



**Documento de Trabajo N.º 2021-01**

[Working Paper]

---

# **Análisis probabilístico con cambios de estado del impuesto a la renta e impuesto al valor agregado en Ecuador (2000-2019)**

por

**Carla Chamorro Vargas**

Investigadora Departamento de Estudios Fiscales [cnchamorro@sri.gob.ec]

**José Ramírez Álvarez**

Profesor Escuela Politécnica Nacional [jose.ramirez@epn.edu.ec]

---

La serie Documentos de Trabajo del Departamento de Estudios Fiscales tiene por objeto difundir investigaciones sobre temas fiscales, tributarios y de teoría y política económica en general que sean de especial relevancia para el Ecuador.

El presente artículo es de exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente representa la posición oficial del Departamento de Estudios Fiscales ni del Servicio de Rentas Internas. El contenido se puede difundir siempre que sea sin fines comerciales y con la condición de reconocer los créditos correspondientes refiriendo la fuente bibliográfica.

Plataforma Gubernamental Financiera • Teléfono (593 2) 393 - 6300

[www.sri.gob.ec](http://www.sri.gob.ec)

Quito - Ecuador

## **Resumen**

En la presente investigación se realiza un análisis que, implementando la metodología Markov Switching, permite calcular el porcentaje de variación de la recaudación del impuesto a la renta (IR) y del valor agregado (IVA), así como sus probabilidades de cambios de estado, durante el periodo 2000-2019.

Los resultados obtenidos en el caso de la recaudación del IR revelan que la serie experimenta estados de decrecimiento, crecimiento y una tendencia de crecimiento normal o estabilidad (resultado no significativo). Considerando los resultados significativos del modelo, se puede observar que el decrecimiento es un estado altamente persistente, esto significa que, si la recaudación del IR entra a este estado, la probabilidad de permanencia es bastante alta (73%). Esto difiere del caso de crecimiento, en el cual es muy probable que se produzca una transición al estado de decrecimiento. Por otro lado, los resultados obtenidos en la recaudación del IVA evidencian la existencia de tres estados de cambio significativos: decrecimiento, crecimiento moderado y crecimiento. Los tres estados de cambio son altamente persistentes y las probabilidades de transición entre sí son bastante bajas. Sin embargo, se determina que tanto la probabilidad de que al estado de decrecimiento le siga un estado de crecimiento moderado, como la probabilidad de que de un estado de crecimiento se regrese a un estado de crecimiento moderado, son las más altas. La importancia de conocer estas probabilidades radica en contribuir con elementos analíticos que ayuden a reducir la incertidumbre que enfrentan los hacedores de política a la hora de tomar decisiones.

## **Palabras claves**

Markov Switching, series de tiempo, estados de cambio, probabilidades.

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	5
2.1	<i>Revisión de la literatura a nivel internacional.....</i>	6
2.2	<i>Revisión de la literatura a nivel nacional .....</i>	9
3.	METODOLOGÍA Y DATOS .....	11
3.1	<i>Ventajas de la metodología Markov Switching.....</i>	13
3.2	<i>Limitaciones de la metodología Markov Switching.....</i>	14
3.3	<i>Desestacionalización de las series de tiempo y extracción del ciclo económico.....</i>	14
3.4	<i>Estrategia de identificación .....</i>	16
3.5	<i>Datos disponibles.....</i>	17
3.5.1	<i>Análisis descriptivo de los datos .....</i>	17
4.	ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	19
4.1	<i>Resultados de desestacionalización y extracción del ciclo económico .....</i>	20
4.2	<i>Análisis econométrico.....</i>	22
5.	CONCLUSIONES.....	30
7.	REFERENCIAS .....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

Los hacedores de política pública se enfrentan a un escenario para toma de decisiones con un alto grado de incertidumbre, en el que deben establecer varios supuestos. Bajo este contexto, resulta importante que la administración tributaria promueva metodologías novedosas que coadyuven al fortalecimiento continuo de la gestión tributaria.

Al momento, el Servicio de Rentas Internas (SRI) cuenta con modelos que permiten estimar el monto aproximado que se espera recaudar en el siguiente periodo fiscal, y vislumbra necesaria la búsqueda de métodos para complementarlos. En esta línea, la presente investigación propone un análisis probabilístico de los impuestos más representativos en las arcas fiscales del Ecuador durante el periodo 2000-2019. El estudio se enfoca en implementar la metodología Markov Switching para calcular el porcentaje de variación de la recaudación del impuesto a la renta (IR) y del valor agregado (IVA), así como sus probabilidades de cambios de estado, durante el periodo mencionado.

La literatura reciente (Carrillo, 2017) que aplica la metodología de Markov Switching (propuesta por Hamilton en 1994) lo efectúa con modelos de vectores autorregresivos — comprende relaciones entre varias variables—; sin embargo, este estudio se inicia con un modelo autorregresivo más simple en el que las variables de recaudación bruta del IR y del IVA se explican así mismas a lo largo del tiempo.

La idea básica de los modelos de Markov Switching es descomponer la serie temporal a estudiar en una secuencia de periodos correspondientes a distintos estados de cambio que son el resultado de un proceso de Markov (García y Zegarra, 1999). La ventaja de esta metodología con respecto a los modelos tradicionales es su precisión al analizar comportamientos críticos en las variables, y modelizar cambios estructurales endógenos (Amaya, 2014).

A continuación, el documento presenta una estructura compuesta de cinco capítulos. El capítulo 2 contiene un resumen de la literatura relevante dividida a nivel internacional y nacional. El capítulo 3 explica la metodología, el modelo empírico y los datos utilizados

en el análisis, junto con una breve explicación de la dinámica de éstos. El capítulo 4 presenta los resultados e interpretación de las estimaciones realizadas. Finalmente, el capítulo 5 pone de manifiesto las conclusiones y reflexiones del estudio.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Si bien el interés de este estudio se centra en el análisis de la aplicación de la metodología Markov Switching en el ámbito tributario, conviene explicar que la importancia de generar nuevos indicadores, se enmarca en la búsqueda por alcanzar una gestión administrativa lo más efectiva y eficiente posible y de mejora continua.

La gestión administrativa es un proceso que coadyuva a la ejecución de una serie de labores, acciones o actividades (Koontz, Weihrich y Cannice, 2012), efectuado a través del impulso y trabajo colectivo (Louffat, 2014). Este proceso comprende fases de planeación, organización, ejecución y control, esto implica el uso de recursos económicos, humanos y otros (Chiavenato, 2013, 243) que permitan cumplir con los objetivos y funciones determinadas por la entidad u organización. Una buena gestión administrativa constituye el logro de metas de la forma más eficiente por medio de los recursos disponibles (Koontz, Weihrich y Cannice, 2012).

Actualmente, la gestión de la administración tributaria en el Ecuador se centra en valores a tener en cuenta en el momento de realizar su trabajo como son la eficiencia, la equidad y la responsabilidad (Castro y López, 2013). Una eficiente gestión tributaria contribuye a aumentar los ingresos de un país y genera sostenibilidad presupuestaria (Kosova *et al.* 2018, 22). Las propuestas para mejorar la gestión administrativa y las nuevas ideas en el área tributaria están relacionadas con el análisis de ciertos puntos del sistema tributario: el tamaño de las tasas, beneficios, incentivos, objetos impositivos, reemplazo de algunos tipos de impuestos por otros, cambios cuantitativos en el sistema tributario, entre otros. Sin embargo, estas propuestas que implican modificar la metodología tributaria, determinar la esencia económica de los impuestos o crear un sistema fiscal fundamentalmente nuevo requieren de una investigación más detallada, de las

características de su funcionamiento y gestión en la economía moderna (Ponomarev *et al.* 2018, 545).

Hoy en día la gestión administrativa ha alcanzado importantes avances a través de la investigación, y búsqueda de innovadoras metodologías. En línea con esto, se presenta literatura a nivel internacional y nacional acerca de la aplicación de la metodología Markov Switching en el ámbito tributario, que servirá como referencia en el análisis de probabilidades para las previsiones recaudatorias.

## **2.1 Revisión de la literatura a nivel internacional**

A nivel internacional, el uso más generalizado de la metodología mencionada en el marco de la política fiscal se da en el análisis de ciclos económicos y multiplicadores fiscales.

Entre la evidencia empírica de estudios que aplican Markov Switching para el análisis de ciclos económicos están:

- Kim y Nelson (1999) emplean un enfoque bayesiano para identificar una ruptura estructural en un punto de cambio desconocido en un modelo Markov Switching del ciclo económico de Estados Unidos. Los autores concluyen que utilizando un modelo Markov Switching, se puede distinguir entre dos fuentes importantes de estabilización en el crecimiento del PIB real: una disminución en la variación de los shocks y una brecha cada vez menor entre las tasas de crecimiento durante los auges y las recesiones. En un modelo lineal no se puede distinguir entre las dos fuentes, y una brecha cada vez más estrecha entre las tasas de crecimiento se presentaría como una disminución de la volatilidad.
- Favero y Monacelli (2005) utilizan métodos de regresión de Markov Switching para estimar el comportamiento de la política fiscal en los Estados Unidos para el período 1960-2002. Este método permite capturar cambios en el régimen de políticas de manera endógena. Los autores llegan a tres conclusiones principales. Primera, la política fiscal puede caracterizarse como activa desde la década de 1960 hasta la década de 1980; cambiando gradualmente a pasiva a principios de

la década de 1990 y volviendo a activa a principios de 2001. Segunda, las reglas fiscales de cambio de régimen son capaces de identificar el comportamiento de la serie temporal del déficit primario de EE. UU., mejor que las reglas basadas en una especificación de parámetros constantes. Tercera y última, los cambios de régimen en las reglas de política monetaria y fiscal no exhiben ningún grado de sincronización. Estos resultados no concuerdan con la opinión de que el régimen de política fiscal estadounidense de posguerra se clasifica como pasivo en todo momento; y parece plantear un desafío para la especificación de la combinación monetaria-fiscal correcta dentro de los recientes modelos macroeconómicos optimizadores, considerados adecuados para análisis de políticas.

