

Regla de Taylor para Colombia 2000-2015

**Autores:**

**Juan David Gaez Pizarro**

**Emilio Ochoa García**

TRABAJO DE GRADO

**Director:**

**David Estiven Agudelo**

Economista

UNIVERSIDAD EAFIT  
FACULTAD DE ECONOMIA

Medellín

2016

## Tabla de Contenidos

	Pagina
1. Introducción	3
2. Justificación	4
3. Objetivo	4
4. Revisión de literatura	4
5. Modelo teórico	8
6. Metodología	11
7. Signos esperados	12
8. Base de Datos y Estadística descriptiva	13
9. Estimación econométrica	18
10. Resultados	20
11. Conclusiones	22
12. Bibliografía	22

## 1. Introducción

Desde el año 2000 en Colombia, el Banco de la Republica ha guiado su política monetaria bajo el esquema de inflación objetivo, buscando mantener el nivel de precios por debajo de un rango determinado, y terminando así con una tradición de política monetaria laxa, la cual tuvo como consecuencia inflaciones de dos dígitos desde 1960 hasta la segunda mitad de la década de los 90.

La herramienta operacional para conseguir este objetivo ha sido la tasa de interés, con la que el banco realiza créditos interbancarios a un día. Así, el Banco recibe (entrega) sobrantes (faltantes) de efectivo, equilibrando el mercado mediante la oferta y demanda de fondos prestables. A través de este esquema, la intervención sobre la tasa de interés debería ejecutarse mediante movimientos cortos y graduales, asegurando que el mercado las absorba con la menor volatilidad posible. Sin embargo, estos movimientos obedecen a una estrategia general la cual es reflejo de una postura monetaria que asume el Banco Central, dándole prioridad al producto o a la inflación.

En la década de los 90, Jhon B Taylor (1993), muestra como el Banco Central de los Estados Unidos, ha tomado históricamente sus decisiones de política monetaria, a partir de un conjunto de información reducido, determinado por dos variables objetivo; el crecimiento económico y la inflación. Esto implicaría que la política monetaria debería ser anti cíclica, es decir, se debilite (baje la tasa de interés) en épocas de recesión y se fortalezca (suba la tasa de interés) en épocas de auge, asegurando el retorno de la inflación y el producto a sus niveles de equilibrio, bien sean tendenciales o de largo plazo.

Tener una regla de política monetaria es importante, debido a que reduce el riesgo de entrar en la inconsistencia intertemporal, según la cual los intereses políticos del Gobierno, llevan a políticas monetarias expansivas por parte del Banco Central, en condiciones que no maximizan el bienestar social en el largo plazo. Adicionalmente dicha regla, reduce la magnitud de los choques estocásticos ligados a fenómenos naturales y a la alta globalización de los mercados, permitiendo una elección óptima de los agentes entre consumo presente y futuro según su grado de impaciencia subjetiva.

Dada la importancia de tener una regla de política monetaria y la obligación constitucional del Banco de la Republica de Colombia de sostener el nivel de precios, podría pensarse que este sigue determinada regla. Por tal motivo con la presente investigación se pretende identificar la existencia de una “Regla de Taylor” para la economía colombiana en el periodo comprendido entre el 2000 y 2015. Primero, se revisa la literatura vigente sobre dicho tema a nivel internacional y los casos para

Colombia, posteriormente se plantea el modelo teórico, el cual da pie, a una contrastación empírica, utilizando técnicas econométricas de series de tiempo. Así, las conclusiones están orientadas a la determinación de la presencia y cuantificación de dicha regla.

## **2. Justificación**

La importancia de validar y cuantificar esta regla de política monetaria para el caso colombiano, radica en que se reduce la incertidumbre derivada de las fluctuaciones de la tasa de interés, disminuyendo el riesgo esperado de los inversionistas al poder prever sus flujos de caja futuros a un plazo mayor y haciendo más predecibles las decisiones del Banco Central, esto crea un ambiente favorable para atraer inversiones extranjeras logrando un círculo virtuoso de crecimiento económico a nivel agregado.

Además, reduce la magnitud de los choques estocásticos ligados a fenómenos naturales y a la alta globalización de los mercados, permitiendo una elección óptima de los agentes entre consumo presente y futuro según su grado de impaciencia subjetiva.

## **3. Objetivo**

Determinar la regla de política monetaria seguida por el Banco de la Republica de Colombia en el periodo 2000-2015, mediante un resumen exhaustivo de literatura y una contrastación econométrica.

## **4. Revisión de literatura**

### **4.1 Literatura Internacional**

John B. Taylor es el encargado de dar inicio a esta corriente de pensamiento, que involucra relacionar de manera determinística, con datos para la economía estadounidense, la existencia de una regla de política monetaria, orientada al manejo de la inflación y del producto, a partir de su artículo seminal Taylor (1993),

Taylor afirma que una buena regla de política monetaria debería acomodarse anti cíclicamente a la evolución de la economía. En este trabajo la especificación para la tasa de interés es:  $i_t = \bar{r} + \bar{\pi} + 0.5(\pi_t - 2\%) + 0.5(y_t - \bar{y}_t)$ , donde  $i$  es la tasa de interés de intervención,  $\pi$  es la inflación,  $y$  es el producto real y  $\bar{y}$  es el producto potencial, según el punto de vista clásico de pleno empleo. Allí el Banco Central responde cambiando su tasa de intervención en promedio en la misma magnitud, cuando aumenta la brecha del producto ( $y_t - \bar{y}_t$ ) y cuanto aumenta la inflación sobre su nivel de largo plazo.

Más adelante en Taylor (1999), se confirma la validez de su teoría, desde el punto de vista de las decisiones tomadas por el Banco Central de Estados Unidos, sobre la política monetaria, allí afirma que la regla de Taylor es la herramienta para determinar el comportamiento de la tasa de interés, optando por una regla óptima que maximiza el bienestar social, además hace hincapié en la necesidad de que los bancos centrales sigan algún tipo de regla determinística y de esta forma garantizar la estabilidad macroeconómica. La especificación que se usa en esta actualización tiene en cuenta las características implícitas de las series de tiempo y calcula mediante un modelo autorregresivo de orden uno AR(1) de la siguiente manera :  $i_t = \bar{r} + \bar{\pi} + \alpha(\pi_t - 2\%) + \beta(y_t - \bar{y}_t) + i_{t-1}$ , la agregación de este término ( $i_{t-1}$ ) de la tasa de interés nominal rezagada un periodo, permite reducir la correlación, encontrando residuales estacionarios y coeficientes que no estarían sesgados o lo estarían menos que los que no lo incluyen.

La contrastación de dicha regla de política monetaria con nuevas técnicas econométricas permite validar de forma amplia el funcionamiento de esta, es decir, contrastar la teoría con datos reales, y de cierto modo predecir y comprender movimientos en la economía, de hecho, Taylor (2007) incluye dentro de sus estimaciones nuevas herramientas, como las expectativas para modelar la tasa de interés.

