

# UCUENCA

## Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Carrera de Economía

### Aplicación del Análisis Espectral de series de tiempo a los ciclos económicos de Ecuador periodo 1900-2018


Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Economista

**Autor:**

Kevin Renato Gómez Bermeo

**Director:**

Juan Pablo Sarmiento Jara

ORCID:  0000-0003-2841-7054

Cuenca, Ecuador

2024-03-25

### Resumen

El presente artículo tiene como objetivo identificar las frecuencias de los ciclos económicos en el Ecuador y evidenciar si estos ciclos se alinean con las teorías de ciclos económicos de larga, mediana y corta duración. Para el análisis se utiliza la base de datos del Proyecto Maddison y el periodo de análisis comprende los años de 1900 al 2018. Para ello, primero se utilizan diversos filtros para obtener el componente cíclico de la serie del PIB, y posteriormente se hace uso de la metodología de análisis espectral de series de tiempo, para encontrar las frecuencias que componen el ciclo económico del país. Finalmente se compara la calidad de pronóstico del modelo caracterizado el dominio de frecuencias, frente a otras alternativas. Los resultados del análisis espectral sugieren que los ciclos económicos del Ecuador muestran las frecuencias propias de la teoría de Kondratieff, Kuznets, Juglar y Kitchin y que los ciclos de Kondratieff empiezan con un retraso de aproximadamente diez años comparado con lo que sugiere la literatura. Por otro lado, los ciclos de Kuznets coinciden con las los largos auges y crisis de la historia económica del Ecuador como son los Booms bananeros y petroleros. Por su parte los ciclos Juglar y Kitchin están bastante relacionados con las condiciones del mercado internacional de materias primas. Finalmente, al comparar la calidad de pronóstico del modelo obtenido por análisis espectral y por diversos modelos Arima, se encuentra que son los modelos Arima los que mejor pronostican el ciclo económico para los años 20114-2018.

*Palabras clave:* tecnologías innovadoras, crecimiento económico, ciclos económicos

*Código JEL:* C1, E3, N16



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

**Repositorio Institucional:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

The present article aims to identify the frequencies of economic cycles in Ecuador and demonstrate whether these cycles align with theories of long, medium, and short-term economic cycles. The analysis utilizes the Maddison Project's database, covering the years 1900 to 2018. To achieve this, various filters are first applied to extract the cyclical component of the GDP series. Subsequently, time series spectral analysis methodology is employed to identify the frequencies that constitute the country's economic cycle. Finally, the forecast quality of the frequency-domain characterized model is compared against other alternatives. The results of spectral analysis suggest that Ecuador's economic cycles exhibit frequencies consistent with Kondratieff, Kuznets, Juglar, and Kitchin theories. Additionally, Kondratieff cycles seem to start with a delay of approximately ten years compared to literature suggestions. On the other hand, Kuznets cycles align with the long booms and crises in Ecuador's economic history, such as the banana and oil booms. Juglar and Kitchin cycles are found to be closely related to international commodity market conditions. Finally, when comparing the forecasting quality of the spectral analysis model with various ARIMA models, it is found that ARIMA models provide the most accurate predictions for the economic cycle in the years 2014-2018.

*Keywords:* innovative technologies, economic growth, economic cycles

*JEL Code:* C1, E3, N16



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

**Institutional Repository:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

<b>Resumen</b> .....	2
<b>Abstract</b> .....	3
<b>Agradecimiento</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	8
<b>Marco Teórico</b> .....	10
<b>Revisión de la literatura</b> .....	13
<b>Análisis Histórico del PIB del Ecuador (1900-2018)</b> .....	15
<b>Metodología</b> .....	18
<b>Resultados</b> .....	22
<b>Discusión y Conclusiones</b> .....	35
<b>Referencias</b> .....	37
<b>Anexos</b> .....	43