- Cekin (2013) analiza el final de un periodo de alta inflación en la economía turca mediante las interacciones de la política fiscal y monetaria, considerando cambios entre regímenes *activos* y *pasivos* que se identifican a través del método Markov Switching. El propósito del estudio es conocer si las políticas experimentaron un cambio significativo, y si este cambio puede modelarse sin determinar explícitamente cuándo sucedió. El autor determina que un cambio simultáneo en el comportamiento de ambas políticas influye en las dinámicas de la inflación. Después de 2001, la política monetaria cambió al régimen activo y la política fiscal pasó a régimen pasivo, condiciones necesarias para que la política monetaria estabilice los precios al evitar que los shocks de déficit afecten la inflación. En el caso de tener una política fiscal activa y política monetaria pasiva; los shocks fiscales pueden afectar el comportamiento de la inflación, y los niveles de precios no son controlados mediante acciones en la política monetaria.
- Carstensen, Heinrich, Reif y Wolters (2017) estiman un modelo de factor dinámico con la metodología de Markov Switching para predecir recesiones severas y ordinarias en la economía alemana. En el estudio se implementan tres estados que representan expansiones, recesiones normales y recesiones severas. El uso de tres estados se realiza al mostrar que un modelo de dos estados no es lo suficientemente sensible para distinguir, de manera confiable entre las recesiones

normales y severas. Los resultados empíricos arrojan pronósticos precisos para el descenso más pronunciado del PIB en 2009 (trimestre I), y una predicción correcta del momento de la Gran Recesión (2008-2009) y su recuperación con un cuarto de anticipación.

A su vez, algunos estudios utilizan la metodología Markov Switching para medir el efecto de multiplicadores fiscales, como los que se citan a continuación:

- Zangari (2007) a través de un modelo VAR con cadenas de Markov analiza los multiplicadores asimétricos del gasto público e impuestos de los Estados Unidos. Para su estudio implementa tres regímenes: bajo crecimiento, crecimiento normal y alto crecimiento. El autor encuentra que en regímenes de bajo crecimiento el gasto público es más efectivo que en los otros tipos de regímenes, mientras que para shocks de impuestos no identifica evidencia de multiplicadores asimétricos.
- Ko y Morita (2012) estiman un modelo autorregresivo vectorial con metodología Markov Switching (MSVAR); para establecer el efecto de los impuestos y gasto en el PIB de la economía japonesa en el periodo 1965-2004. El estudio contempla cuatro cambios de régimen: (1) alto crecimiento, (2) profundas crisis, (3) prolongadas recesiones y (4) modestas recuperaciones. Los resultados de los autores conllevan a las siguientes conclusiones: primera, los periodos de cambio de régimen se experimentan a mediados de la década de 1970, y principios y finales de la década de 1990. Segunda, existe un efecto positivo del gasto expansivo en todos los regímenes, y un incremento de impuestos deprime la producción en los regímenes 1, 2 y 4 (a diferencia del régimen 3 que presentan un resultado positivo). Tercera, el gasto del gobierno genera un efecto positivo en el consumo privado en los regímenes 1, 2 y 4, y en la inversión únicamente en el régimen 1 y 2. Para finalizar, cuarta, el incremento en el gasto genera déficit en la balanza comercial. En resumen, los paquetes fiscales que se aplicaron en el periodo de análisis provocaron un gran impacto en la estabilidad de la economía japonesa.
- Bognanni (2013) extiende las técnicas para la estimación bayesiana de las



autoregresiones de vectores con Markov Switching, para estudiar empíricamente tanto el alcance de la variación en el tiempo en los multiplicadores fiscales (gasto público e impuestos) como los factores que causan la variación. En contraste con los hallazgos de otras investigaciones, los resultados sugieren que el valor del multiplicador del gasto público es probablemente menor en periodos de recesión que de expansión; mientras que los recortes de impuestos tienen un mayor efecto en recesiones que en expansiones. El autor encuentra escasa evidencia empírica para determinar que un cambio de régimen en las políticas monetarias y fiscales causa una variación en el valor del multiplicador fiscal.

- Hok (2020) utiliza un modelo autorregresivo con Markov Switching (MSAR) para investigar el impacto no-lineal del gasto público en el consumo privado de Camboya. Los resultados obtenidos a partir de *data* anual correspondiente al periodo 1987-2015 muestran que: (i) un incremento en el ingreso disponible o una disminución en las tasas de interés de ahorro provocan un efecto positivo en el consumo privado; (ii) la inflación es estadísticamente insignificante; (iii) el impacto de las compras gubernamentales en el consumo privado es lineal, negativo y asimétrico; y que (iv) un cambio no lineal de la inversión del gobierno en el consumo de los hogares camboyanos ocurre durante períodos de inestabilidad política (1994-1995, 1997-1998 y 2004-2006). Este efecto no keynesiano durante el período 2010-2015 se produce debido al aumento del valor presente de los impuestos. El aporte de este estudio es identificar que el incremento en el valor presente de los impuestos y la inestabilidad política son factores que reducen la eficacia del gasto público en el consumo privado.

## **2.2 Revisión de la literatura a nivel nacional**

A nivel nacional, no se cuenta con mucha evidencia investigativa que implemente la metodología de Markov Switching en el ámbito fiscal. Sin embargo, se ha utilizado ésta metodología con modelos de vectores autorregresivos para evaluar los efectos de política fiscal en la actividad económica en el Ecuador.

Amaya y Ramírez (2014) construyen un indicador que, implementando la metodología de Markov Switching, modela la relación entre la recaudación tributaria (impuesto al valor agregado [IVA] e impuesto a la renta [IR]) y el PIB a lo largo del tiempo; y presenta los cambios estocásticos entre las variables, considerando un cambio de régimen<sup>1</sup>. El resultado que se obtuvo fue que la recaudación tributaria del IVA como la del IR son elásticas con respecto al PIB. Es decir, la recaudación tributaria varía en mayor proporción que el PIB. Con base en la elaboración de su estudio se pudo identificar que la principal limitación de la metodología Markov Switching es la ausencia de una regla exacta para determinar el número de estados o regímenes que mejor caracterizara al conjunto de datos. Esta limitación pudo ser superada de forma empírica mediante la estimación de varios modelos con distinto número de estados, a partir de los cuales se escogió el más significativo. Tanto en la estimación del IR como del IVA, el modelo más significativo fue aquel con dos regímenes. Finalmente, entre las conclusiones los autores indican que la construcción de modelos, que determinan la probabilidad de un cambio de régimen en la recaudación de impuestos, constituye una valiosa herramienta para entender la relación entre la recaudación tributaria la actividad económica del Ecuador, lo cual coadyuva a monitorear su comportamiento a lo largo del tiempo. En este sentido, el indicador contribuye a la mejora en la gestión tributaria, generando los recursos que el Estado necesita para promover el desarrollo del país y el bienestar de su población.

Paúl Carrillo (2017) a través de un modelo de vectores autorregresivos con cambios de régimen (MSVAR) busca evaluar los efectos de la política fiscal en los diversos estados de la economía del Ecuador, particularmente en expansión y recesión, durante el periodo 2003 y 2013. El autor construye modelos lineales y no lineales en los cuales intervienen los ingresos petroleros, ingresos no petroleros, gasto público y el Índice de Actividad Empresarial No Petrolera (IAE-NP) como variable *proxy* del Producto Interno Bruto (PIB). La literatura citada en este estudio utiliza el multiplicador fiscal para presentar los

---

<sup>1</sup> Hamilton (1994) expone que las series de tiempo macroeconómicas o financieras pueden exhibir quiebres dramáticos a lo largo del tiempo, producto de eventos como guerras, pánicos financieros o cambios significativos en las políticas gubernamentales. Estos quiebres se conocen como cambios de régimen, de estado o estructurales. El autor considera que un cambio de régimen no debe tomarse como el resultado de un evento predeterminado o perfectamente previsible, ya que generalmente es fruto de un proceso aleatorio.

resultados en dólares; sin embargo, no fue posible su aplicación en esta investigación debido a que se utiliza el IAE-NP y no el PIB. Por tanto, las variaciones que se obtienen a partir de los modelos explican solamente los cambios en la actividad económica, y los valores se usan para la comparación entre modelos. En las conclusiones se indica que los modelos no lineales proporcionan resultados más específicos para la generación o continuidad de la política fiscal. Esto contrasta con los resultados de los modelos lineales, que en ocasiones pueden subestimar el efecto de las variables o presentan un resultado promedio de los estados de los modelos no lineales.

### 3. METODOLOGÍA Y DATOS

Para realizar el análisis probabilístico de las series de recaudación bruta del IR e IVA se implementa la metodología de Markov Switching. Los modelos Markov Switching fueron introducidos en la rama de la Econometría gracias al trabajo de Godfeld y Quandt (1973) y popularizados por Hamilton (1989); a su vez se recomienda revisar Hamilton (1994). La creación de estos modelos nace con la necesidad de configurar series de tiempo que exhiben rupturas o cambios en sus medias. Series de tiempo financieras y Estadísticas de Cuentas Nacionales son algunos ejemplos de las series de tiempo más populares en las que se implementa la metodología Markov Switching (Cekin, 2013, 12).