En esta misma línea, Woodford (2001), resalta la importancia de tener una regla de política monetaria, que responda a las fluctuaciones en la brecha del producto y en la inflación, el objetivo de dicha regla es ayudar a suavizar la profundidad del ciclo económico. En contraste a la discrecionalidad, seguir una regla por simple que sea, garantiza estabilidad y seguridad, lo cual se traduce en menor riesgo y a su vez menor tasa de interés, este autor afirma que dicha regla puede encontrarse utilizando métodos econométricos y de simulación.

En Woodford (2001) se pone en tela de duda la teoría de Taylor (1993), argumentando que la medición por mínimos cuadrados que dicho autor hace estaría sesgada, debido a que Taylor elabora la tendencia del producto o producto potencial mediante un filtro y no con el nivel de plena utilización de los factores, el cual corresponde al concepto clásico del largo plazo, donde no existe la inflación, y el desempleo es voluntario; este error de medición, ocasiona desviaciones en el coeficiente asociado a esta variable y se podría subestimar o sobrestimar el efecto que tiene la brecha del producto en la tasa de interés. Por otro lado asume un intercepto estático, este concepto es erróneo debido a que este, debería acomodarse según las fluctuaciones de la inflación y el PIB, además de los choques estocásticos.

Por su parte Orphanides (2003), muestra que el crecimiento de la economía de Estados Unidos en la década de los ochentas y noventas, corresponde al crecimiento de los factores de producción y la

productividad, en este marco la FED no tendría características intervencionistas o no habría influido el producto, dicho planteamiento es debatido con el comportamiento reciente de dicha institución, donde después de la crisis del 2012 muestra un fuerte activismo mediante la tasa de interés de intervención.

Otro concepto que se sale de la línea tradicional sobre la regla de Taylor, es Ball (1999), en este trabajo el objetivo de la política monetaria es minimizar la varianza del producto y la varianza de la inflación, después de un proceso de optimización, se podrían llegar a una regla óptima. En este contexto resultaría óptima una política de inflación objetivo consistente con las reglas de política monetaria.

Smets (2002) encuentra que la agregación de incertidumbre a la hora de medir la brecha del producto, no altera de manera significativa los coeficientes encontrados por Taylor en su análisis econométrico, esto es importante ya que ratifica la validez de la teoría.

Coibion y Gorodniechnko (2011) intentan agregar nuevas variables a la especificación hecha por Taylor (1993), concretamente agrega el crecimiento del producto, y un rezago de orden dos de la tasa de interés nominal, además incluye el componente de incertidumbre en cada una, es decir, la expectativa sobre la formación futura de estas variables, dicha variable resulta ser fundamental para explicar la tasa de interés nominal. Estos autores han introducido diferentes métodos de medición que han ayudado a eliminar la correlación de las estimaciones, obteniendo mejores coeficientes.

En la literatura también se pueden encontrar investigaciones tipo datos de panel que buscan encontrar efectos entre países con características homogéneas en cuanto a economía, ubicación geográfica y cultura, entre ellos Basilio (2008), allí se ha encontrado que, en el caso de las economías desarrolladas, los bancos centrales toman sus decisiones de una manera consistente y acorde al esquema de inflación objetivo.

Gerlach y Schnabel (2000) encuentran para la Eurozona en los años 1990 a 1998, que las decisiones de política monetaria han sido consistentes con las variaciones en la brecha del producto y la inflación, Ulrich (2003) ratifica este resultado, además concluye, que, dentro de la función de reacción del Banco Central europeo, está la tasa de interés fijada por la FED.

Bernanke y Mihov (1997) encuentran que para Alemania la regla de Taylor no resulta acorde, debido a que tiene una política de inflación objetivo, en este contexto la tasa de interés no se utilizaría como instrumento de política monetaria, por otra parte, Clausen y Meier (2005), encuentran que el banco central Alemán, sigue una regla de política monetaria, esto tomando una muestra para diferentes años.

Chevapatrakul (2003) contrasta una regla de política monetaria para Inglaterra para los años 1992 al 2000, encuentra que la brecha del producto y la inflación resultan insuficientes para explicar los movimientos futuros de la tasa de intervención, esta evidencia es a favor de la discrecionalidad.

#### **4.2 Literatura Nacional**

Como una primera aproximación del análisis de la regla de Taylor aplicado al contexto colombiano, Clavijo (2002) sugiere que la inclusión de la tasa de cambio real en la mencionada regla no es el mejor enfoque a seguir dado el problema asociado a la incertidumbre de largo plazo asociado a la paridad del poder adquisitivo. A través de la condición de la paridad de la tasa de interés (descubierta) argumenta que su efecto en las reservas netas internacionales se traslada a cambios en la relación entre los agregados monetarios y la tasa de interés doméstico.

Las expectativas de inflación ancladas a la regla de Taylor fueron analizadas por Bernal (2003), según el autor, el Banco de la Republica para el periodo comprendido entre 1991 y 1999 ha adoptado una regla de política monetaria donde la inflación esperada responde en contraposición a la inflación rezagada. Adicionalmente, plantea la existencia de un componente de estabilización de la regla, luego, manteniendo constante la inflación esperada, el Banco ajusta las tasas en respuesta a la posición de su producto relativo a su producto tendencial.

Melo & Riascos (2004) por su parte, identifican los efectos expansivos de la política monetaria, argumentando que en el corto plazo una reducción de la tasa de interés nominal inducida por la autoridad monetaria estimula la economía por uno o dos trimestres, mientras en términos del producto y el empleo tales efectos no presentan mayor significancia. Adicionalmente, tal reducción conlleva a la disminución de la inflación por varios trimestres.

Por otro lado, Pérez (2005) estudia la viabilidad de usar la inflación total, la inflación doméstica o la inflación objetivo, dentro de la función de reacción del Banco Central como medida de inflación objetivo. Sus resultados indican que la política más efectiva para reducir la variabilidad de la inflación total es aquella en la cual el banco central responde a la inflación total, en un contexto en el que la política monetaria implica un balance entre la incertidumbre sobre la inflación y la variabilidad del producto.

En materia de estimación de la regla optima de Taylor destacan los planteamientos realizados por Rhenals & Saldarriaga (2008), dichos autores, definen una probable regla en la conducción de la política monetaria colombiana para el periodo comprendido entre 1991 y 2006. Sus estimaciones dan

cuenta de una mayor reacción de la autoridad monetaria a la inflación cuando se implementa el esquema de meta inflacionaria.

En esta misma vía Nisperuza & Pradere (2011) llevan a cabo una estimación de la regla de Taylor entre los años 2003 y 2008. Su aporte en materia metodológica se basa en la estimación, con datos en tiempo real (DTR) otorgando una aproximación que dista significativamente de los datos revisados, dado que los modelos de regla de política monetaria con datos revisados subestiman la reacción de la tasa de interés ante cambios en la brecha de inflación y sobreestiman su reacción a cambios en la brecha del producto.