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Resumen ciclos económicos de Schumpeter.....	11
<b>Figura 2:</b> Hechos económicos históricos del Ecuador (1900-1965).....	16
<b>Figura 3:</b> Hechos económicos históricos del Ecuador (1965-2018).....	18
<b>Figura 4:</b> Comparación de ciclos obtenidos por los filtros Hodrick Prescott y P3.....	23
<b>Figura 5:</b> Periodograma Ciclo HP60.....	24
<b>Figura 6:</b> Periodograma Ciclo HP50.....	25
<b>Figura 7:</b> Periodograma Ciclo P3 .....	26
<b>Figura 8:</b> Ciclo HP60 y su estimación .....	29
<b>Figura 9:</b> Ciclo HP60 y sus armónicos .....	30
<b>Figura 10:</b> Ciclo Juglar y Kitchin (1980-2018) .....	32
<b>Figura 11:</b> Predicción del ciclo económico 2014-2018 .....	34

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Frecuencias, Periodos y densidad espectral de los ciclos que componen el Ciclo HP60.....	24
<b>Tabla 2:</b> Frecuencias, Periodos y densidad espectral de los ciclos que componen el Ciclo HP60.....	25
<b>Tabla 3:</b> Frecuencias, Periodos y densidad espectral de los ciclos que componen el Ciclo HP50.....	26
<b>Tabla 4:</b> Estimación del Ciclo HP60 mediante funciones trigonométricas.....	27
<b>Tabla 5:</b> Estimaciones Arima del Ciclo HP60 .....	33
<b>Tabla 6:</b> U de Theil Predicción del ciclo económico 2014-2018.....	34

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi Padre y hermanos por el apoyo y las lecciones de vida y en especial a mi madre que desde el cielo me ayuda a salir de las crisis. A mis amigos por la compañía que me han hecho hasta ahora. A mi docente tutor Econ. Juan Pablo Sarmiento, al Econ. Fabian Cordero y demás docentes que con su conocimiento hicieron posible el presente trabajo de titulación. A la Econ. Mercy Orellana por el apoyo que ha sabido dar a los estudiantes. Finalmente agradezco a Dios por todo lo demás.

## Introducción

Una característica del sistema económico capitalista es la presencia de ciclos. Estos ciclos se caracterizan por fases de expansión, contracción, ascenso y depresión (Jarrín, 2009); es así que para Sepúlveda (2005) los ciclos económicos son definidos como aquellos movimientos regulares y oscilatorios del producto durante un tiempo determinado. Para Jaramillo (2010) las variaciones de la producción son un factor del cual los seres humanos han tomado conciencia, pues siempre ha existido periodos de expansión y contracción; es aquí donde gobiernos y academia se esfuerzan por entender y pronosticar las perturbaciones que se presentan en la economía para poder tomar medidas para mantener el auge y contrarrestar la crisis. En este mismo sentido, Hamann & Riascos (1998) mencionan que existen motivaciones políticas para entender el comportamiento cíclico del PIB, pues cualquier ley que explique tal comportamiento de la economía se constituye en un marco que sirve como referencia para analizar los efectos de diferentes políticas económicas. En esta misma línea, González & Almendra (2007) destacan que la identificación de las fases de los ciclos económicos es de gran importancia, no solo para la toma de políticas económicas adecuadas, sino, para que en general los agentes económicos tomen decisiones oportunas.

La importancia en política económica de estudiar los ciclos económicos se justifica mejor si se entiende qué variables están involucradas en estos movimientos recurrentes en la economía. Acorde a Romer, (2005) en las economías actuales existen épocas donde la producción y el empleo disminuyen, entonces en épocas de contracción del ciclo económico los gobiernos deben preocuparse por la producción de su país y de la tasa de desempleo de la población; de esta manera, estudiar los ciclos económicos permiten tomar políticas económicas oportunas.