Hamilton y Raj (2013) describen el comportamiento dinámico de una variable macroeconómica a través de un modelo autorregresivo de primer orden:

$$y_t = c_{S_t} + \phi_{S_t} y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \text{donde } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

Una descripción completa de las dinámicas de  $y_t$  es posible obtener si se tiene una descripción probabilística de cómo la economía cambia de un estado a otro (Hamilton y Raj, 2013, p. 4). El modelo más simple de esto podría ser una cadena de Markov (Hamilton, 1994, p. 678):

$$P\{S_t = j | S_{t-1} = i, S_{t-2} = k, \dots\} = P\{S_t = j | S_{t-1} = i\} = p_{ij} \quad (2)$$

$S_t$  es una variable aleatoria no observable que solamente puede tomar valores enteros o discretos  $\{1,2, \dots, N\}$ , y que expresa el estado de cambio en el que se encuentra la economía en el periodo  $t$ . La condición (2) indica que la probabilidad de  $S_t = j$  depende exclusivamente de su valor pasado inmediato,  $S_{t-1}$ . La probabilidad de transición  $p_{ij}$  presenta la probabilidad de que cuando el estado anterior sea  $i$ , el siguiente estado sea  $j$ . Suponiendo que existen  $N$  estados, conviene expresar las probabilidades de transición en una matriz  $(N \times N)$ , matriz  $P$  conocida como matriz de transiciones (Hamilton 1994; Bohórquez, Caballero y Caballero, 2020, p. 219).

$$\begin{array}{c}
 \text{Momento } t-1 \left[ \begin{array}{c} \text{Estado 1} \\ \text{Estado 2} \\ \text{Estado 3} \end{array} \right. \\
 \left. \begin{array}{ccc} \text{Momento } t & \text{Estado 1} & \text{Estado 2} & \text{Estado 3} \\ p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{array} \right]
 \end{array} \quad (2)$$

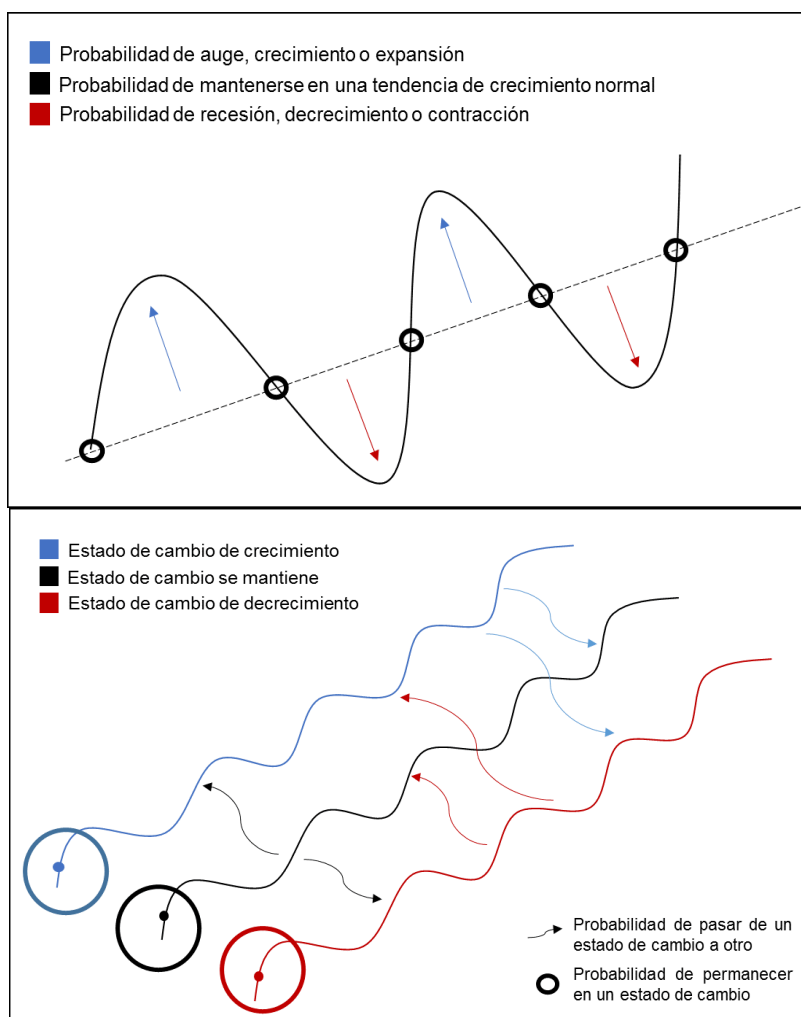
Adicionalmente, se conoce que como condición al sumar las probabilidades de transición el resultado deber ser 1 (Cekin, 2013, p. 13):

$$\sum_{j=1}^N p_{ij} = 1, \text{ en donde } p_{ij} \geq 0 \text{ para } i = 1,2,3, \dots, N. \quad (3)$$

De esta manera, a partir de la metodología Markov Switching es posible obtener dos tipos de probabilidades: estacionarias y de transición. Las probabilidades estacionarias se generan a través de la estimación de la regresión, esto permite la construcción de gráficos para visualizar el estado de cambio en el que se encuentra la recaudación tributaria en cada punto de la serie, independientemente del estado de cambio en el que se encontraba en un periodo anterior. Son probabilidades a las que converge la serie de tiempo. Por su parte, las probabilidades de transición son el resultado de las matrices de transición y los estados de cambio que presenta, dependen entre sí.

En la Figura 1 se visualizan las probabilidades estacionarias y de transición, de manera que el lector pueda identificar visualmente las diferencia entre estas.

**Figura 1. Probabilidades estacionarias y de transición**



### 3.1 Ventajas de la metodología Markov Switching

En los modelos contemporáneos no lineales constan los modelos autorregresivos con umbrales (Threshold Autoregressive, TAR y sus variaciones) propuestos por Howell Tong y, que tienen una gran influencia en la ciencia económica (Carrillo, 2017, p. 427). Los modelos con umbral identifican los regímenes de manera exógena, mientras que los modelos que implementan cadenas de Markov determinan los cambios estructurales de forma endógena<sup>2</sup> basándose en los datos disponibles (Hamilton, 1994; Kuan, 2002, p. 5). Además, a diferencia de los modelos con umbral, el modelo con Markov Switching es

<sup>2</sup> Al considerar los cambios estructurales de manera endógena y no exógena, se respeta la dinámica existente en los datos detrás de la serie de tiempo y deja de lado el criterio del analista que estima el modelo econométrico, minimizando así errores en la inclusión de cambios estructurales que en realidad no deban constar en el análisis.

relativamente fácil de implementar porque no requiere elegir *a priori* una variable de umbral (Kuan, 2002, 5).

A través, de series de tiempo que incluyen eventos permanentes (por ejemplo, dolarización adoptada por Ecuador en el 2000) la implementación de la metodología Markov Switching permite realizar pronósticos significativos mediante los cuales es posible anticiparse a cambios estructurales en la economía (Amaya y Ramírez, 2014; Hamilton, 1994). Esto brinda información a los hacedores de políticas pública para la toma de decisiones.

La aplicación de la metodología Markov Switching puede ser útil en la modelización de fenómenos relativamente cortos como conflictos bélicos, desastres naturales o crisis financieras. Bajo el supuesto de esta metodología, de que el futuro se asemeja de alguna forma al pasado, se asume que si un evento ocurrió en el periodo  $t - 1$ , probablemente se repita en el periodo  $t + 1$  (Amaya y Ramírez 2014; Hamilton, 1994).

### **3.2 Limitaciones de la metodología Markov Switching**

Si bien la metodología Markov Switching es útil como herramienta econométrica para el análisis y evaluación de las dinámicas de variables macroeconómicas, no permite explicar las razones por las cuales una variable presenta cambios estructurales (Bohórquez, Caballero y Caballero, 2020, p. 230).

Una dificultad con el modelo Markov Switching es que puede no ser fácil de interpretar porque las variables de estado no son observables (Hamilton 1994).

### **3.3 Desestacionalización de las series de tiempo y extracción del ciclo económico**

Para tener una correcta interpretación del comportamiento de las series de tiempo de la recaudación bruta es necesario identificar y excluir todo efecto ajeno a la gestión de la administración tributaria.

En este sentido, previo al desarrollo del modelo de regresión que incluye la metodología de Markov Switching se realiza un proceso que comprende dos pasos: (i) desestacionalización de las series originales para una comparación razonable entre diferentes periodos, y (ii) extracción del ciclo económico de la serie.

Las series son desestacionalizadas a través del software Demetra 2.0, en el cual se selecciona el método de ajuste estacional Tramo-Seats, que en realidad son dos programas. Tramo<sup>3</sup>, que efectúa los ajustes previos para realizar el ajuste estacional, y Seats<sup>4</sup>, que realiza el proceso de ajuste estacional. Estos programas fueron propuestos por Agustín Maravall y Víctor Gómez en 1997 (Villarreal, 2005). Cabe indicar que para llevar a cabo el método antes descrito, previamente se transformaron las variables a algoritmos.

