mejor método entre las familias SARIMA y SUBSARIMA. En el caso del horizonte a doce meses, el mejor método entre los propuestos por la literatura, el ARMA(1,1), supera al 95 % de confianza a los mejores métodos del resto de familias.

En GT, el mejor método en todos los horizontes predictivos, el SUBSARIMA 6, supera, estadísticamente al 95 % de confianza, a los mejores métodos del resto de familias, con la excepción en el horizonte de 12 meses, del mejor método de la familia ARIMA con estacionalidad y tendencia, con quien no muestra evidencia estadística de superarlo.

En HN, el mejor método en todos los horizontes predictivos, el SUBSARIMA 1, supera estadísticamente al 95 % de confianza, a los mejores métodos del resto de familia en el horizonte a un mes. En cuanto a los horizontes de tres y seis meses, éste supera, al menos al 85 % de confianza, al mejor método entre los propuestos por la literatura y SARIMA; y para los horizontes a nueve y doce meses, supera, estadísticamente al 95 % de confianza, sólo al mejor método SARIMA.

En el caso de NI, el mejor método en todos los horizontes predictivos, el SUBSARIMA 6, supera en todos los horizontes predictivos y con al menos el 85 % de confianza, al resto de métodos, exceptuando al mejor método de la familia ARIMA con estacionalidad y tendencia, al cual sólo lo supera estadísticamente en los horizontes de tres y doce meses.

Finalmente, para SV, el mejor método predictivo para los diferentes horizontes evaluados, el ARIMA(0,0,0) con estacionalidad y tendencia determinística en el caso de los cuatro primeros horizontes, y el SUBSARIMA 4 en el caso del horizonte a doce meses, resultan superiores estadísticamente, al menos al 85 % de confianza, con respecto al resto de métodos; sin embargo entre estos dos métodos no se evidencia diferencia estadística en capacidad predictiva para todos los horizontes.

Cuadro 6: Test Giacomini y White (2006) de la especificación con menor RECM respecto a otros benchmark^a

	Horizonte a 1 mes		Horizonte a 3 meses		Horizonte a 6 meses		Horizonte a 9 meses		Horizonte a 12 meses	
CR	MEJOR MÉTODO	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN
	BENCHMARK	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO
	LITERATURA	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)
	ARIMA	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)	ARIMA(4,0,1)
	SARIMA	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)	SARIMA(3,0,1,1,2,0,2)
SUBSARIMA	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	ARIMA(0,1,2)+DS	
DO	MEJOR MÉTODO	SUBSARIMA 6*	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)
	BENCHMARK	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO
	LITERATURA	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)	ARMA(1,1)
	ARIMA	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)	ARIMA(3,0,1)
	SARIMA	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(3,0,1,1,0,0,1)
SUBSARIMA	ARIMA(3,0,0)+DS+TREN	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	
GT	MEJOR MÉTODO	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*
	BENCHMARK	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO
	LITERATURA	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)
	ARIMA	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(2,0,1)
	SARIMA	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,1)
SUBSARIMA	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	ARIMA(0,0,1)+DS+TREN	
HN	MEJOR MÉTODO	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*	SUBSARIMA 1*
	BENCHMARK	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO
	LITERATURA	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)
	ARIMA	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)	ARIMA(9,0,1)
	SARIMA	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(1,0,1,1,0,0,0)
SUBSARIMA	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	ARIMA(2,1,3)+DS	
NI	MEJOR MÉTODO	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*	SUBSARIMA 6*
	BENCHMARK	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO
	LITERATURA	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)	IMA(1,1)
	ARIMA	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)
	SARIMA	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,2,0,0)
SUBSARIMA	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	ARIMA(2,0,0)+DS+TREN	
SV	MEJOR MÉTODO	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN	ARIMA(0,0,0)+SD+TREN
	BENCHMARK	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO	MÉTODO
	LITERATURA	AR(1)	AR(1)	AR(1)	AR(1)	AR(1)	AR(1)	AR(1)	AR(1)	AR(1)
	ARIMA	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(0,0,1)
	SARIMA	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)	SARIMA(0,0,1,1,0,0,0)
SUBSARIMA	A SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	SUBSARIMA 4*	