En Pabón & Bedoya (2016), en un enfoque más reciente se examina el desempeño del esquema de inflación objetivo, hacen uso de un modelo lineal dinámico para estimar los parámetros asociados a la regla de Taylor entre el periodo 2000 al 2014, al igual que nuestro trabajo, concluyen que variables como el tipo de cambio y el crédito exterior no son relevantes para explicar las variaciones en la tasa de intervención del Banco de la Republica de Colombia, por el contrario, las variaciones de dicha tasa obedecen directamente a las variaciones del PIB cíclico y de la inflación objetivo.

## 5. Modelo teórico

En primera instancia se explicará la intuición del modelo básico de la regla de Taylor para explicar las fluctuaciones de la tasa de interés, de esta manera por el lado de la oferta se tiene una curva de Phillips (1958) aumentada con expectativas

$$\pi_t = \pi_t^e + \theta(y_t - \bar{y}_t) + \varepsilon_t \quad (1)$$

donde  $\pi_t$  corresponde a la inflación ex post en el periodo  $t$ ,  $\pi_t^e$  es la inflación esperada,  $y_t$  es el producto,  $\bar{y}_t$  es el producto potencial y  $\varepsilon_t$  representa un shock por el lado de la oferta. Esta representación de la oferta de corto plazo, intuitivamente indica que la única manera de que el producto crezca en el corto plazo, es que la inflación ex post sea mayor a la inflación esperada, es decir los agentes en la economía se ven motivados a producir más de su bien dado que creen que solo el precio de su bien ha subido y no el nivel general de precios.

La segunda parte del modelo, se denominará RPM o regla de política monetaria

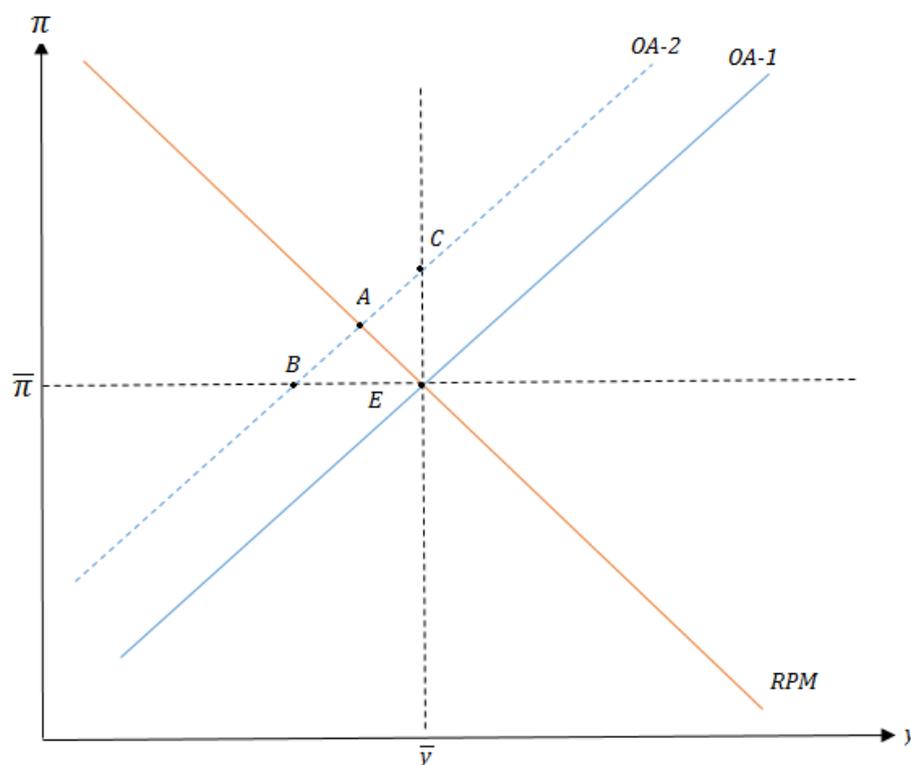
$$\pi_\tau - \bar{\pi} = -\sigma(y_t - \bar{y}_t) + v_t \quad (2)$$

En esta ecuación  $\sigma$  representa la aversión del Banco de la Republica a las desviaciones del producto,  $v_t$  es un shock tipo ruido blanco idénticamente distribuido y  $\bar{\pi}$  es la inflación de largo plazo. Esta regla será la que siga la autoridad económica para fijar la tasa de interés, tal cual se explicará adelante.

La RPM expresa una relación inversa entre la inflación y la brecha del producto, teóricamente esto indica que la autoridad monetaria observa el estado de la economía y con base en esto elige un nivel de inflación, es decir balancea las pérdidas de bienestar social derivadas del aumento de la inflación y del desempleo. En este modelo cuanto mayor sea el valor del parámetro  $\sigma$ , menor es la aversión a la inflación y mayor a la brecha del producto.

Bajo el supuesto de que la oferta agregada es horizontal o tiene pendiente positiva, expresada en la curva de Phillips, se permite que la política monetaria tenga efectos reales en el corto plazo, dada la rigidez de salarios nominales y sus efectos en la demanda de trabajo.

**Grafico 1:** Oferta agregada y Regla de política monetaria



*Fuente: De Gregorio (2007)*

En equilibrio la economía se encuentra en el punto E, se supone un shock negativo de oferta lo cual hace desplazar la curva de oferta agregada de OA-1 a OA-2, de esta manera la economía se encontraría en el Punto A, donde el producto es menor al producto de pleno empleo denominado  $\bar{y}$ , sin embargo, la

inflación es mayor que su nivel de largo plazo  $\bar{\pi}$ , por lo tanto la reacción del Banco de la republica va a depender de su objetivo de política monetaria.

Si el objetivo del Banco central es minimizar la brecha del producto, le va a interesar disminuir la tasa de interés, esto ocasiona que el precio de los bonos aumente y los agentes deseen venderlos, así, aumentara la base monetaria, esto tendría como consecuencia el aumento del consumo y de la inversión, así aumentaría la demanda agregada, con lo cual aumentaría el nivel de producto y a su vez el empleo, sin embargo, también lo haría la inflación, llegando al punto C.

Si por el contrario el objetivo del Banco de la república es el control de los precios, aumentara la tasa de interés, con lo cual ocasionaría la disminución del precio de los bonos y disminuyendo la base monetaria, así, disminuiría también el consumo y la inversión, también lo haría el nivel de precios, cayendo el nivel de actividad económica, ubicándose en el punto B.

Una vez analizado el modelo básico, se introduce el modelo de regla de política monetaria optimo, tomado de De Gregorio (2007), en este se pretende minimizar la función de pérdida del Banco Central, es decir, optimizar la función:

$$(1 - \varepsilon) E_t \sum_{T=0}^{\infty} \varepsilon^T [\lambda(y_t - \bar{y})^2 - (\pi_{t+T} - \bar{\pi})^2] \quad (3)$$

El parámetro  $(1 - \varepsilon)$  es conocido en microeconomía como la tasa subjetiva de descuento intertemporal, su valor se encuentra entre 0 y 1, esta función es propuesta inicialmente por Svensson (2003), la intuición es que el banco debe estabilizar el producto y la inflación, cuando están por encima o por debajo de sus niveles de estado estacionario, mediante la tasa de interés. Más detalladamente, hay una pérdida social cuando estos valores se desvían de su objetivo de largo plazo.