Para la extracción del ciclo económico<sup>5</sup> se opta por filtros econométricos. Un filtro para ciclos económicos es un filtro lineal que tiene el propósito de eliminar componentes con frecuencias muy lentas o muy altas de una serie de tiempo, las cuales pueden ser de corto, mediano o largo plazo (Flores, 2000, p. 5). Un filtro econométrico suaviza una serie de tiempo a fin de hallar su tendencia. En este estudio se selecciona el filtro propuesto por Hodrick y Prescott (1997) (filtro de HP en adelante), que tiene un uso estándar en varios estudios de series de tiempo.

El filtro econométrico HP se considera como “una solución del problema de minimización de la variabilidad del componente cíclico de la serie observada, sujeto a una condición de suavidad del componente de tendencia<sup>6</sup>. Este método extrae una tendencia estocástica que se mueve sin problemas en el tiempo y es incorrelacionada con el componente cíclico, es decir  $E[x_t c_t] = 0$ ” (Vásquez, Restrepo y Lopera 2010, p. 131).

---

<sup>3</sup> *Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers*, que en español es: Regresión de Series de Tiempo con ruido ARIMA, Observaciones perdidas y Atípicos (Villarreal, 2005)

<sup>4</sup> *Signal Extraction in ARIMA Time Series* cuya traducción en español es: Extracción de la Señal en Series de Tiempo ARIMA (Villarreal, 2005).

<sup>5</sup> Según Burns y Mitchell (1946) los ciclos económicos se definen como las “fluctuaciones del producto alrededor de su tendencia en el tiempo y las variaciones asociadas a distintas series económicas en torno a su respectiva tendencia” (Vásquez, Restrepo y Lopera, 2010, p. 119).

<sup>6</sup> La suavidad de la tendencia depende de un parámetro  $\lambda$ . La tendencia se vuelve más suave como  $\lambda \rightarrow \infty$ . Hodrick y Prescott (1997) recomendaron establecer  $\lambda$  a 1,600 para datos trimestrales (Stata, s.f.).

En este sentido, Hodrick y Prescott (1980) establecen que la descomposición de una serie de tiempo comprende un componente de tendencia y otro del ciclo (Vásquez, Restrepo y Lopera, 2010, p. 131):

$$y_t = x_t + c_t \quad (4)$$

El filtro HP<sup>7</sup> teórico posee una serie de características ideales según los criterios de Baxter y King: (i) simétrico al no producir movimientos de fase; (ii) se acerca a un filtro ideal, si se usa un  $\lambda=1600$  (componente de tendencia) para data trimestral; (iii) produce series estacionarias, si éstas se encuentran integradas hasta el cuarto orden; y (iv) es un método operacional (Flores 2000, p. 9)

Adicionalmente, las series de datos deben seguir un proceso de depuración de datos atípicos<sup>8</sup>.

### 3.4 Estrategia de identificación

Una vez efectuados los procesos de desestacionalización y extracción del ciclo económico, se desarrolla un modelo autoregresivo (AR) en el cual sus parámetros varían conforme a los estados de cambio (ver ecuación 5). En un modelo AR la variable de interés depende linealmente de sus valores anteriores.

$$Y_t = \alpha_{S_t} + \beta_{S_t} Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\varepsilon_t \sim i. i. d. \quad N(0, \sigma^2)$$

Dónde:

$Y_t$  : Variable de interés en el tiempo  $t$ .

---

<sup>7</sup> Se consideraron diferentes filtros para la extracción del ciclo econométrico como Baxter-King, Christiano Fitzgerald, Butterworth y Hodrick-Prescott. Los tres primeros filtros generaron la pérdida de datos y suavizaron demasiado las series de tiempo, lo cual crea inconvenientes en la aplicación de la metodología de Markov Switching. Por este motivo, se optó por utilizar el filtro de Hodrick-Prescott, que no presenta el ciclo económico como los otros filtros.

<sup>8</sup> Se resalta la diferencia en el origen de datos atípicos: (i) por inconsistencia en la información, por lo cual se recomienda su eliminación; y (ii) por coyuntura, que se considera no deben eliminarse debido a que explican un fenómeno social, económico o ambiental en un determinado periodo.



$S_t$  : Resultado de un proceso de cadenas de Markov, que establece el estado de cambio en el que el modelo se encuentra en el tiempo  $t$ .

$\alpha$  : Intercepto.

$\beta$  : Pendiente o coeficiente de la regresión.

$Y_{t-1}$  : Variable de interés en el tiempo  $t - 1$  (periodo anterior).

$\varepsilon_t$  : Variable aleatoria del error en el tiempo  $t$ .

Este modelo permite conocer los estados de cambio de la recaudación tributaria, con sus porcentajes de decrecimiento, estabilidad o crecimiento, y las probabilidades estacionarias en cada punto de la serie de tiempo. Posteriormente, a través de la construcción de matrices de transición se expresan las probabilidades de mantenerse o transitar de un estado a otro, es decir, se podrá identificar si en el futuro los niveles de recaudación variarán su condición.

### **3.5 Datos disponibles**

Para esta investigación se utilizan los datos correspondientes a las series de recaudación bruta del periodo fiscal 2000-2019, obtenidas a partir de los boletines de estadísticas fiscales publicadas por el SRI. Se emplean las series de recaudación bruta considerando que tienen menor variabilidad que las series de recaudación neta, esto es provocado por las políticas públicas que se dictan.

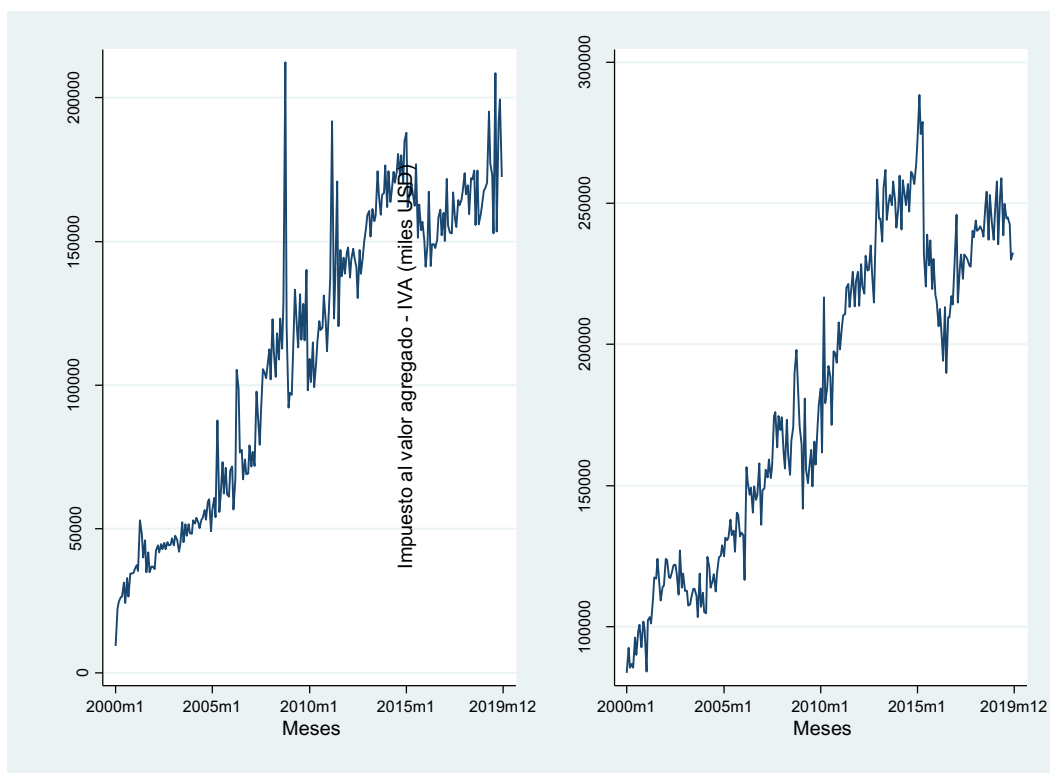
#### *3.5.1. Análisis descriptivo de los datos*

La elección del IR e IVA se relaciona con su mayor representatividad en el total de recaudación bruta del Ecuador (en promedio el 84,33%), de forma individual constituyen aproximadamente: IR (29,30%) e IVA (55,03%).

En la Figura 2 se presenta el comportamiento de las series de recaudación brutas antes indicadas durante el periodo 2000-2019. Como se observa, en general los impuestos objeto de análisis exhiben un comportamiento creciente, y periodos marcados de estacionalidad. Por un

lado, un incremento continuo de recaudación podría atribuirse a la mejora continua de la gestión y del control que realiza el SRI. Un ejemplo de ello son los cambios tecnológicos que experimentó la institución como la creación del DIM y posteriormente, el acceso a servicios en línea que disponen los contribuyentes; esto facilita el cumplimiento voluntario de sus obligaciones tributarias y a su vez aumenta los montos de recaudación. Además, desde 2007 el accionar del Estado buscó promover medidas que permitieran consolidar un sistema tributario redistributivo, ejemplo de ello es el artículo 300 de la Constitución aprobada en 2008 que establece que: "...Se priorizarán los impuestos directos y progresivos. La política tributaria promoverá la redistribución y estimulará el empleo, la producción de bienes y servicios, y conductas ecológicas, sociales y económicas responsables" (Asamblea Constituyente, 2008). Sin embargo, como se evidencia en las estadísticas del periodo 2000-2019 presentadas, los impuestos indirectos continúan teniendo una mayor participación en las arcas fiscales. La razón podría atribuirse a la fácil y rápida recaudación de estos últimos por parte de la administración tributaria.