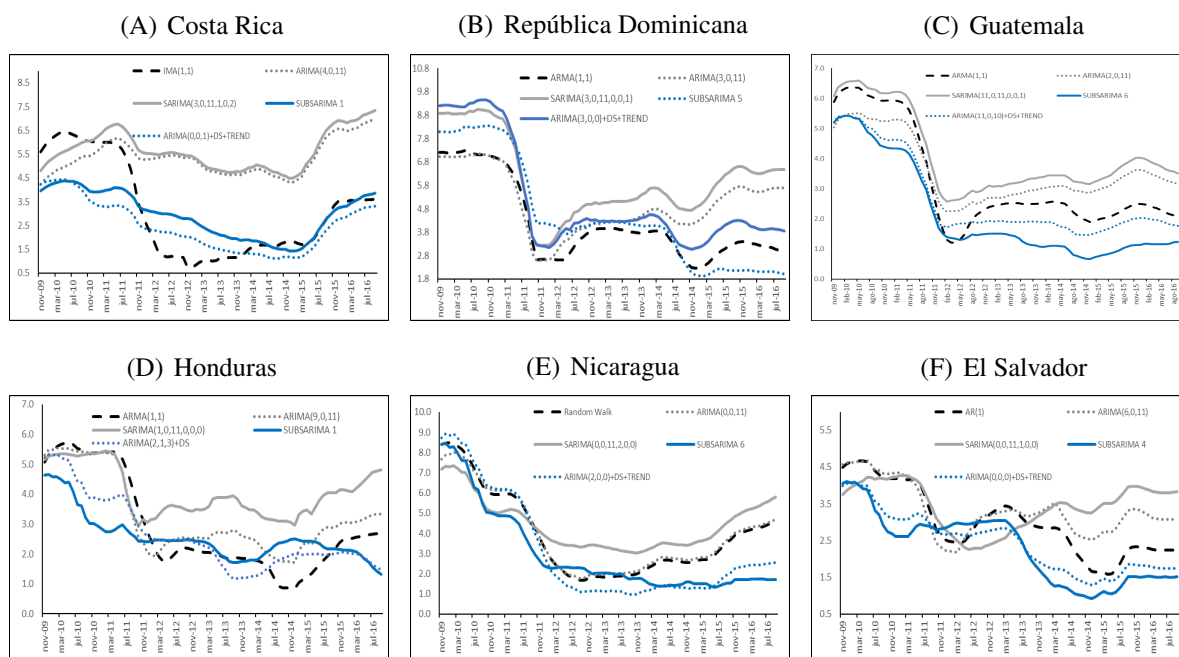
NOTA: ^a Valor negativo del GW indica que la mejor especificación supera a los benchmark. *el GW de la mejor especificación supera al benchmark con un 85 % de confianza. **90 % de confianza. ***95 % de confianza.

* Véase el cuadro 3 para identificar la especificación SUBSARIMA seleccionada.
Fuente: Elaboración propia.

Un segundo criterio para la selección de referentes predictivos, es el test Minimax mostrado en Pincheira y García (2012). Este criterio consiste en seleccionar el método que provea el menor RECM de pronóstico cuando éste alcance su máximo valor a lo largo de ventanas rodantes. Este test es utilizado para apreciar si el método que provee el menor RECM de pronóstico cotejado estadísticamente a lo largo de la ventana de proyección es estable.

Para ilustrar el test Minimax, la figura 2 muestra para cada país, la serie del RECM de pronóstico a 12 meses de la inflación interanual a lo largo de ventanas rodantes de 24 meses, para los mejores métodos por familia de modelos: los sugeridos por la literatura, ARIMA, SARIMA, SUBSARIMA y ARIMA con estacionalidad y tendencia. Ahí se aprecia, para el caso de HN, que el método seleccionado bajo el criterio del menor RECM de pronóstico a lo largo de la ventana de proyección se mantiene al seleccionar bajo el criterio Minimax; en contraste, para el resto de países, el método seleccionado bajo ambos criterios no es el mismo.