Sujeto a (1):

$$\pi_t = \pi_t^e + \theta(y_t - \bar{y}_t) + \varepsilon_t \quad (4)$$

Consideramos la siguiente curva IS

$$y_t = \bar{y} + A - \phi(i_t - \pi_t^e) + \mu_t \quad (5)$$

A es la absorción interna (C+I+G) y  $\mu_t$  son shocks ruido blanco de demanda, si se despeja la ecuación número (4) y se introduce en (5) se puede plantear el siguiente Lagrangiano y proceder con la optimización lineal.

$$L = (1 - \varepsilon) E_t \sum_{T=0}^{\infty} \varepsilon^T \left\{ \frac{\lambda}{\theta^2} [\pi_{t+T} + \pi_{t+T}^e - \varepsilon_{t+T}]^2 + (\pi_{t+T} - \bar{\pi})^2 \right\} \quad (6)$$

Haciendo la condición de primer orden en cuanto a la inflación, se obtiene la siguiente expresión:

$$\frac{dL}{d\pi_t} = (1 - \varepsilon) \left[ 2 \frac{\lambda}{\theta^2} (\pi_t + \pi_t^e - \varepsilon_t) + 2(\pi_t - \bar{\pi}) \right] \quad (7)$$

Reescribiendo

$$\pi_t = \frac{\lambda}{\theta^2 + \lambda} (\pi_t^e + \varepsilon_t) + \frac{\theta^2}{\theta^2 + \lambda} \bar{\pi} \quad (8)$$

Si se reemplaza (8) en (1) se obtiene:

$$y_t - \bar{y} = \frac{\theta}{\theta^2 + \lambda} (\bar{\pi} - \pi_t^e - \varepsilon_t) \quad (9)$$

Llegando a (8) y sustituyéndola en la curva IS, (4), y despejando la tasa de interés se obtiene.

$$i_t = \frac{A + \alpha}{\phi} + \pi_t^e - \frac{\theta}{\phi(\theta^2 + \lambda)} (\bar{\pi} - \pi_t^e - \varepsilon_t) + \frac{\mu_t}{\phi} \quad (10)$$

Por De Gregorio (2007) en estado estacionario

$$\frac{A + \alpha}{\phi} = \bar{r}$$

Por lo tanto, se puede reescribir la ecuación de la siguiente manera

$$i_t = \bar{r} + \bar{\pi} + \beta(\pi_t - \bar{\pi}) + \psi(y_t - \bar{y}) - \varepsilon_t + \frac{\mu_t}{\phi} \quad (11)$$

La tasa de interés óptima va a depender del diferencial de la inflación y la inflación de largo plazo, además del diferencial del PIB y el PIB potencial o de estado estacionario, más un shock de oferta y otro de demanda.

Esta ecuación 10, será la que se estimará econométricamente. Teniendo en cuenta los antecedentes teóricos y la revisión de literatura se hace posible plantear los objetivos del trabajo explícitamente.

## 6. Metodología

Para la contrastación empírica de los resultados, en primera instancia, se hace una estadística descriptiva, que permitirá identificar la estacionariedad y estacionalidad de las series y de esa manera optar por el método econométrico más apropiado.

Para el manejo de las raíces unitarias y filtración del componente cíclico y tendencial de las series, se recurre al filtro de Hodrick y Prescott, una vez extraída la tendencia del PIB y la inflación, se resta con el dato ex post y, así, se formarían los diferenciales que utilizaremos para las regresiones posteriores.

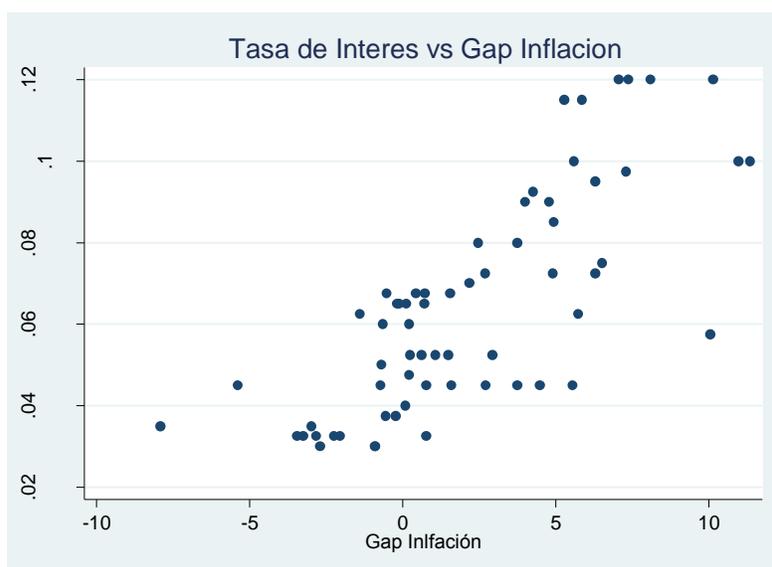
En la primera parte de las regresiones se aplicará la técnica de mínimos cuadrados ordinarios con las dos variables exógenas, después se procederá a chequear los residuales para descartar la presencia de cointegración, correlación, heterocedasticidad y validar la significancia estadística de las variables. Después, se procederá a estimar mediante máxima verosimilitud utilizando el modelo ARIMA, mediante regresiones auxiliares se determinará el orden de este.

En ausencia de correlación y validando los supuestos del modelo en cuanto a la estacionariedad de sus residuales, se chequeará la significancia estadística de los coeficientes y así se tendrán argumentos sólidos, para refutar o validar, la regla de Taylor para el caso colombiano 2000-2015.

## 7. Signos esperados

En cuanto al Gap de la inflación, se espera tenga un signo positivo, es decir, cuando la inflación supera la inflación objetivo de un periodo, es consecuente, según la regla de Taylor que el Banco Central optara por aumentar la tasa de interés de intervención.

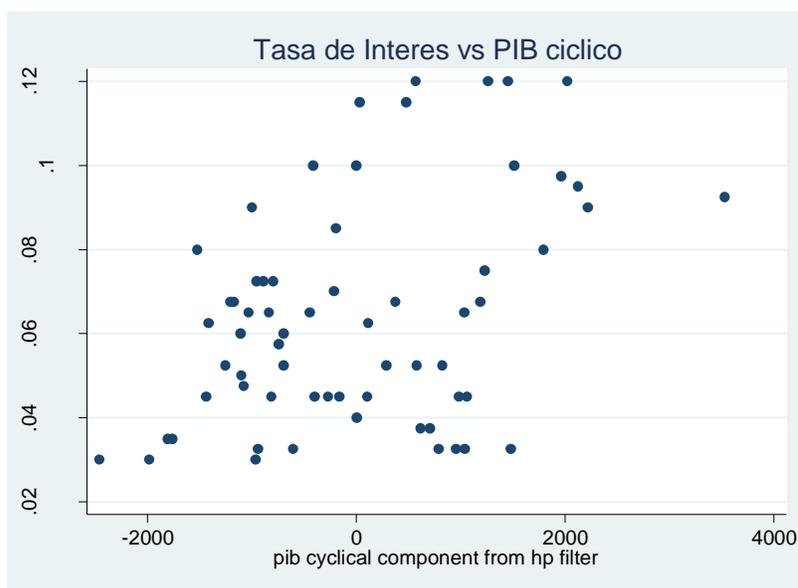
**Grafico 2.** Tasa de interés vs Gap Inflación.