**Figura 2.** Evolución de la recaudación total bruta (valores reales) del IR IVA 2000-2019



**Fuente:** Boletines de estadísticas fiscales-SRI

Por otro lado, en cuanto a la estacionalidad, se observa que la recaudación del IR es mayor en los meses de marzo, abril, julio y septiembre, en aproximadamente todos los años dentro del periodo de análisis. Los motivos de ello son: (i) declaración del IR personas naturales en marzo, (ii) declaración del IR de sociedades en abril, y (iii) pago del anticipo del IR en julio y septiembre<sup>9</sup>. Con respecto al IVA, se exhibe una recaudación superior en enero y en el último trimestre de cada año debido a: (i) mayor número de ventas por la navidad en diciembre, (ii) declaración semestral cuyo pago se efectúa en enero y julio, y (iii) pagos del gobierno a proveedores en el último trimestre, en años recientes. Otros meses registran montos altos por estacionalidades naturales como ventas por San Valentín, Día de la Madre e inicio de clases.

#### **4. ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se describe el proceso para estimar y analizar los resultados finales obtenidos a partir de la metodología Markov Switching. Primero, se presentan los resultados de la desestacionalización y extracción del ciclo económico de las series de tiempo de recaudación seleccionadas, considerando lo detallado en el capítulo 3 para desarrollar ambos procesos. Segundo, se describen los modelos econométricos con cambios de estado elegidos. En estos modelos, las variables se explican así mismas en un periodo anterior (en este caso el mes previo), y no consideran la inclusión de otras variables para evitar el aumento de la sobreparametrización<sup>10</sup> del modelo. Además, se despliegan los resultados estimados a partir de la aplicación de la metodología Markov Switching. Tercero y finalmente, se interpretan las matrices de transición probabilística calculadas.

---

<sup>9</sup> La Ley Orgánica de Simplificación y Progresividad Tributaria elimina a partir de 2020 el anticipo del IR. Sin embargo, es posible realizar el pago anticipado de manera voluntaria, lo cual constituye crédito tributario para el pago del IR (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2019).

<sup>10</sup> En este estudio se implementa el Markov Switching en un modelo básico autorregresivo y no se extiende a un modelo más complejo como MA (media móvi) o ARMA (que incluye variables exógenas), a fin de no incrementar la sobreparametrización. El modelo autorregresivo con Markov Switching ya se encuentra sobreparametrizado, debido a que al incluir tres estados de cambio se tienen tres coeficientes  $\beta$ . Esto se diferencia de un modelo autorregresivo sin Markov Switching en el cual solamente se tiene un coeficiente  $\beta$ . Además, se considera una matriz de transición de 3x3 que presenta nueve coeficientes  $\beta$ . Cuando se sobreparametriza un modelo, los coeficientes amplían su desviación estándar, pierden significancia estadística (al haber menor número de datos por coeficiente en el modelo) y el resultado del modelo es un buen ajuste a los datos pero ninguna de las variables incluidas es significativa. En este sentido, el modelo ya no es válido y pierde parsimonia.

Considerando este riesgo, en esta primera implementación de la metodología Markov Switching, con base en los resultados obtenidos, se analizará la factibilidad de incluir otras variables como el Producto Interno Bruto u otra variable de política económica.

#### 4.1 Resultados de desestacionalización y extracción del ciclo económico

La desestacionalización de las series reales de recaudación se realiza mediante el método Tramo-Seats, y considera el comportamiento propio de cada una de las series, conforme fue mencionado en el tercer capítulo (análisis descriptivo). Todas las series siguen un proceso homogéneo, en el cual, una de las características que más resalta es la detección automática de valores atípicos, también llamados *outliers*, que pueden generar distorsiones o sesgo en la estimación de los modelos. Para estimar y eliminar los valores atípicos en las series se seleccionan las siguientes opciones (su denominación se presenta en inglés) (Center for Statistical Research and Methodology, 2017, p. 44; Amaya y Ramírez, 2014, p. 71):

- i) **Valor atípico aditivo (*Additive outliers*):** afectan a la serie de tiempo en un solo momento. Se utiliza una variable dicotómica para modelar el valor atípico, tomando el valor de uno en el cambio de política tributaria y cero, caso contrario.

$$D = \begin{cases} 1 & t = T \\ 0 & t \neq T \end{cases}$$

- ii) **Cambio de nivel (*Level shift*):** Aumentan o disminuyen todas las observaciones desde un cierto punto de tiempo en adelante, en una cantidad constante. Se utiliza una variable dicotómica con valor de uno para periodos posteriores al cambio de política tributaria, caso contrario toma el valor de cero.

$$D = \begin{cases} 1 & t \geq T \\ 0 & t < T \end{cases}$$

- iii) **Cambio temporal (*Transitory changes*):** Permiten un aumento o disminución abrupta en el nivel de la serie, que vuelve a su nivel anterior exponencialmente rápido. Se utiliza una variable dicotómica en la cual el cambio de política tributaria se modela mediante una función exponencial.

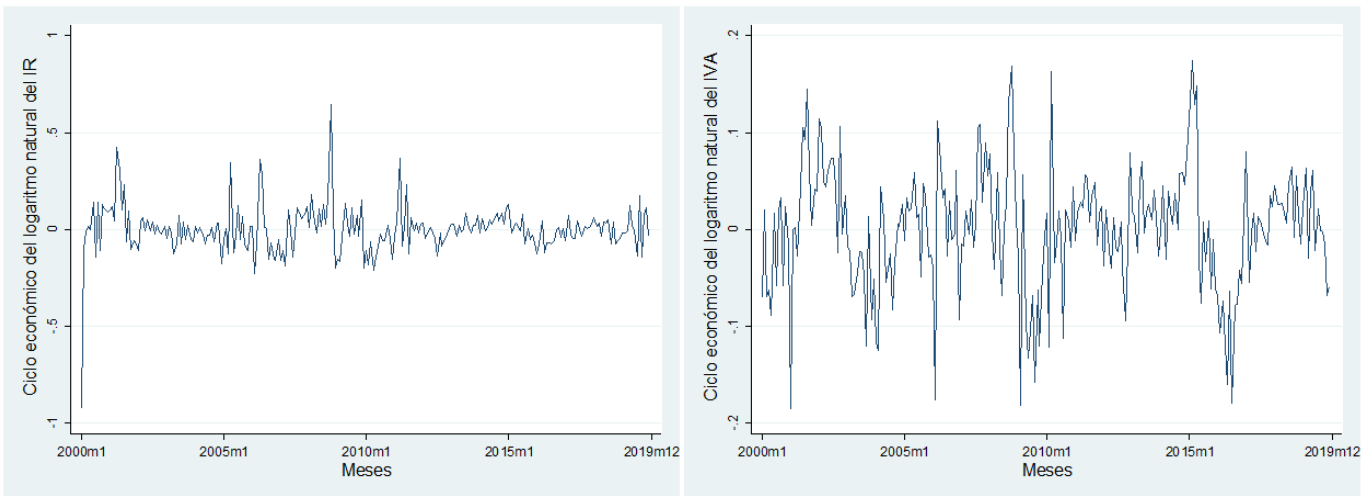
$$D = \begin{cases} 0 & t < T \\ 1 & t = T \\ e_i^{(t+i)-t} & t > T \end{cases}$$

Estas opciones detectan valores atípicos en casos como cambios de legislación tributaria o sucesos que han generado un incremento en la recaudación, pero que no tienen una ocurrencia continua, entre otros.

Para la extracción del ciclo económico se utiliza el filtro HP tomando el parámetro de suavizamiento *default* recomendado por Hodrick y Prescott en 1980, y usado en otras investigaciones. En el caso de las series mensuales este parámetro es  $\lambda = 14\ 400$ , el que aplica en los datos tomados para este estudio (Guzmán, 2009; Segura, Chavarro y Grautoff, 2010; Eduardo, 2011).

En la Figura 3 se presentan los ciclos económicos de los logaritmos naturales de las series reales de recaudación bruta del IR e IVA. Se puede observar que después de la desestacionalización de los datos es posible aplicar la metodología Markov Switching.

**Figura 3.** Ciclo económico de los logaritmos naturales del IR IVA 2000-2019



**Fuente:** Boletines de estadísticas fiscales-SRI

## 4.2 Análisis econométrico

Con base en la estrategia de identificación explicada en el capítulo 3 se estiman los modelos autorregresivos Markov Switching con 3 estados de cambio, para los ciclos económicos del logaritmo natural de las series reales del IR e IVA.

En la Tabla 1 se presentan los estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo del IR. Los signos de los coeficientes permiten definir los estados de cambio (decrecimiento/ tendencia de crecimiento normal o estabilidad/crecimiento); y el número del coeficiente muestra el porcentaje que disminuye, se mantiene o aumenta la recaudación. De esta forma, al encontrarse la serie del IR en el estado 1 significa que se produce un decrecimiento promedio de 10,4% en la recaudación. El estado 2 representa una tendencia de crecimiento normal o estable (al no ser significativo), con un crecimiento promedio de 0,7% en la recaudación. En cuanto al estado 3 muestra un crecimiento promedio de 37,7% de la recaudación.