Figura 2: RECM de pronósticos a 12 meses de la inflación interanual en ventana rodantes*



NOTA: * Las ventanas rodantes se definieron con una extensión de 24 meses.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7: Método para el pronóstico de la inflación interanual seleccionado según criterios RECM mínimo cotejado estadísticamente al 90 % y Minimax y costo por escenario

País	Horizonte predictivo	Mejor método		Costo por escenario (puntos base)	
		Criterio RECM mínimo	Criterio Minimax	Medio	Inestable
CR	9 meses	ARIMA(0,0,1)+DS+TREND	SUBSARIMA 6 **	16.5	7.9
	12 meses	ARIMA(0,0,1)+DS+TREND	SUBSARIMA 1 **	30.5	6.1
DO	12 meses	ARMA(1,1)	ARIMA(3,0,11)	79.2	12.1
GT	6 meses	SUBSARIMA 6 **	ARIMA(11,0,10)+DS+TREND	16.2	1.9
NI	6 meses	SUBSARIMA 6 **	SARIMA(0,0,11,2,0,0)	27.9	20.8
	9 meses	SUBSARIMA 6 **	SARIMA(0,0,11,2,0,0)	46.6	65.2
	12 meses	SUBSARIMA 6 **	SARIMA(0,0,11,2,0,0)	51.2	112.0
SV	6 meses	ARIMA(0,0,0)+DS+TREND	SARIMA(0,0,11,1,0,0)	35.1	5.4
	9 meses	ARIMA(0,0,0)+DS+TREND	SARIMA(0,0,11,1,0,0)	51.7	11.2

Nota:* Los resultados para HN son omitidos en tanto el método seleccionado por ambos criterios coincide. ** Véase el cuadro 3 para identificar la especificación SUBSARIMA seleccionada.

Fuente: Elaboración propia.

En efecto, para cada horizonte predictivo y país el método seleccionado bajo el criterio del menor RECM de pronóstico, estadísticamente cotejado al 90 %, puede o no coincidir con el método seleccionado con el criterio Minimax, advirtiendo así la inestabilidad del método seleccionado bajo el primer criterio y el costo de elegirlo en un escenario inestable.

El cuadro 7, muestra por horizonte predictivo y país, los casos en que el método seleccionado por dichos criterios no coinciden. En CR para los horizontes predictivos a nueve y doce meses, el primer criterio selecciona el método ARIMA(0,0,1) con estacionalidad y tendencia determinística, mientras el segundo criterio selecciona a algún método SUBSARIMA; además se muestra, en el caso de un escenario de pronóstico inestable, que el RECM del método seleccionado por el primer criterio, se incrementa en 7.9 y 6.1 puntos base (pb), para los horizontes de nueve y doce meses, respectivamente; el cual es un costo menor con respecto a seleccionar el método con el criterio Minimax en caso de presentar un escenario medio. Para DO y GT, en el horizonte a doce y seis

meses, respectivamente, el método con menor RECM cotejado estadísticamente, no resulta ser el más estable; sin embargo el costo de elegirlo en un escenario inestable es menor con respecto al costo de elegir el método bajo el criterio Minimax en el escenario medio. En NI, para los horizontes predictivos de seis, nueve y doce meses, el mejor método bajo el criterio de RECM mínimo cotejado estadísticamente, el SUBSARIMA 6, no es el método más estable, y su selección ante un escenario inestable es, en el caso del horizonte de seis meses, menos costosa con respecto a la elección del mejor método Minimax en el escenario medio. Para SV, el mejor método bajo el criterio menor RECM cotejado estadísticamente para los horizontes predictivos de seis y nueve meses no es el más estable, pero su elección representan un menor costo en el escenario inestable con respecto a elegir el mejor método Minimax en el escenario medio.

5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una estrategia para la selección de métodos para el pronóstico de la inflación interanual; esta estrategia descansa, por un lado, en la utilización de modelos univariados como la fuente primaria de referencia predictiva; y por otro lado, en el uso de ejercicios predictivos fuera de muestra, la aplicación de un test estadístico que compara desempeños predictivos entre diferentes métodos inclusive en el caso que provengan de distintos modelos y la evaluación de su estabilidad. Como resultado de esta estrategia, se disponen de especificaciones por país y por horizonte de 1, 3, 6, 9 y 12 meses que pueden servir como referentes predictivos para la inflación interanual.