En línea a lo expuesto anteriormente, Pagan (n.d.) expresa que las motivaciones por entender el ciclo económico son dos. Por una parte, si se determina que existen eventos periódicos en la economía que traen consigo un coste, es razonable tratar de anticiparse a estos periodos para evitar tales costes. Por otra parte, como se sabe que existen dichos ciclos es importante medirlos y estudiar sus características, pues si bien estos movimientos en la economía son recurrentes, no siempre siguen un patrón regular determinado, es decir pueden variar en duración e intensidad. En resumen, comprender el ciclo económico no solo permite prever y gestionar de manera más efectiva los impactos negativos asociados con eventos económicos periódicos, sino también entender la complejidad y la variabilidad inherentes a estos fenómenos.

El contexto al que nos enfrentamos, según Román & Vázquez (2013), es que las variables macroeconómicas de países en desarrollo como los latinoamericanos, son volátiles y



presentan mayor inestabilidad en comparación con otras regiones del mundo, ya que es en este tipo de países, donde los shocks externos pegan más fuerte al ciclo económico (Vásquez Bedoya et al., 2013). Por otro lado, investigadores como Boschi & Girardi (2011), plantean que los shocks internos son los que más contribuyen a la profundidad del ciclo económico; este contexto toma aún más importancia si se considera que, como lo plantea Dzhambova (2021), las economías en desarrollo como la ecuatoriana, tienen fuertes limitaciones fiscales para enfrentar los efectos del ciclo económico, en gran medida provocadas por la alta deuda externa del país. A esto se suma la vulnerabilidad de las naciones latinoamericanas a los shocks internacionales de los precios de las materias primas (Jemio Mollinedo et al., 2018), lo cual vuelve al país adicto a los ingresos petroleros en épocas de auge económico (Ruiz, 2017). Por otra parte, los ciclos económicos ayudan a revelar el comportamiento empresarial de Ecuador, pues las expectativas de los empresarios están bastante relacionadas con las expectativas del ciclo económico (Vallejo & Mata, 2002), siendo este un indicador de la situación económica del país.

Con este artículo se aportará a el entendimiento del comportamiento cíclico de la economía ecuatoriana mediante la metodología del análisis espectral de series de tiempo, pues, como menciona Quintero (1999) esta metodología permite observar los componentes cíclicos de la serie del PIB, así como la frecuencia y duración de los mismos. Cabe señalar que para Ecuador no existen estudios relacionados que utilicen la misma metodología que aquí se propone.

También se debe destacar que según Cuauhtémoc (2012) existen, por una parte, modelos que explican las causas de los ciclos económicos teóricamente y, por otra parte, también existen modelos empíricos que tratan de medirlos. El objetivo de este estudio se enmarca en la segunda cuestión, se busca medir el ciclo económico del Ecuador y aportar al entendimiento del mismo. Pero eso no significa que una vez que se haya determinado el ciclo, no se pueda proponer posibles explicaciones a su comportamiento.

Es así que el objetivo es encontrar las frecuencias que componen el ciclo económico del Ecuador para poder obtener las respectivas duraciones de las mismas y de esta manera testear el cumplimiento de la teoría de los ciclos económicos (ciclo de onda larga, mediana y corta) para el país, teoría que se alinea a la obra de Schumpeter (2002), Kondratieff, (1935), Juglar, (1862), (Kitchin, 1923) y a las contribuciones de S. & Kuznets, (1930). Con este propósito, se utiliza la base de datos de proyecto Maddison, cuya disponibilidad de datos para el PIB del Ecuador abarca los años 1900 y 2018. Los valores del PIB están medidos en dólares del 2011 y en PPA. La serie del PIB se filtra para obtener el componente cíclico al

cual posteriormente se aplicará análisis espectral; de aquí se obtiene el periodograma, gráfica que permite observar las frecuencias que componen el ciclo del PIB. Las frecuencias obtenidas serán evaluadas en cuanto a la calidad de pronóstico del modelo, frente a otras alternativas metodológicas.

### **Marco Teórico**

La teoría de ciclos económicos ha tenido gran relevancia a lo largo de la historia. La temática es bastante bien aceptada en la teoría económica, tanto así que Joseph A. Schumpeter anexó las teorías de Kondratieff, Juglar y Kitchin en su obra "Business Cycles"(Schumpeter, 2002).