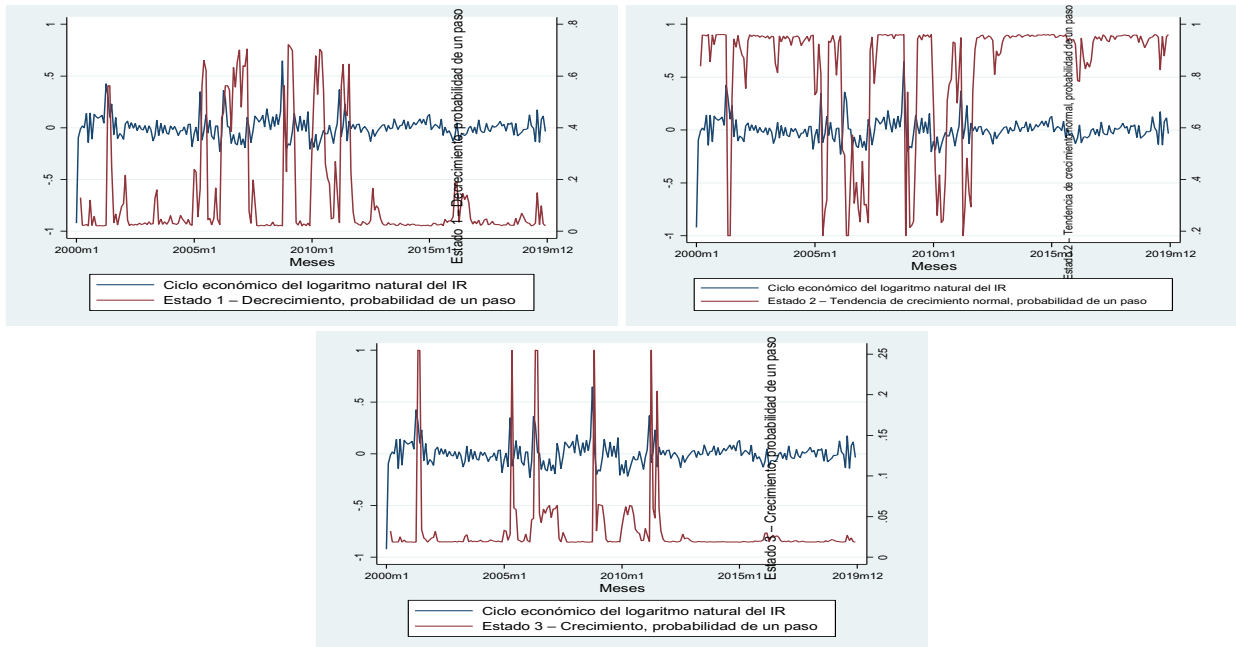
**Tabla 1.** Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo Markov Switching para el impuesto a la renta

Variable	Coefficiente	Std. Error	Z-estadístico	Prob.
<b>Estado 1: decrecimiento</b>				
hpcycle_ln_ir	-0,104	0,02	-5,35	0,000
<b>Estado 2: tendencia de crecimiento normal o estabilidad</b>				
hpcycle_ln_ir	0,007	0,01	1,20	0,230
<b>Estado 3: crecimiento</b>				
hpcycle_ln_ir	0,377	0,03	13,55	0,000

Cabe indicar que los resultados de cada estado de cambio de la Tabla 1 corresponden al promedio de los porcentajes del estado de cambio que se está analizando. Es decir que, por ejemplo, para el cálculo del porcentaje del estado de cambio de crecimiento solamente se considera el promedio de los diferentes periodos de crecimiento durante el periodo 2000-2019, lo cual explica el valor alto en el porcentaje de este estado de cambio (37,7%). Esta consideración también se debe tener presente para la lectura de la Tabla 4 del IVA.

La estimación del modelo con Markov Switching posibilita el cálculo de las probabilidades estacionarias, estas permiten identificar la probabilidad de que la recaudación del IR esté dada por un estado de cambio en particular (Ver Figura 4).

**Figura 4.** Probabilidades de un paso de los tres estados de cambio-recaudación del IR



Con base en las figuras se determina que la recaudación se encuentra mejor explicada por el segundo estado de cambio; sin embargo, considerando que no es significativo se analizan las figuras del primer y tercer estado de cambio. Bajo esta consideración existe una mayor probabilidad de que la serie presente mayores periodos de decrecimiento.

Los porcentajes de decrecimiento, estabilidad (tendencia de crecimiento normal) y crecimiento de la recaudación del IR (Tabla 1), y las probabilidades estacionarias de cada punto de la serie de tiempo (Figura 4), permiten identificar que el crecimiento promedio de la recaudación del IR durante el periodo 2000-2019 es 3,17%.

Una vez identificadas las probabilidades estacionarias, se procede a la determinación de las probabilidades de transición de un estado de cambio a otro,  $p_{ij}$  (Ver Tabla 2).

**Tabla 2.** Matriz de probabilidades de transición con tres estados del impuesto a la renta

		Momento t		
		Decrecimiento	Tendencia normal	Crecimiento
Momento t-1	Decrecimiento	0,73	0,20	0,07
	Tendencia normal	0,02	0,96	0,02
	Crecimiento	0,57	0,18	0,25

A continuación, se interpretan las probabilidades de los estados significativos de la Tabla 2:

$p_{11}$ : Considerando que la situación actual es un estado de decrecimiento promedio del 10,4%, la probabilidad de seguir experimentando esa desaceleración en la recaudación en el próximo periodo es de 73%.

$p_{12}$ : Considerando que la situación actual es un estado de decrecimiento promedio del 10,4%, la probabilidad de transitar a una tendencia de crecimiento normal o estabilidad en la recaudación en el próximo periodo es de 20%.

$p_{13}$ : Considerando que la situación actual es un estado de decrecimiento promedio del 10,4%, la probabilidad de transitar a un crecimiento en la recaudación en el próximo periodo es de 7%.

$p_{33}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento promedio del 37,7%, la probabilidad de seguir experimentando esa aceleración en la recaudación en el próximo periodo es de 25%.

$p_{31}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento promedio del 37,7%, la probabilidad de transitar a un decrecimiento en la recaudación en el próximo periodo es de 57%.

$p_{32}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento promedio del 37,7%, la probabilidad de transitar a una tendencia de crecimiento normal o estabilidad en la recaudación en el próximo periodo es de 18%.

En cuanto a las probabilidades de transición del estado 2 (estado no significativo), la probabilidad de mantenerse es de 96% y de pasar a los otros estados de cambio es de 2%.



Considerando únicamente los resultados significativos, se puede observar que el decrecimiento es un estado altamente persistente, esto significa que si la recaudación del IR entra a este estado, la probabilidad de permanencia es bastante alta (73%). Lo que difiere del caso de crecimiento, en este es muy probable que se produzca una transición al primer estado de cambio, es decir que la serie experimente un decrecimiento.

El estado de decrecimiento tiene una duración promedio aproximada de 4 meses, mientras que el estado de crecimiento tiene una duración promedio de alrededor un mes y medio. El segundo estado de cambio tiene una duración promedio cercana a 26 meses. En la Tabla 3, se presentan estos resultados.

**Tabla 3.** Duración promedio de cada estado (meses)

<b>Estado de cambio</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Std. Error</b>
Estado 1: decrecimiento	3,70	1,35
Estado 2: tendencia normal	25,76	11,90
Estado 3: crecimiento	1,34	0,28

La equidad vertical del sistema tributario ecuatoriano se pone en discusión a la luz de los resultados de una tendencia de crecimiento normal, que podrían interpretarse como tasas de crecimiento marginal, o de tener una mayor probabilidad, de propender a un decrecimiento en la recaudación del IR. Es posible que la recaudación no varíe significativamente o tienda a una desaceleración porque los individuos con mayores ingresos, y que deben pagar un tipo impositivo más alto promueven un exceso de tratamientos preferenciales: obtengan mayores beneficios por deducción de gastos personales, posean mecanismos para subreportar sus ingresos (que podría traducirse en una potencial evasión)<sup>11</sup>, o decidan colocar sus ingresos en paraísos fiscales. Además, los resultados de la desaceleración recaudatoria del IR reflejan el problema histórico de la informalidad en el mercado laboral del país.

<sup>11</sup> Análisis de las diferencias tributarias según tipo y categoría de ocupación, considerando la forma en cómo perciben sus ingresos los individuos bajo relación de dependencia y aquellos por cuenta propia.

En resumen, la desaceleración en la recaudación del IR es producto de la dificultad inherente de identificar y gravar todas las rentas que perciben los individuos, problema que podría reducirse a través del fomento de la cultura tributaria en la población. Está también el hecho de que las deducciones de gastos personales no están asociadas con el nivel socioeconómico de los contribuyentes en términos de progresividad.