Para GT, NI y SV, algunos de los métodos derivados del modelo SARIMA(p,d,q,P,D,Q), similares a los propuestos en [Pincheira y Medel \(2015\)](#) denominados DESARIMA, con la variante de considerar irrestricto el componente “drift”, denominados en este trabajo SUBSARIMA, resultan adecuados referentes predictivos en horizontes de 1, 3, 6, 9 y 12 meses, en tanto muestran ser estadísticamente más precisos con respecto a una amplia grama de métodos derivados de los modelos de series de tiempo, con la excepción de algún método ARIMA con estacionalidad y tendencia determinística, con las cuales en algunos horizontes predictivos no muestran ventajas estadística.

Adicionalmente, los métodos SUBSARIMA y algunos entre los modelos ARIMA con estacionalidad y tendencia determinística, son los más estables para la mayoría de horizontes y en los casos en donde no lo son, el costo de elegirlos en un escenario inestable es menor respecto al costo de elegir el método más estable en un escenario medio.

En CR, para los horizontes predictivos de 1, 3 y 6 meses, los métodos predictivos más precisos estadísticamente son algunos entre los SUBSARIMA y ARIMA con estacionalidad y tendencia determinística; siendo éstos a la vez los más estables, por lo que pueden servir como buenos referentes predictivos. Para los horizontes de 9 y 12 meses, el método predictivo más preciso estadísticamente es el ARIMA(0,0,1) con estacionalidad y tendencia determinística, el cual, pese a no ser el más estable, muestra un menor costo al elegirse en un escenario inestable respecto al elegir la opción y el escenario alterno.

En el caso de DO, para los horizontes de 1 y 3 meses, se evidencia superioridad predictiva de manera estadística de tres métodos; un SUBSARIMA, el ARIMA(3,0,11) y el ARIMA(3,0,0) con estacionalidad y tendencia determinística, siendo éstos los más estables y por tanto buenos referentes. Para los horizontes de 6 y 9 meses los mejores métodos predictivos son el ARMA(1,1), el ARIMA(3,0,11) y el ARIMA(3,0,0) con estacionalidad y tendencia determinística. Y para el horizonte de 12 meses el método más preciso estadísticamente es el ARMA(1,1), el cual, sin ser el más estable, muestra un menor costo al elegirse en un escenario inestable con respecto al elegir el método más estable en el escenario medio.

Para HN, en el horizonte predictivo a 1 mes, algún método de la familia SUBSARIMA es un buen referente predictivo, mientras en el horizonte de 3, 6, 9 y 12 meses, tal método resulta ser tan buen referente predictivo como el ARIMA(9,0,11) y el ARIMA(2,1,3) con estacionalidad determinística.

Anexos

A. Resultados por país: Test de raíz unitaria para inflación interanual.

Cuadro A.1: Contraste de raíz unitaria para la inflación interanual* (enero de 2007- septiembre de 2016).

País	CONTRASTE	Inflación interanual		País	CONTRASTE	Inflación interanual	
		Nivel**	Primera diferencia***			Nivel**	Primera diferencia***
CR	Dickey-Fuller aumentado	-4.09***	-5.85***	DO	Dickey-Fuller aumentado	-3.29***	-7.09***
	Dickey-Fuller GLS	-4.13***	-6.26***		Dickey-Fuller GLS	-3.01*	-4.51***
	Phillips Perron	-2.58	-7.45***		Phillips Perron	-2.96	-7.05***
	KPSS	0.07	0.05		KPSS	0.06	0.04
GT	Dickey-Fuller aumentado	-3.27*	-5.75***	HN	Dickey-Fuller aumentado	-2.77	-6.56***
	Dickey-Fuller GLS	-3.11**	-4.81***		Dickey-Fuller GLS	-2.19	-5.01***
	Phillips Perron	-2.55	-5.84***		Phillips Perron	-2.63	-6.59***
	KPSS	0.07	0.04		KPSS	0.05	0.08
NI	Dickey-Fuller aumentado	-2.45	-6.22***	SV	Dickey-Fuller aumentado	-2.67	-7.78***
	Dickey-Fuller GLS	-2.32	-4.71***		Dickey-Fuller GLS	-2.70	-2.25**
	Phillips Perron	-2.47	-6.39***		Phillips Perron	-2.54	-7.75***
	KPSS	0.07	0.05		KPSS	0.05	0.04

NOTA: * En los contrastes: Dickey Fuller aumentado, Dickey Fuller GLS y Phillips Perron, la hipótesis nula es que existe raíz unitaria. En el contraste: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) la hipótesis nula es que la serie es estacionaria.