En función del enfoque que se asuma, los ciclos económicos varían en duración y causas.

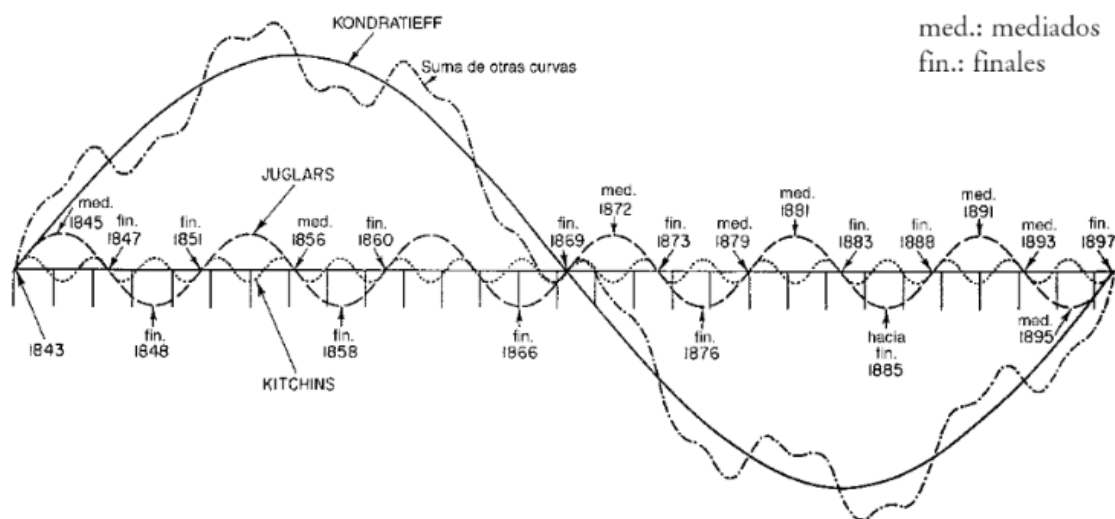
Por una parte, tenemos a los ciclos Kondratieff que según lo que argumenta Modis (2017), fueron descubiertos por el economista ruso Nikolai D. Kondratieff. La propuesta de este economista se basó en el análisis de indicadores económicos, y tuvo como principal conclusión que la economía presenta movimientos cíclicos con un periodo de unos 50 años. Kondratieff (1935) analizó series de los precios, tasa de interés, cartera de banco, depósitos de cuenta de ahorros, los salarios de mineros, exportaciones e importaciones, consumo de carbón y superficies cultivadas, con los datos de Francia, Inglaterra y EE.UU. Los resultados arrojaron evidencia de un primer ciclo que ascendió desde finales de la década de los ochenta del siglo XVIII hasta 1817 y descendió entre 1817 a 1851. El segundo ciclo que Kondratieff descubrió comprende los años de 1851 a 1896 y finalmente el autor presentó un tercer ciclo, este ciclo comprendió los años de 1896 a 1921. Algo importante a recalcar, es que, Kondratieff en su obra menciona que las largas oscilaciones son internacionales, y en esta publicación, aunque no se examinó a fondo, se propuso las posibles causas de este ciclo, entre las cuales se menciona a los descubrimientos científicos técnicos. De hecho, en la actualidad la explicación más aceptada de tales ciclos son los descubrimientos e innovaciones tecnológicas (Korotayev et al., 2011). Considerando lo anterior, Schumpeter (2002) menciona que históricamente existió un ciclo de Kondratieff en lo que consistió la revolución industrial, otro en la denominada edad del vapor, y finalmente, muestra un tercer Kondratieff en la era de la electricidad, la química y los motores.