*Fuente: Banco de la Republica de Colombia*

Para el PIB cíclico se espera también un signo positivo, es decir, cuando aumenta el PIB por encima del PIB tendencial, el Banco central debería aumentar las tasas de interés para disminuir el consumo, la inversión e incentivar el ahorro.

**Grafico 3.** Tasa de interés vs PIB cíclico



*Fuente: Banco de la Republica de Colombia*

## 8. Base de Datos y Estadística descriptiva.

### 8.1 Construcción de variables:

**Tasa de interés:** Tasa de interés del Banco de la Republica de Colombia de intervención desde el primer trimestre del año 2000 hasta el último trimestre del año 2015.

**Inflación:** Inflación ex post correspondiente a la variación anual (mensual, variación anual) del Banco de la Republica de Colombia desde el primer trimestre del año 2000 hasta el último trimestre del año 2015.

**Inflación Meta:** se toma la inflación meta del Banco de la Republica de Colombia desde el primer trimestre del año 2000 hasta el último trimestre del año 2015

**PIB:** Producto interno Bruto de Colombia, correspondiente al primer trimestre del año 2000 hasta el último trimestre del año 2015

**PIB tendencial:** Se extrae la tendencia de la serie median el filtro de Hodrick y Prescott correspondiente al primer trimestre del año 2000 hasta el último trimestre del año 2015

**Gap Inflación:** Corresponde a la diferencia entre la inflación ex post y la inflación meta.

**PIB cíclico:** Corresponde a la diferencia entre el PIB y el PIB tendencial

Inicialmente se toman las variables y se hace un análisis grafico además de la tabla de estadística descriptiva

**Tabla 1.** Estadística descriptiva

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Error estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Tasa de interés</b>	6.400	2.700	0.030	0.120
<b>Inflación</b>	15.284	6.342	5.540	29.640
<b>Inflación meta</b>	13.125	3.765	9.000	19.500
<b>PIB</b>	98348.840	20208.220	70991.000	134400.000
<b>PIB tendencial</b>	98348.840	20148.010	68966.830	135141.200
<b>Gap Inflación</b>	2.159	3.999	-7.910	11.340
<b>PIB cíclico</b>	0.000	1219.152	-2460.497	3533.675

La tasa de interés, la inflación, la inflación meta son porcentajes, el PIB, PIB tendencial y PIB cíclico están en millones de pesos, por último el GAP de la inflación es la resta de dos porcentajes.

La tasa de interés media corresponde al 6.4%, su desviación estándar es de 2.7, esta serie ha sufrido cambios estructurales a la baja en el periodo de la muestra, como se puede observar en el grafico número 4. La inflación también tiene una tendencia negativa, se puede observar en el grafico número 5, que la inflación ex post sigue muy de cerca la inflación objetivo, esto refleja el esfuerzo por mantenerla

constante, su media es de 15.28%, su desviación estándar es pequeña, la mitad de su media, esto refleja poca dispersión y ratifica el hecho de que esta obedezca a una tendencia determinística. El PIB real está en millones de pesos, es creciente, con una media de 988348 millones y una desviación estándar menor a su media.

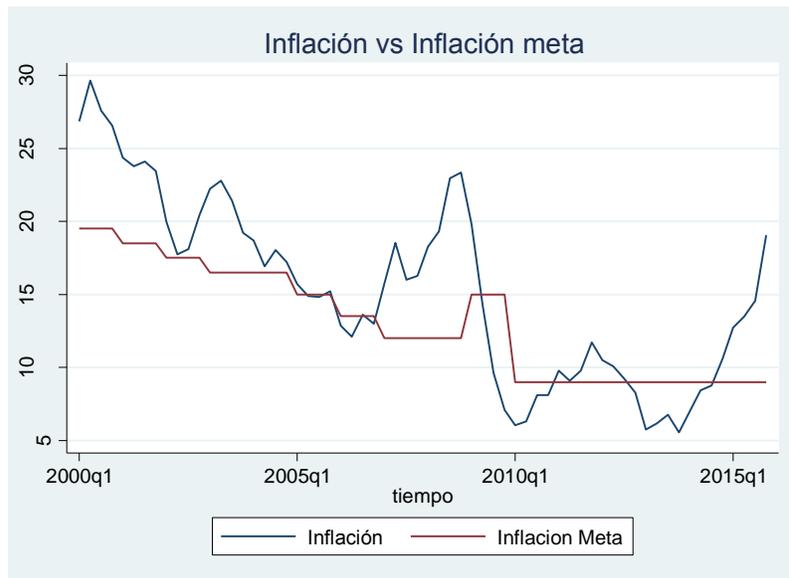
El Gap de la inflación presenta una media positiva, es decir en promedio, la inflación siempre supera la meta, en el periodo de la muestra, esto es una clara muestra de que el Banco de la Republica es consciente que es necesario un nivel sostenido de inflación en la economía óptimo para garantizar su crecimiento en el corto plazo.

**Grafico 4.** Tasa de interés en el tiempo



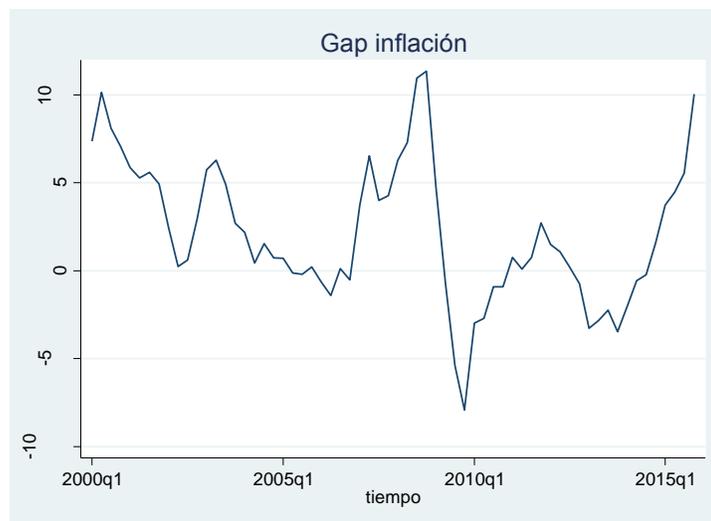
*Fuente: Banco de la Republica de Colombia*

La serie de la tasa de interés ha tenido una tendencia a la baja, la cual es el reflejo de grandes cambios a nivel micro y macroeconómico, dentro de los cuales hay factores internos como externos. Dentro de los factores externos se puede mencionar la disminución de la tasa de interés de Estados Unidos y del Reino Unido, el aumento del ahorro internacional dados los excesos de efectivo generados por los países petroleros, lo cuales fluyeron hacia las economías desarrolladas y por último la mayor capacidad del mercado de diversificar el riesgo. En resumen la dinámica internacional junto con la desaceleración de los mercados y el consumo mundial son consecuentes con una disminución de la tasa de interés.