** Para el contraste sobre la inflación interanual, se supone un proceso con tendencia y constante.

*** Para el contraste sobre la primera diferencia de la inflación interanual, se supone un proceso con constante.

* Significativo al 10 %, **Significativo al 5 %, ***Significativo al 1 %.

Fuente: Elaboración propia.

B. Resultados por país: RECM por método y horizonte predictivo

Cuadro B.2: CR: RECM de pronóstico de la inflación interanual por método y horizonte predictivo en ejercicios fuera de muestra (enero de 2007 - septiembre de 2016).

Variable dependiente	Familia de métodos	Método de pronóstico	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Inflación interanual	Literatura	Random Walk	6.22	6.31	6.45	6.58	6.72
		IMA(1,1)	0.63	1.40	2.39	3.16	3.66
		AR(1)	0.67	1.49	2.47	3.19	3.68
		AR(12)	3.96	4.06	4.20	4.31	4.44
		ARMA(1,1)	0.64	1.46	2.50	3.29	3.87
Inflación interanual	ARIMA(p,d,q)	ARIMA(4,0,11)	0.51	1.29	2.60	3.98	5.39
		ARIMA(1,0,11)	0.54	1.48	3.11	4.68	6.16
Inflación interanual	SARIMA(p,d,q,P,D,Q)	SARIMA(3,0,11,2,0,2)	0.65	1.77	3.42	4.92	6.47
		SARIMA(3,0,11,1,0,2)	0.61	1.55	2.86	4.18	5.65
Inflación interanual	SUBSARIMA*	SUBSARIMA 1	0.46	1.08	1.94	2.65	3.25
		SUBSARIMA 2	0.63	1.40	2.39	3.16	3.66
		SUBSARIMA 3	0.62	1.37	2.36	3.16	3.68
		SUBSARIMA 4	0.46	1.09	1.94	2.65	3.25
		SUBSARIMA 5	0.66	1.46	2.44	3.19	3.66
		SUBSARIMA 6	0.44	1.05	1.91	2.63	3.24
		SUBSARIMA 7	0.49	1.14	1.98	2.67	3.27
Inflación intermensual	ARIMA(p,d,q)+DS+TREND	ARIMA(10,0,9)+DS+TREND	0.51	1.20	2.14	2.86	3.36
		ARIMA(0,0,1)+DS+TREND	0.45	1.06	1.85	2.47	2.93
		ARIMA(7,1,7)+DS	0.50	1.17	2.21	3.22	4.13
		ARIMA(0,1,2)+DS	0.45	1.05	1.86	2.50	3.00

NOTA: * Véase en el cuadro 3 para identificar los métodos SUBSARIMA evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro B.3: DO: RECM de pronóstico de la inflación interanual por método y horizonte predictivo en ejercicios fuera de muestra (enero de 2007 - septiembre de 2016).

Variable dependiente	Familia de métodos	Método de pronóstico	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Inflación interanual	Literatura	Random Walk	5.75	5.78	5.87	5.93	6.03
		IMA(1,1)	0.97	2.18	3.51	4.46	4.91
		AR(1)	0.99	2.22	3.47	4.27	4.65
		AR(12)	5.22	5.26	5.34	5.38	5.49
		ARMA(1,1)	0.96	2.13	3.31	4.07	4.39
Inflación interanual	ARIMA(p,d,q)	ARIMA(3,0,11)	0.72	1.75	3.13	4.25	5.18
		ARIMA(1,0,11)	0.72	1.80	3.21	4.40	5.41
Inflación interanual	SARIMA(p,d,q,P,D,Q)	SARIMA(3,0,11,0,0,1)	1.58	2.75	3.93	4.97	5.80
		SARIMA(1,0,11,2,0,1)	1.27	2.44	3.62	4.96	5.49
Inflación interanual	SUBSARIMA*	SUBSARIMA 1	0.70	1.81	3.46	4.82	6.20
		SUBSARIMA 2	0.93	2.25	3.71	4.89	5.66
		SUBSARIMA 3	0.93	2.19	3.55	4.61	5.19
		SUBSARIMA 4	0.75	1.98	3.68	5.07	6.49
		SUBSARIMA 5	0.99	2.25	3.56	4.46	4.87
		SUBSARIMA 6	0.69	1.82	3.48	4.84	6.22
		SUBSARIMA 7	0.85	2.13	3.81	5.20	6.62
Inflación intermensual	ARIMA(p,d,q)+DS+TREND	ARIMA(8,0,8)+DS+TREND	0.77	1.99	3.91	5.71	7.75
		ARIMA(3,0,0)+DS+TREND	0.70	1.79	3.36	4.49	5.53
		ARIMA(7,1,8)+DS	0.76	1.84	3.42	4.53	5.56
		ARIMA(0,1,2)+DS	0.71	1.84	3.43	4.60	5.43