Por otra parte, tenemos los ciclos Juglar descubiertos por el economista francés Joseph C. Juglar en 1863. Los ciclos juglares tienen una temporalidad de aproximadamente 10 años. Juglar analizó cifras bancarias, tasas de interés y precios. Adicionalmente, respaldó sus estudios con las tasas de matrimonios y otros indicadores. Schumpeter, (2002) menciona que estos ciclos están relacionados con la oscilación de inversiones de capital en infraestructuras. Estas inversiones están relacionadas, a su vez, con procesos innovadores de la industria y

en el comercio. Por ejemplo, la introducción del denominado soplo caliente y el coque, fueron los responsables del juglar que se presenta en el año 1842.

Los ciclos Kitchin, descubiertos por el británico Joseph Kitchin en 1920, tienen una duración de aproximadamente 40 meses y responden a las fluctuaciones en el inventario de las empresas, es decir, el ciclo Kitchin crece a medida que aumenta la producción de las empresas, y decae cuando se contrae la producción de las mismas (Konstantakis & Michaelides, 2017). El estudio de Kitchin (1923) comprendió el análisis de series de los precios de las mercancías, el valor del comercio, ingresos, salarios, intereses bancarios y las cotizaciones en bolsa de los EE.UU. y de Gran Bretaña, encontrando que estas variables tienen fluctuaciones de aproximadamente 4 años en promedio. Kitchin en su obra menciona que la teoría se cumple en la gran mayoría de casos. Pero en contraparte, Schumpeter menciona que la relación del ciclo Kitchin con los hechos históricos es muy dudosa, pues Kitchin, (1923) no había hecho un análisis de cada uno de estos ciclos, y solo se había enfocado en ciertos intervalos.

Los ciclos expuestos en la obra de Schumpeter se traslapan en el tiempo entre sí, pues según (Jaramillo, 2010) se puede observar que en un ciclo Kondratieff existen de 5 a 6 ciclos Juglar y en un ciclo Juglar puede tener de 3 a 4 ciclos Kitchin. El resumen de la teoría de los ciclos económicos de Schumpeter se presenta en la figura 1.



**Figura 1:** Resumen ciclos económicos de Schumpeter

**Fuente:** Schumpeter (2002)

En la literatura existen otros ciclos que no están considerados en la obra de Shumpeter, ejemplo de ello son el caso de las fluctuaciones estacionales, dado la naturaleza anual de los datos que se analizarán, estos no son relevantes en este estudio.

Otra de las oscilaciones más comunes que se encuentran en la literatura es el ciclo Kuznets, ciclo que tendría una duración de 15 a 20 años. Al igual que el ciclo Juglar, este ciclo encuentra razón en las fluctuaciones de las inversiones en infraestructura (Konstantakis & Michaelides, 2017). El ciclo Kuznets (S. & Kuznets, 1930) fue criticado por Howrey, (1968), pues el autor llegaba a la conclusión de que no existe evidencia de un ciclo largo que se relacione con la teoría de Kuznets y que dicho ciclo en realidad no aporta en gran medida a la varianza del ciclo. Por otra parte, existen autores como Ewijk (1982) que menciona que la onda Kuznets tendría una duración de 15 a 30 años.

Se dice que la definición de ciclos económico no está exenta de la subjetividad y por ello siempre se acostumbra a trabajar con el conjunto de tendencia y ciclo en un solo componente (Matilla García et al., 2017). Sin embargo, siempre es recurrente basarse en la definición dada por Burns y Mitchel que describen al ciclo como fluctuaciones encontradas en la economía de las naciones que organizan su funcionamiento en empresas comerciales. Un ciclo consiste en auges que ocurren al mismo tiempo en muchos sectores de la economía, seguidas de recesiones, contracciones y reactivaciones que se conectan con la fase de auge del ciclo siguiente, esta secuencia es recurrente pero no periódica (Shaw, 1947)

En la literatura actual, ha adquirido relevancia la noción del ciclo político. Este ciclo, como lo indica su denominación, está condicionado a eventos políticos. Los ciclos políticos están muy relacionados con el calendario electoral y en general se los considera como un ciclo de corto plazo, (Reyes Hernández et al., 2017). Los ciclos políticos se sustentan en la tendencia de los gobiernos en épocas electorales. Esta tendencia consiste en propiciar políticas expansivas que se reflejen en un buen desempeño económico, con el fin de que el gobierno de turno sea relegado (Nordhaus, 2014).