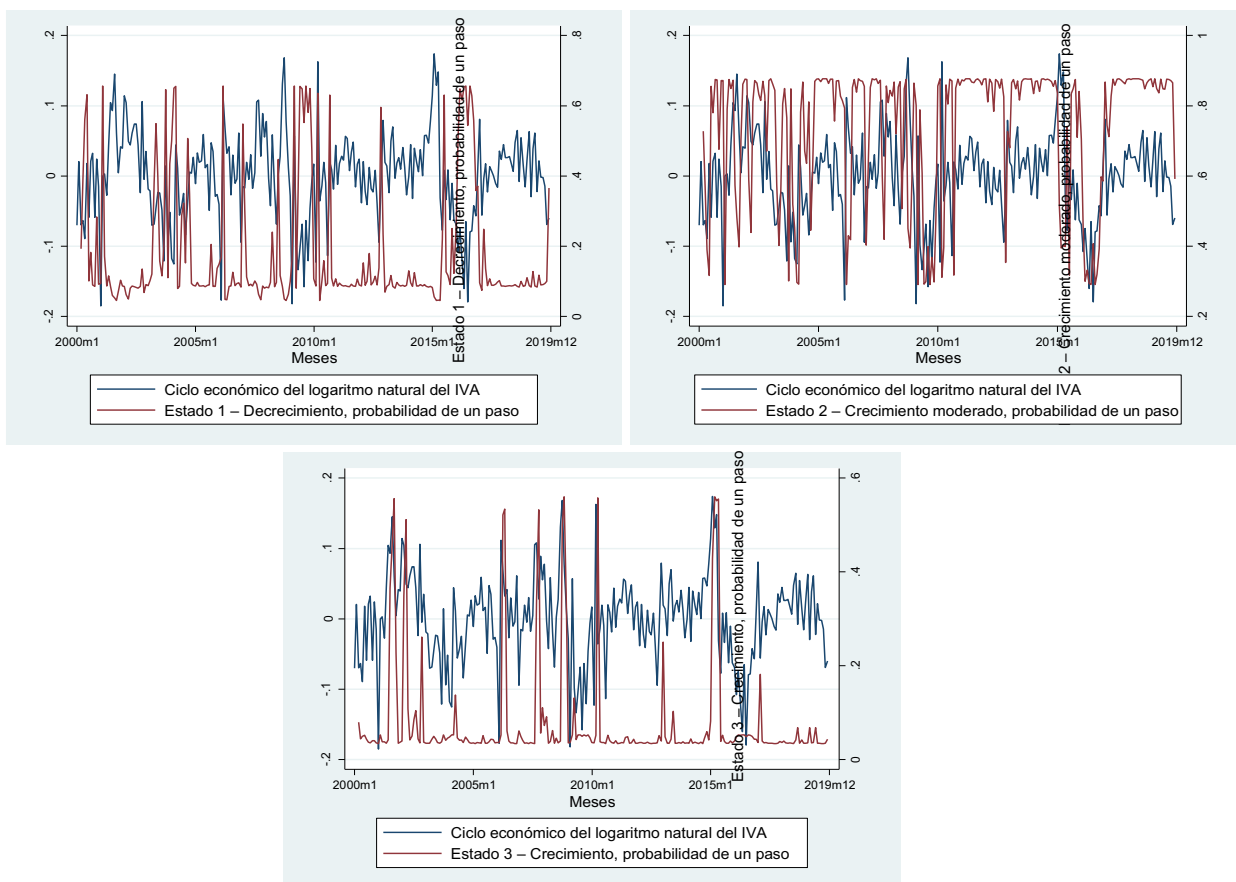
Para el caso del IVA, los coeficientes de los tres estados de cambio son significativos. En este caso, los signos de los coeficientes también permiten definir los escenarios en los que se puede encontrar la recaudación del IVA, y el número del coeficiente muestra el porcentaje que disminuye o aumenta la recaudación. De esta forma, la serie del IVA en el estado 1 implica que se produce un decrecimiento promedio de 8,2% en su recaudación. El estado 2 representa un crecimiento moderado promedio de 0,9%. En cuanto al estado 3, se muestra un crecimiento promedio de 10,8% (Ver Tabla 4).

**Tabla 4.** Estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo Markov Switching para el IVA

<b>Variable</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Std. Error</b>	<b>Z-estadístico</b>	<b>Prob.</b>
<b>Estado 1: decrecimiento</b>				
hpcycle_ln_ir	-0,082	0,01	-7,94	0,000
<b>Estado 2: crecimiento moderado</b>				
hpcycle_ln_ir	0,009	0,004	2,19	0,029
<b>Estado 3: crecimiento</b>				
hpcycle_ln_ir	0,108	0,01	8,59	0,000

La estimación del modelo con Markov Switching posibilita el cálculo de las probabilidades estacionarias, estas permiten identificar la probabilidad de que la recaudación del IVA esté dada por un estado de cambio en particular (Ver Figura 5).

**Figura 5.** Probabilidades de un paso de los tres estados de cambio-recaudación del IVA



Con base en las figuras, se puede observar que existen mayores periodos de crecimiento moderado, un número considerable de periodos de decrecimiento, y pocos periodos de crecimiento en el rango de tiempo analizado.

Los porcentajes de decrecimiento, crecimiento moderado y crecimiento de la recaudación del IVA (Tabla 4), y las probabilidades estacionarias de cada punto de la serie de tiempo (Figura 5) permiten identificar que el crecimiento promedio de la recaudación del IVA durante el periodo 2000-2019 es 2,99%.

Una vez identificadas las probabilidades estacionarias se procede a la determinación de las probabilidades de transición de un estado de cambio a otro,  $p_{ij}$  (Ver Tabla 5).

**Tabla 5.** Matriz de probabilidades de transición con tres estados del impuesto a la renta

		Momento t		
		Decrecimiento	Crecimiento moderado	Crecimiento
Momento t-1	Decrecimiento	0,66	0,29	0,05
	Crecimiento moderado	0,09	0,88	0,03
	Crecimiento	0,05	0,39	0,56

A continuación, se interpretan las probabilidades de los estados significativos de la Tabla 5:

$p_{11}$ : Considerando que la situación actual es un estado de decrecimiento promedio de 8,2%, la probabilidad de seguir experimentando esa desaceleración en la recaudación en el próximo periodo es de 66%.

$p_{12}$ : Considerando que la situación actual es un estado de decrecimiento promedio de 8,2%, la probabilidad de transitar a un crecimiento moderado en la recaudación en el próximo periodo es de 29%.

$p_{13}$ : Considerando que la situación actual es un estado de decrecimiento promedio del 8,2%, la probabilidad de transitar a un crecimiento en la recaudación en el próximo periodo es de 5%.

$p_{21}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento moderado promedio de 0,9%, la probabilidad de transitar a una desaceleración en la recaudación en el próximo periodo es de 9%.

$p_{22}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento moderado promedio de 0,9%, la probabilidad de seguir experimentando ese crecimiento moderado en la recaudación en el próximo periodo es de 88%.

$p_{23}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento moderado promedio del 0,9%, la probabilidad de transitar a un crecimiento en la recaudación en el próximo periodo es de 3%.

$p_{31}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento promedio del 10,8%, la probabilidad de transitar a un decrecimiento en la recaudación en el próximo periodo es de 5%.

$p_{32}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento promedio del 10,8%, la probabilidad de transitar a un crecimiento moderado en la recaudación en el próximo periodo es de 39%.

$p_{33}$ : Considerando que la situación actual es un estado de crecimiento promedio del 10,8%, la probabilidad de seguir experimentando esa aceleración en la recaudación en el próximo periodo es de 56%.

Bajo estas consideraciones, se puede observar que los tres estados de cambio son altamente persistentes, esto significa que la probabilidad de permanecer en esos estados de cambio es bastante alta, una vez que la serie de recaudación entró a estos. Además, las probabilidades de transición de los diferentes estados entre sí son bastante bajas. Sin embargo, se puede identificar que, tanto la probabilidad de que al estado de decrecimiento le siga un estado de crecimiento moderado, como la probabilidad de que de un estado de crecimiento se regrese a un estado de crecimiento moderado, son las más altas. El estado de crecimiento moderado es el que tiene una probabilidad de permanencia más alta en comparación a los otros estados.

Por último, el estado de decrecimiento tiene una duración promedio de aproximadamente 3 meses, el estado de crecimiento moderado de alrededor de 8 meses y medio, y el estado de crecimiento de cerca de 2 meses. En la Tabla 6, se presentan estos resultados:

**Tabla 6.** Duración promedio de cada estado (meses)

<b>Estado de cambio</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Std. Error</b>
Estado 1: decrecimiento	2,91	0,86
Estado 2- crecimiento moderado	8,32	2,32
Estado 3: crecimiento	2,27	0,67

Considerando que el IVA es una tarifa que se fija para un grupo de bienes o servicios, indistintamente de si quienes los adquieren pertenecen a un estrato social con mayor o menor recursos económicos, el análisis de tener una mayor probabilidad de mantenerse o regresar a un estado de crecimiento moderado (en caso de encontrarse en un estado de decrecimiento o crecimiento) se centra en cambios tarifarios, simplificación de trámites para su declaración u otros cambios normativos tributarios. En general, durante las últimas dos décadas la tarifa del 12% se ha mantenido y su condición de ser el impuesto de más fácil recaudación no ha variado significativamente. El mantener un crecimiento en su recaudación y que no existan altas probabilidades de desaceleración puede deberse al continuo esfuerzo de la administración tributaria por fortalecer procesos simples, y de fácil comprensión para su declaración y pago.

## **5. CONCLUSIONES**

En este estudio se aplica la metodología Markov Switching a fin de realizar un análisis probabilístico de las series de recaudación del IR e IVA durante el periodo 2000-2019. La propuesta de utilizar la metodología Markov Switching en el ámbito tributario nació de la oportunidad de contar con series de tiempo a nivel mensual de manera continua y oportuna.

La evidencia de estudios como éste en el país es escasa, por lo cual a través de esta investigación se exhorta a realizar un mayor análisis de las bondades de su implementación. En futuras investigaciones se invita a revisar la posibilidad de expansión hacia modelos más complejos, tomando en cuenta siempre el problema de sobreparametrización, explicado en este artículo.

Esta metodología da pautas del comportamiento de la serie de recaudación; además, de los análisis tradicionales que indican si una variable o coeficiente es significativo, se puede observar una premisa del comportamiento del ciclo económico previsto o subyacente en la recaudación del IR e IVA.