NOTA: * Véase en el cuadro 3 para identificar los métodos SUBSARIMA evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro B.4: GT: RECM de pronóstico de la inflación interanual por método y horizonte predictivo en ejercicios fuera de muestra (enero de 2007 - septiembre de 2016).

Variable dependiente	Familia de métodos	Método de pronóstico	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Inflación interanual	Literatura	Random Walk	3.54	3.60	3.68	3.75	3.82
		IMA(1,1)	0.57	1.52	2.73	3.67	4.26
		AR(1)	0.65	1.59	2.60	3.26	3.57
		AR(12)	3.33	3.44	3.57	3.64	3.69
		ARMA(1,1)	0.58	1.54	2.54	3.18	3.51
Inflación interanual	ARIMA(p,d,q)	ARIMA(11,0,11)	0.49	1.25	2.29	3.22	4.08
		ARIMA(2,0,11)	0.45	1.24	2.18	2.92	3.60
Inflación interanual	SARIMA(p,d,q,P,D,Q)	SARIMA(11,0,11,0,0,1)	0.71	1.74	2.87	3.63	4.00
		SARIMA(1,0,11,2,0,2)	0.76	2.06	3.68	4.96	5.76
Inflación interanual	SUBSARIMA*	SUBSARIMA 1	0.39	0.99	1.77	2.41	2.80
		SUBSARIMA 2	0.56	1.52	2.72	3.67	4.26
		SUBSARIMA 3	0.54	1.47	2.68	3.64	4.27
		SUBSARIMA 4	0.39	0.99	1.77	2.40	2.80
		SUBSARIMA 5	0.64	1.62	2.80	3.73	4.28
		SUBSARIMA 6	0.38	0.96	1.74	2.39	2.79
		SUBSARIMA 7	0.43	1.04	1.82	2.44	2.83
Inflación intermensual	ARIMA(p,d,q)+DS+TREND	ARIMA(11,0,10)+DS+TREND	0.44	1.10	1.91	2.52	3.02
		ARIMA(0,0,1)+DS+TREND	0.39	1.00	1.81	2.43	2.84
		ARIMA(11,1,11)+DS	0.44	1.07	1.81	2.47	2.94
		ARIMA(0,1,2)+DS	0.39	1.02	1.87	2.56	3.01

NOTA: * Véase en el cuadro 3 para identificar los métodos SUBSARIMA evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro B.5: HN: RECM de pronóstico de la inflación interanual por método y horizonte predictivo en ejercicios fuera de muestra (enero de 2007 - septiembre de 2016).