**Grafico 5.** Inflación vs Inflación meta

*Fuente: Banco de la Republica de Colombia*

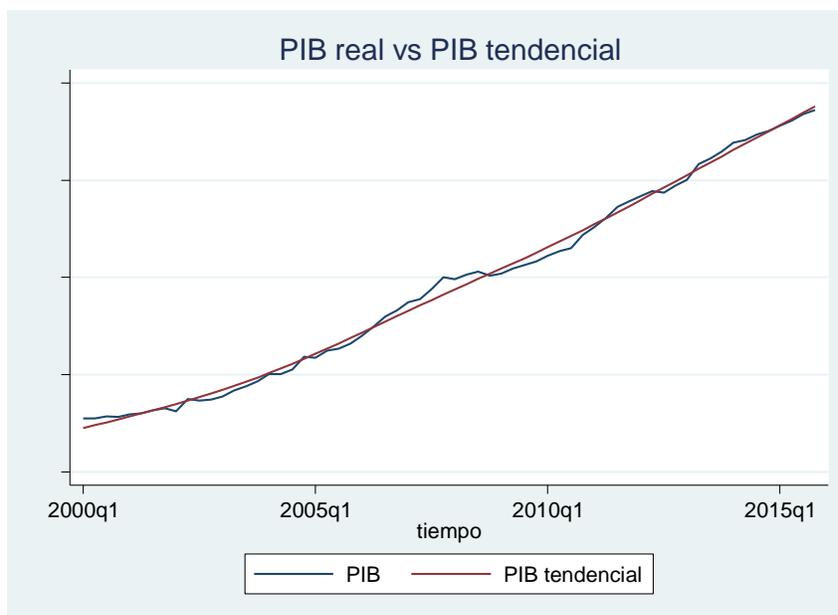
Esta serie ha venido disminuyendo en el periodo de la muestra debido al esquema de inflación objetivo, esto muestra los esfuerzos que ha venido haciendo la autoridad monetaria, para controlar el nivel de precios y disminuir la base monetaria.

**Grafico 6.** Gap inflación

*Fuente: Banco de la Republica de Colombia*

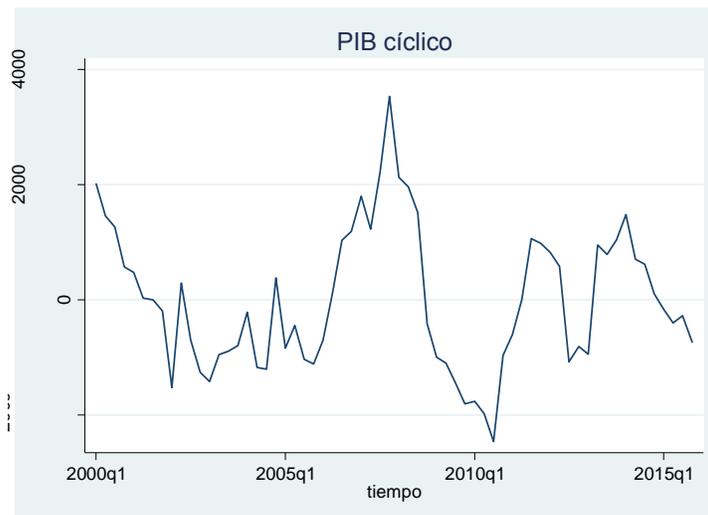
Se puede evidenciar una serie estacionaria, en su mayoría positiva, esto significaría que en promedio son más los años donde la inflación ex post ha superado la inflación objetivo. Desde el punto de vista de las expectativas racionales, solo este tipo de cambios en la inflación, no esperados por los agentes, van a tener consecuencias reales en el producto.

**Grafico 7.** PIB real vs PIB tendencial



*Fuente: Banco de la Republica de Colombia*

Las dos series corresponden a procesos explosivos, es decir, son no estacionarias, este comportamiento es esperado y característico.

**Grafico 8. PIB cíclico**

*Fuente: Banco de la Republica de Colombia*

Esta serie es claramente estacionaria, a diferencia de la inflación, su media tiende hacia el cero y no presenta alta volatilidad, esto será de gran ayuda en la estimación econométrica.

## 9. Estimación econométrica

Modelo econométrico a estimar:

$$i_t = \alpha + \beta(\pi_t - \bar{\pi}) + \psi(y_t - \bar{y}) + \epsilon_t$$

Donde:

$i_t$ : Corresponde a la tasa de interés de intervención del Banco de la Republica

$\pi_t$ : Inflación ex post

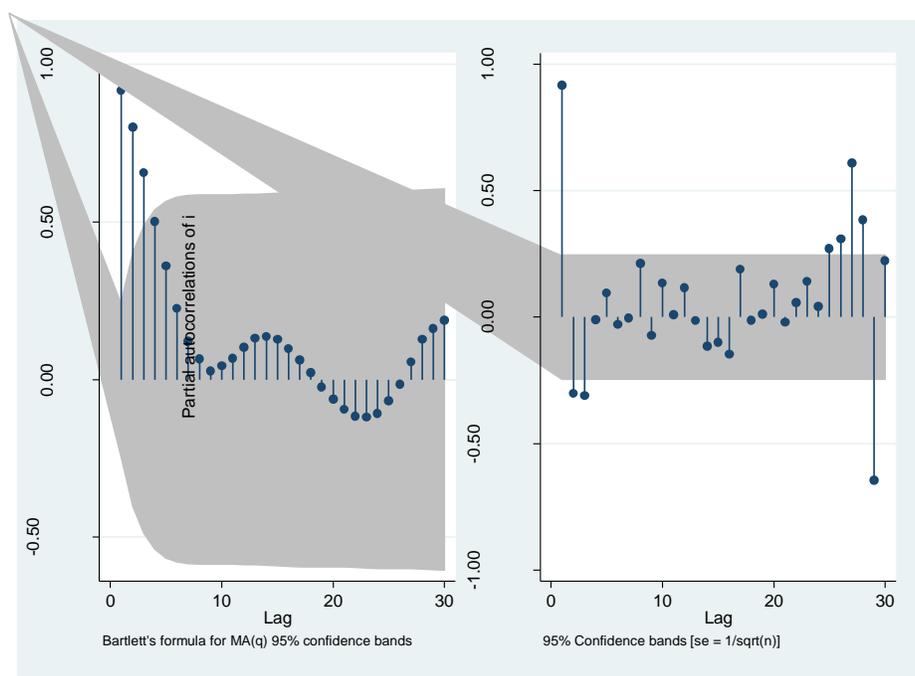
$\bar{\pi}$ : Inflación objetivo

$y_t$ : PIB real

$\bar{y}$ : PIB tendencial

En el análisis econométrico es importante destacar que se trabaja con series de tiempo y una periodicidad trimestral, de esta manera se analiza la función de auto correlación y la función de auto correlación parcial, asociado a la tasa de interés, se desea eliminar cualquier efecto asociado a la autocorrelación y la heterocedasticidad que lleve a una sobre estimación de los parámetros y un mal cálculo de las desviaciones estándar, ya que esto tendría consecuencias de sobre estimación o subestimación de los efectos de las diferentes variables explicativas o entrar en el error tipo 1 y rechazar la significancia de coeficientes que en realidad explican el fenómeno.