En la estimación de los modelos autorregresivos con Markov Switching del IR e IVA, la principal limitación es establecer el número de estados de cambio, dado que la

metodología no determina una regla exacta para ello. Por tal motivo, la decisión de estimar los modelos con tres estados de cambio se obtiene de manera empírica, tras realizar varias estimaciones con diferente número de estados de cambio e identificar el modelo con mejor bondad de ajuste, y con un mayor cumplimiento de los criterios metodológicos.

El análisis de los resultados obtenidos en el caso del IR, para el periodo 2000-2019, permite identificar dos estados de cambio significativos (decrecimiento y crecimiento), y un estado de cambio no significativo (interpretado como tendencia de crecimiento normal o estabilidad). El estado 1 indica que se produce un decrecimiento promedio de 10,4% en la recaudación. El estado 2 representa que existe una crecimiento promedio de 0,7% en la recaudación. En cuanto al estado 3, se muestra un crecimiento promedio de 37,7% en la recaudación. Considerando los resultados significativos, las probabilidades de salto o transición indican que el estado de decrecimiento es un estado altamente persistente: si la recaudación del IR entra en este estado, la probabilidad de permanencia es bastante alta (73%), con una duración promedio cercana a 4 meses. Esto difiere del caso del estado de crecimiento, en este es muy probable que se produzca un salto al primer estado de cambio (probabilidad de transición de 56%), es decir, que la serie experimente un decrecimiento en la recaudación. Finalmente, el escenario de tendencia de crecimiento normal o de estabilidad (resultado no significativo) presenta una probabilidad de permanencia alta (96%), con una duración promedio aproximada de 26 meses.

Por otra parte, los resultados obtenidos en el caso de la recaudación del IVA, para el periodo 2000-2019, permiten identificar tres estados de cambio significativos: decrecimiento, crecimiento moderado y crecimiento. El estado 1 significa que se produce un decrecimiento promedio de 8,2% en la recaudación. El estado 2 representa un crecimiento moderado promedio de 0,9% en la recaudación. El estado 3 muestra un crecimiento promedio de 10,8% en la recaudación. Se identifica que los tres estados de cambio son altamente persistentes, y que las probabilidades de transición de los diferentes estados entre sí son bastante bajas. Sin embargo, se determina que tanto la probabilidad de que al estado de decrecimiento le siga un estado de crecimiento

moderado, como la probabilidad de que de un estado de crecimiento se regrese a un estado de crecimiento moderado, son las más altas. El estado de crecimiento moderado es el que tiene una probabilidad de permanencia más alta en comparación a los otros estados (88%), con una duración mensual aproximada de 8 meses.

Considerando los resultados, se reconoce que para tener un modelo más preciso se debe perfilar la estimación con Markov Switching, para los cuatro impuestos más importantes dentro de la recaudación. Si bien en este estudio se ha realizado la estimación para IR e IVA, se podría ampliar el análisis para el impuesto a consumos especiales e impuesto a la salida de divisas, así como para el total de la recaudación.

Aunque el enfoque bajo el cual se realiza el presente estudio es de carácter no estructural y por lo cual no es posible aseverar los motivos en los saltos de estados de cambio; se han realizado algunas reflexiones en torno a esto. En este sentido, los resultados del IR sugieren un análisis de la equidad vertical del sistema tributario ecuatoriano, y los resultados del IVA representan las acciones de la administración tributaria por brindar procesos simples y de fácil comprensión al contribuyente, a fin de fortalecer y mejorar la recaudación de este impuesto. Sin embargo, estas reflexiones podrían corroborarse o rechazarse con estudios que se realicen desde un enfoque estructural.



## 7. REFERENCIAS

- Amaya, A. y Ramírez, J. (2014). *La recaudación tributaria en el Ecuador: análisis de series de tiempo con cambios de régimen (1993-2011)*.
- Constitucion de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449. Publicado el 20 de octubre de 2008. Última modificación el 13 de julio de 2011. Ecuador.
- Ley Reformatoria para la Equidad Tributaria del Ecuador*. Registro Oficial Suplemento 242. Publicado el 29 de diciembre de 2007. Ecuador. [tinyurl.com/28zergzh](http://tinyurl.com/28zergzh)
- Ley Orgánica de Simplificación y Progresividad Tributaria*. Registro Oficial Suplemento 111. Publicado el 31 de diciembre de 2019. Ecuador.
- Bognanni, M. (2013). *An empirical analysis of time-varying fiscal multipliers*. University of Pennsylvania, 1–49.
- Bohórquez, C., Caballero, B. y Caballero R. (2020). Análisis de la inflación en Bolivia: un enfoque Markov-Switching con tres estados. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*.
- Carrillo, P. (2017). El efecto de la política fiscal en expansión y recesión para Ecuador: un modelo MSVAR. *Cuadernos de Economía* 36 (71), 405–39. [tinyurl.com/z3m64zhn](http://tinyurl.com/z3m64zhn)
- Carstensen K., Heinrich M., Reif M. y Wolters M. (2017). *Predicting ordinary and severe recessions with a dynamic factor model. An application to the german business cycle*. Munich Society for the Promotion of Economic Research - CESifo.
- Castro, S. y López, D. (2013). *Análisis de los procedimientos del Servicio de Rentas Internas para emitir las determinaciones administrativas al sector empresarial que no cumple con las obligaciones tributarias del IVA, IR e ICE*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Cekin, S. (2013). *Monetary and fiscal policy interactions in Turkey: A Markov Switching approach*. Texas Tech University.

- Center for Statistical Research and Methodology (2017). *X-13 ARIMA-SEATS Reference manual accessible HTML output version*. Census Bureau. [tinyurl.com/3xbbxd3r](http://tinyurl.com/3xbbxd3r)
- Chiavenato, I. (2013). *Introducción a la teoría general de la Administración* (9.ª edición). Editorial McGraw Hill Interamericana.
- Espinoza, E. (2011). Estimación del parámetro de suavizamiento del filtro HodrickPrescott para el IMAE regional. *Notas Económicas Regionales*. Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano.
- Favero, C. y Monacelli, T. (2005). *Fiscal Policy Rules and Regime ( In ) Stability : Evidence from the U.S.*
- Flores, M. 2000. *El filtro Baxter-King, metodología y aplicaciones*.
- García-Escribano, M. y Zegarra, L. (1999). *Markov-Switching y persistencia de la inflación : Una Aplicación para Perú*. 1-22.
- Godfeld, S. y Quandt, R. (1973). The estimation of structural shifts by switching regressions. *Annals of Economic and Social Measurement*.
- Guzmán, V. (2009). Medición de la tendencia y el ciclo de una serie de tiempo económica, desde una perspectiva estadística. *Instituto Tecnológico Autónomo de México*. [www.nber.org/cycles.html/](http://www.nber.org/cycles.html/).
- Hamilton, J. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica* 57 (2), 357–84.
- Hamilton, J. 1994. *Time series analysis*. NJ: Princeton University Press.
- Hamilton, J. y Baldev, R. (2013). *Advances in Markov-Switching models: applications in business cycle research and finance*. Springer Science & Business Media. [tinyurl.com/59b3z2on](http://tinyurl.com/59b3z2on)

- Hok, L. 2020. Non-linear effect of government spending on private consumption in Cambodia: Markov-Switching autoregressive model. *Journal of Economics and Business* 3 (1), 438–49. <https://doi.org/10.31014/aior.1992.03.01.210>
- Kim, C. y Charles, N. (1999). Has the U.S. economy become more stable? A bayesian approach based on a Markov-Switching model of the business cycle. *Review of Economics and Statistics* 81 (4), 608–16. <https://doi.org/10.1162/003465399558472>.
- Ko, J. y Morita, H. (2012). Regime switches in japanese fiscal policy : Markov-Switching VAR approach. *Global COE Hi-Stat Discussion Paper Series*, 1:26.
- Koontz, H., Weihrich, H. y Cannice, M. (2012). Administración: una perspectiva global y empresarial. The McGraw-Hill. (14).
- Kosova, T., Slobodyanyuk, N., Polzikova, H. y Šatanová, A. (2018). Tax gap management: theory and practice. *The Economic Annals-XXI Journal*, 6220(96), 1–72.
- Kuan, C. (2002). *Lecture on the Markov Switching Model*.
- Segura, J. Chavarro, F. y Grautoff, M. (2010). Ciclos económicos de las teorías de manchas solares al filtro de Hodrick. *Criterio Libre* 8 (13), 21–68. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Louffat, D. (2014)- *Planificación administrativa*. (4.ª edición). Limusa.
- Ponomarev, A., Ponomareva, A. , Ponomarev, M. y Toporov, I. (2018). Theoretical and Methodological Grounds for the Modernization of the Tax Administration System. *European Research Studies Journal*, XXI (1), 544–552.
- Stata (2020). Tsfiler: filter a time-series, keeping only selected periodicities. *Stata*.  
Recuperado el 8 de junio de 2020 de [tinyurl.com/2sv9nxov](http://tinyurl.com/2sv9nxov)
- Vásquez, F., Restrepo, S. y Lopera, J. (2010). Una revisión crítica de las técnicas de filtrado para la teoría de los ciclos económicos reales. *Cuadernos de Economía* 29 (53), 119–53.

Villarreal, F. (2005). Elementos teóricos del ajuste estacional de series económicas utilizando X-12-ARIMA y TRAMO-SEATS. *Estudios Estadísticos y Prospectivos*. CEPAL.

Zangari, E. (2007). *Time series analyses of fiscal policies*. Università di Torino. Università del Piemonte Orientale. Dottorato di Ricerca in Scienze Economiche.