Variable dependiente	Familia de métodos	Método de pronóstico	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Inflación interanual	Literatura	Random Walk	5.88	5.90	5.96	6.02	6.12
		IMA(1,1)	0.51	1.25	2.07	2.74	3.28
		AR(1)	0.55	1.30	2.09	2.77	3.27
		AR(12)	3.19	3.24	3.31	3.39	3.43
		ARMA(1,1)	0.51	1.25	2.05	2.70	3.24
Inflación interanual	ARIMA(p,d,q)	ARIMA(9,0,11)	0.41	0.98	1.74	2.54	3.44
		ARIMA(1,0,11)	0.42	1.12	2.17	3.12	4.13
Inflación interanual	SARIMA(p,d,q,P,D,Q)	SARIMA(7,0,11,1,0,1)	0.46	1.23	2.39	3.43	4.54
		SARIMA(1,0,11,0,0,0)	0.42	1.12	2.17	3.12	4.13
Inflación interanual	SUBSARIMA*	SUBSARIMA 1	0.37	0.92	1.62	2.30	2.83
		SUBSARIMA 2	0.49	1.22	2.03	2.68	3.35
		SUBSARIMA 3	0.49	1.22	2.03	2.69	3.28
		SUBSARIMA 4	0.39	1.03	1.87	2.66	3.27
		SUBSARIMA 5	0.55	1.30	2.10	2.79	3.30
		SUBSARIMA 6	0.37	0.97	1.75	2.50	3.06
		SUBSARIMA 7	0.45	1.13	2.00	2.86	3.52
Inflación intermensual	ARIMA(p,d,q)+DS+TREND	ARIMA(7,0,11)+DS+TREND	0.46	1.16	2.08	3.03	3.93
		ARIMA(1,0,11)+DS+TREND	0.44	1.10	2.06	3.08	3.91
		ARIMA(8,1,8)+DS	0.45	1.10	1.76	2.59	3.39
		ARIMA(2,1,3)+DS	0.39	0.92	1.66	2.42	3.04

NOTA: * Véase en el cuadro 3 para identificar los métodos SUBSARIMA evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro B.6: NI: RECM de pronóstico de la inflación interanual por método y horizonte predictivo en ejercicios fuera de muestra (enero de 2007 - septiembre de 2016).

Variable dependiente	Familia de métodos	Método de pronóstico	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Inflación interanual	Literatura	Random Walk	4.75	4.84	4.96	5.07	5.09
		IMA(1,1)	0.89	2.28	4.05	5.53	6.47
		AR(1)	1.05	2.47	3.95	4.88	5.13
		AR(12)	4.76	4.92	5.10	5.20	5.17
		ARMA(1,1)	0.94	2.40	3.91	4.84	5.12
Inflación interanual	ARIMA(p,d,q)	ARIMA(7,0,11)	0.86	2.11	3.33	4.46	5.10
		ARIMA(0,0,11)	0.77	1.94	3.06	4.31	4.87
Inflación interanual	SARIMA(p,d,q,P,D,Q)	SARIMA(7,0,11,1,0,1)	0.82683	2.20275	3.57119	5.00832	5.69562
		SARIMA(0,0,11,2,0,0)	0.75166	2.00250	3.24654	4.55302	5.17784
Inflación interanual	SUBSARIMA*	SUBSARIMA 1	0.63	1.58	2.82	3.90	4.41
		SUBSARIMA 2	0.88	2.26	4.03	5.52	6.47
		SUBSARIMA 3	0.87	2.20	3.95	5.45	6.45
		SUBSARIMA 4	0.63	1.59	2.84	3.92	4.44
		SUBSARIMA 5	0.99	2.40	4.16	5.63	6.53
		SUBSARIMA 6	0.62	1.54	2.78	3.85	4.36
		SUBSARIMA 7	0.71	1.68	2.95	4.05	4.59
Inflación intermensual	ARIMA(p,d,q)+DS+TREND	ARIMA(7,0,9)+DS+TREND	0.68	1.89	3.43	4.95	6.01
		ARIMA(2,0,0)+DS+TREND	0.64	1.66	2.89	4.02	4.69
		ARIMA(4,1,6)+DS	0.66	1.79	3.27	4.82	6.13
		ARIMA(2,1,1)+DS	0.64	1.70	3.10	4.52	5.55

NOTA: * Véase en el cuadro 3 para identificar los métodos SUBSARIMA evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro B.7: SV: RECM de pronóstico de la inflación interanual por método y horizonte predictivo en ejercicios fuera de muestra (enero de 2007 - septiembre de 2016).