**Grafico 9.** Función de auto correlación y auto correlación parcial de la tasa de interés.



*Fuente: Cálculo de los autores*

En este caso, se puede observar un decaimiento sinusoidal en la función de auto correlación, esto sería evidencia de un proceso tipo AR(1), es decir, la tasa de interés del presente es influenciada por la tasa de interés del pasado, del periodo inmediatamente anterior, dicha evidencia es ratificada por la función de auto correlación parcial, esta presenta un corte que se sale de la banda de confianza de dos desviaciones estándar.

En primera instancia se hará una regresión por mínimos cuadrados ordinarios, se le harán los test de auto correlación de Durbin y Watson y el test de heterocedasticidad de Breush y Godfrey. Al no cumplir los supuestos de estacionariedad de los residuales y auto correlación, se opta por estimar mediante máxima verosimilitud un modelo ARIMA (1,0,0), el cual resulta mejorar los resultados, y por último se corrige mediante un vector ortogonal siguiendo la metodología de White en la matriz de varianzas y covarianzas.

## 10. Resultados

**Tabla 2.** Resultados

<b>Variable</b>	<b>Regresión 1</b>	<b>Regresión 2</b>	<b>Regresión 3</b>
<b>Gap Inflación</b>	0.0046777*** (0.0005716)	0.0013383*** (0.0003742)	0.0013383*** (0.0003275)
<b>PIB cíclico</b>	0.0000036* (0.0000019)	0.0000020** (0.0000009)	0.0000020*** (0.0000006)
<b>Tasa de interés primer rezago</b>		0.7605851*** (0.0493631)	0.7605851*** (0.0556526)
<b>constante</b>	0.0540433*** (0.0024521)	.0116751*** (0.0032902)	0.0116751*** (0.0025842)
<b>DW</b>	0.3123	Na	Na
<b>R2</b>	0.6	Na	Na
<b>Jarque Bera test para los residuales</b>	0.8038	0.0000	0.0000
<b>Prueba Heterocedasticidad p value</b>	0.0626	Na	Na

\*\*\*1%, \*\*5%, \*10% niveles de significancia

## Regresión 1

En esta regresión, la metodología seguida es mínimos cuadrados ordinarios, el coeficiente asociado al Gap de la inflación es totalmente significativo y positivo, esto es totalmente acorde con la teoría y con la derivación lógica de nuestro modelo. El coeficiente asociado a la variable PIB cíclico, es positivo y de menor magnitud que el de la inflación, esto es acorde con la teoría, debido a que la prioridad del Banco de la Republica es el manejo de la inflación y no el manejo del producto, sin embargo, no se puede hacer una interpretación de las magnitudes ni de la significancia estadística de los coeficientes debido a que posee problemas de auto correlación y de heterocedasticidad como se muestra en la tabla de resultados

Este problema de auto correlación es ocasionado por la estructura auto regresiva de orden uno de la tasa de interés, para hallar un coeficiente no sesgado se debe incluir esta información en la próxima regresión, además de esto vemos que la prueba de heterocedasticidad resulta en el límite de la significancia estadística, esto podría ocasionar que se acepten la validez de un coeficiente cuando en realidad no es significativo o se rechace un la validez de un coeficiente cuando en realidad es válido, es decir, cometer el error tipo uno o tipo dos

## Regresión 2

En esta regresión se agrega el término de la tasa de interés rezagada un periodo, debido a esto ya no se podría estimar por mínimos cuadrados, se propone entonces, el tipo de medición mediante

$$i_t = \alpha + \beta(\pi_t - \bar{\pi}) + \psi(y_t - \bar{y}) + i_{t-1} + \epsilon_t$$

Esta ecuación se estima mediante el método de máxima verosimilitud, es decir se asume una distribución de la serie de tipo normal, la cual se optimiza, tomando los coeficientes más “verosimiles” o máximos dentro de la función cóncava.

En este caso, se observa que la introducción de la tasa de interés rezagada un periodo corrige los problemas de correlación del modelo, un indicio de esto, es que el coeficiente asociado a el Gap del producto, resulta ser estadísticamente significativo a un nivel del 5%. Los coeficientes asociados a las variables endógenas conservan sus signos esperados según la estructura teórica de la regla de Taylor.

Sin embargo, antes de interpretar los coeficientes, se le agregara a la estimación la matriz robusta de White para la estimación de la varianza.

### **Regresión 3**

En esta regresión, se agrega, aparte de la estructura auto regresiva de la tasa de interés, la matriz robusta de White, esta matriz se genera mediante la combinación de dos matrices instrumento, las cuales conjugadas logran abstraer el componente de heterocedasticidad en la matriz de variables exógenas, es decir la heterogeneidad entre observaciones de la muestra.

Se observa como la introducción de esta matriz, mejora la significancia estadística de todas las variables, incluyendo el Gap del producto. En este caso un aumento de un 1% en la brecha del PIB, ocasionaría en promedio un aumento del 0.1% en la tasa de interés, este coeficiente es totalmente significativo. Un aumento de 1000 millones de pesos, en promedio ocasiona el aumento de 0.0002% en la tasa de interés, el coeficiente es totalmente significativo.

Estos resultados se encuentran controlando por correlación y heterocedasticidad, de tal manera se espera, su sesgo de medición sea mínimo. Los resultados son consecuentes con los encontrados por los autores Pabón & Bedoya (2016)

## **11. Conclusiones**

La conclusión más importante a la que se llega mediante este documento, es la aceptación, de la regla de Taylor para la economía colombiana en el periodo 2000 a 2015 partiendo de datos trimestrales. Mediante la econometría aplicada se halló que los signos asociados a las variables exógenas del modelo (Gap inflación y Gap del producto) son positivos y totalmente significativos. Este resultado es importante ya que hay un argumento matemático que reafirma la reputación del Banco de la República de tomar sus decisiones mediante una regla, la cual reduce el riesgo de tasa de interés de los inversionistas y tiene como consecuencia una senda sostenible de la demanda agregada en el largo plazo, acorde con lo encontrado por autores como Pabón & Bedoya (2016)

Por otro lado se puede afirmar que existe una preferencia del Banco de la República por mantener la estabilidad inflacionaria por encima de que el producto se encuentre en su nivel de pleno empleo. Es decir, el Banco tolera más, que el producto fluctúe, a que lo haga la inflación, de esta manera se espera que la regla de política monetaria RPM sea casi horizontal. Esto se debe a que por orden constitucional

el Banco tiene como tarea principal garantizar la estabilidad en el nivel de precios, lo cual, según la teoría económica clásica, constituye el activo más importante del Banco de la República.