Variable dependiente	Familia de métodos	Método de pronóstico	1 mes	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
Inflación interanual	Literatura	Random Walk	3.08	3.13	3.21	3.27	3.33
		IMA(1,1)	0.78	1.67	2.58	3.29	3.82
		AR(1)	0.76	1.59	2.33	2.78	3.05
		AR(12)	2.93	3.00	3.09	3.15	3.18
		ARMA(1,1)	0.78	1.64	2.45	3.00	3.40
Inflación interanual	ARIMA(p,d,q)	ARIMA(6,0,11)	0.65	1.38	2.14	2.82	3.32
		ARIMA(0,0,11)	0.63	1.33	2.13	2.83	3.37
Inflación interanual	SARIMA(p,d,q,P,D,Q)	SARIMA(3,0,11,0,0,1)	1.58	2.75	3.93	4.97	5.80
		SARIMA(1,0,11,2,0,1)	1.27	2.44	3.62	4.96	5.49
Inflación interanual	SUBSARIMA*	SUBSARIMA 1	0.59	1.23	1.94	2.58	2.97
		SUBSARIMA 2	0.78	1.66	2.58	3.29	3.82
		SUBSARIMA 3	0.78	1.67	2.58	3.29	3.83
		SUBSARIMA 4	0.57	1.16	1.78	2.33	2.60
		SUBSARIMA 5	0.76	1.65	2.57	3.28	3.82
		SUBSARIMA 6	0.57	1.16	1.78	2.33	2.60
		SUBSARIMA 7	0.57	1.16	1.78	2.34	2.60
Inflación intermensual	ARIMA(p,d,q)+DS+TREND	ARIMA(4,0,11)+DS+TREND	0.65	1.26	1.91	2.55	2.82
		ARIMA(0,0,0)+DS+TREND	0.57	1.15	1.77	2.33	2.62
		ARIMA(2,1,3)+DS	0.61	1.22	1.96	2.67	3.22
		ARIMA(0,1,1)+DS	0.57	1.18	1.86	2.52	2.97

NOTA: * Véase en el cuadro 3 para identificar los métodos SUBSARIMA evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Bibliografías

- ANG, ANDREW; BEKAERT, GEERT y WEI, MIN (2005). «Do Macro Variables, Asset Markets or Surveys Forecast Inflation Better?» *NBER Working Papers 11538*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- ATKESON, ANDREW y OHANIAN, LEE E. (2001). «Are Phillips curves useful for forecasting inflation?» *Quarterly Review*, (Win), pp. 2–11.
- CAPISTRÁN, CARLOS; CONSTANDSE, CHRISTIAN y FRANCIA, MANUEL RAMOS (2009). «Using Seasonal Models to Forecast Short-Run Inflation in Mexico». *Working Papers 2009-05*, Banco de México.
- CLARK, TODD E. (2004). «Can out-of-sample forecast comparisons help prevent overfitting?» *Journal of Forecasting*, **23(2)**, pp. 115–139.
- GIACOMINI, RAFFAELLA y WHITE, HALBERT (2006). «Tests of Conditional Predictive Ability». *Econometrica*, **74(6)**, pp. 1545–1578.
- GROEN, JAN J.J.; KAPETANIOS, GEORGE y PRICE, SIMON (2009). «A real time evaluation of Bank of England forecasts of inflation and growth». *International Journal of Forecasting*, **25(1)**, pp. 74–80.
- HAMILTON, JAMES D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- MEDEL, CARLOS (2012). «Akaike o Schwarz?Cuál elegir para Predecir el PIB Chileno?» *Working Papers Central Bank of Chile 658*, Central Bank of Chile.
- MEESE, RICHARD A. y ROGOFF, KENNETH (1983). «Empirical exchange rate models of the seventies : Do they fit out of sample?» *Journal of International Economics*, **14(1-2)**, pp. 3–24.
- PINCHEIRA, PABLO y GARCÍA, ÁLVARO (2012). «En busca de un buen marco de referencia predictivo para la inflación en Chile». *El Trimestre Económico*, **LXXIX (1)(313)**, pp. 85–123.
- PINCHEIRA, PABLO M. y MEDEL, CARLOS A. (2015). «Forecasting Inflation with a Simple and Accurate Benchmark: The Case of the US and a Set of Inflation Targeting Countries». *Czech Journal of Economics and Finance (Finance a uver)*, **65(1)**, pp. 2–29.
- STOCK, JAMES H. y WATSON, MARK W. (2008). «Phillips Curve Inflation Forecasts». *NBER Working Papers 14322*, National Bureau of Economic Research, Inc.