Estos hechos estilizados promueven la seguridad para el inversionista, el cual puede prever los flujos de caja con menor variación estocástica, asegurando posiciones favorables, maximizando su ganancia y haciendo entrar la economía en un círculo virtuoso de crecimiento.

## **12. Alcances y limitaciones**

Dada la característica de los datos tomados de fuentes secundarias, no es posible validar con total certeza los resultados y conclusiones del ejercicio. En la medida que se contemplen diferentes técnicas de medición asociadas a diferentes variables relevantes desde el punto de vista macroeconómico y estadístico, otros investigadores podrían encontrar resultados distintos a los obtenidos en esta monografía.

Por último, se aclara que las opiniones expresadas en esta monografía son responsabilidad única y exclusiva de los autores y que la universidad EAFIT no es responsable de estas.

## **13. Bibliografía**

- 1) Amaya, J. M. P. (2005). *Evaluación de reglas de tasa de interés en un modelo de economía pequeña y abierta* (Doctoral dissertation, Uniandes).
- 2) Arango, L. E., Cabrera, W., Gómez, E., & Mendoza, J. C. (2013). Tasa de interés de largo plazo, interés técnico y pasivo pensional. *Borradores de economía, Banrep*.
- 3) Basilio, J. R. (2013). *Empirics of Monetary Policy Rules: The Taylor Rule in Different Countries* (Doctoral dissertation, University of Illinois at Chicago).
- 4) Bernal, R. (2003). Monetary policy rules in Colombia. *Desarrollo y sociedad, 51*, 3753.

- 5) Bernanke, B. S., & Mihov, I. (1997). What does the Bundesbank target?. *European economic review*, 41(6), 1025-1053.
- 6) Clavijo, S., & E52, P. M. (2002). Política monetaria y cambiaria en Colombia: progresos y desafíos (1991-2002). *Ensayos sobre política económica*, 42, 87-42.
- 7) Coibion, O., & Gorodnichenko, Y. (2011). *Why are target interest rate changes so persistent?* (No. w16707). National Bureau of Economic Research.
- 8) De Gregorio Rebeco, J. F. (2007). *Macroeconomía: Teoría y políticas*.
- 9) Friedman, M., & Schwartz, A. J. (2008). *A monetary history of the United States, 1867-1960*. Princeton University Press
- 10) Friedman, M. (1995). *The role of monetary policy* (pp. 215-231). Macmillan Education UK.
- 11) Gerlach, S., & Schnabel, G. (2000). The Taylor rule and interest rates in the EMU area. *Economics Letters*, 67(2), 165-171.
- 12) Gerberding, C., Seitz, F., & Worms, A. (2005). How the Bundesbank really conducted monetary policy. *The North American journal of economics and finance*, 16(3), 277-292.
- 13) Kim, T. H., Chevapatrakul, T., & Mizen, P. (2003, June). Predicting changes in the interest rate: the performance of Taylor Rules versus alternatives for the United Kingdom. In *Royal Economic Society Annual Conference 2003* (No. 122). Royal Economic Society
- 14) Lucas, R. E. (1976, December). Econometric policy evaluation: A critique. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy* (Vol. 1, pp. 19-46). North-Holland
- 15) Lucas, R. E. (1972). Expectations and the Neutrality of Money. *Journal of economic theory*, 4(2), 103-124.
- 16) Lucas, R. E. (1973). Some international evidence on output-inflation tradeoffs. *The American Economic Review*, 63(3), 326-334.

- 17) Lucas, R. E. (1982). Interest rates and currency prices in a two-country world. *Journal of Monetary Economics*, 10(3), 335-359
- 18) Melo, L. F., & Riascos, Á. (2004). Sobre los efectos de la política monetaria en Colombia. *Revista ESPE*, 45, 172-221.
- 19) Nisperuza, G. L. B., & Pradere, J. T. (2011). Datos en tiempo real: una aplicación a la regla de Taylor en Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 13(24).
- 20) Orphanides, A. (2003). The quest for prosperity without inflation. *Journal of monetary Economics*, 50(3), 633-663.
- 21) Pabón, C., & Bedoya, J. G. (2016). Regla de Taylor en Colombia: ¿Variante a través del tiempo? . Retrieved from [https://economia.uniandes.edu.co/components/com\\_booklibrary/ebooks/dcede2016-10.pdf](https://economia.uniandes.edu.co/components/com_booklibrary/ebooks/dcede2016-10.pdf)
- 22) Phillips, A. W. (1958). The Relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861–1957. *economica*, 25(100), 283-299
- 23) Rhenals, R., & Saldarriaga, J. P. (2008). Una regla de Taylor óptima para Colombia, 1991-2006. *Revista Lecturas de Economía*, (69), 9-39.
- 24) Rudebusch, Glenn D. 2002. “Term structure evidence on interest rate smoothing and monetary policy inertia.” *Journal of Monetary Economics*, 49(6): 1161–1187.
- 25) Scheve, Kenneth. 2004. “Public Inflation Aversion and the Political Economy of Macroeconomic Policymaking.” *International Organization*, 58(1): 1–34.
- 26) Smets, F., & Wouters, R. (2002). Openness, imperfect exchange rate pass-through and monetary policy. *Journal of monetary Economics*
- 27) Svensson, L. E. (2003). Comment on: The future of monetary aggregates in monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics*, 50(5), 1061-1070.
- 28) Taylor, J. B. (1993, December). Discretion versus policy rules in practice. In *Carnegie-Rochester conference series on public policy* (Vol. 39, pp. 195-214). North-Holland.
- 29) Taylor, J. B. 2000. “Using Monetary Policy Rules in Emerging Market Economies.”

- 30) Taylor, J. B. 2002. "The Monetary Transmission Mechanism and the Evaluation of Monetary Policy Rules." In *Monetary Policy: Rules and Transmission Mechanisms*. Vol. 4 of *Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series*, , ed. Norman Loayza, Klaus Schmidt-Hebbel, Norman Loayza (Series Editor) and Klaus Schmidt-Hebbel (Series, Chapter 2, 021–046. Central Bank of Chile.
- 31) Taylor, J. B. (2007). *Housing and monetary policy* (No. w13682). National Bureau of Economic Research.
- 32) Taylor, J. B., and J. C. Williams. 2010. "Simple and Robust Rules for Monetary Policy." In *Handbook of Monetary Economics*. Vol. 3 of *Handbook of Monetary Economics*, , ed. Benjamin M. Friedman and Michael Woodford, Chapter 15, 829–859. Elsevier.
- 33) Ullrich, Katrin. 2003. "A Comparison Between the Fed and the ECB: Taylor Rules." *ZEW Discussion Papers*, , (03-19).
- 34) Woodford, M. (2001). *Imperfect common knowledge and the effects of monetary policy* (No. w8673). National Bureau of Economic Research.
- 35) Woodford, M. (2001). The Taylor rule and optimal monetary policy. *The American Economic Review*, 91(2), 232-237.
- 36) Woodford, M., & Walsh, C. E. (2005). *Interest and prices: Foundations of a theory of monetary policy*.