Algo importante a considerar es que los ciclos económicos de Latinoamérica, están condicionados a los booms de las materias primas. Sobre lo anterior Márquez, (2019) señala que América Latina ha atravesado diferentes ciclos asociados a los periodos de booms de materias primas, pues han existido bonanzas cuando los precios alcanzaban niveles altos y crisis provocadas por la volatilidad de los precios. Páez, (2017) respalda esta teoría, indicando que las fluctuaciones de los precios de las materias primas son importantes al momento de explicar la inestabilidad económica de los países latinoamericanos.

### Revisión de la literatura

Desde de la publicación de Burns & Mitchell (1946), se dispone de un enfoque para caracterizar el ciclo económico de forma atórica. La metodología de estos autores se estandarizó en muchos estudios que tratan de entender el ciclo económico de una manera visual, y relaciona los movimientos del producto con otras variables como son la inflación, el tipo de cambio, etc. Este documento, además, inició el estudio de hechos estilizados del ciclo económico.

El concepto de hecho estilizado del ciclo económico se popularizo con la publicación de Kydland & Prescott, (1990), pues su estudio para los EE.UU. enfatizo la relación contra cíclica que existía entre los ciclos del producto y la de los precios, pero también se encontró movimientos recurrentes de variables monetarias y variables por parte de la demanda. Los autores articularon la teoría económica con hechos importantes de la economía estadounidense.

Para el caso ecuatoriano, Orellana et al., (2023) presentan un análisis de hechos estilizados para los ciclos económicos en un periodo que comprende los años 1990-2009, utilizando la metodología de Kydland y Prescott. Los autores dividieron el análisis en dos periodos: pre dolarización y post dolarización, encontrando que el consumo de los hogares, las exportaciones, el empleo, el salario real y el agregado monetario M1 son variables procíclicas teniendo en cuenta la baja relevancia que tienen variables como el dinero y tipo de cambio en el ciclo después del periodo de dolarización. Por otro lado, se encontró que los precios y la inflación son variables contra cíclicas.

En la misma línea de hechos estilizados encontramos el estudio de Gachet et al., (2011) quienes realizan un análisis con datos mensuales y trimestrales; para los datos mensuales, se utiliza, como variable proxy del producto el Índice de Actividad Económica. La metodología que utilizan comprende el filtrado de la serie mediante los filtros de Hodrick Prescott y de Baxter King; el principal resultado de esta investigación es que las variables de consumo privado y consumo del gobierno son altamente procíclicas, mas no lo es la tasa de desempleo. Las exportaciones, por otro lado, varían con el ciclo acorde a los precios del petróleo.

Preciado (2019) muestra la relación entre el crédito y el ciclo económico entre los años 2000 y 2017. Utilizando el filtro de Hodrick Prescott y mediante un análisis de cointegración, encuentra que existe una relación de largo plazo entre las variables, así demuestra el comportamiento procíclico del crédito.

Por su parte Vallejo (2002), analiza la relación entre el sector externo, traducido en variables como las exportaciones, importaciones, los precios internacionales del petróleo WTI y el tipo de cambio real, con el ciclo económico. Para ello utiliza el filtro Hodrick Prescott y mediante un modelo de corrección del error encuentra la relación de corto y largo plazo de las variables, las mismas que muestran un comportamiento procíclico. En la misma línea de análisis de choques externos, Carvajal & Mayoral (2021) demuestran que los precios del petróleo están profundamente relacionados con los ciclos económicos, Para evidenciarlo, los autores se valieron de la metodología de cambios de régimen de Márkov.

A nivel descriptivo, Palacios Dueñas et al., (2019) mediante la revisión de literatura y el análisis estadístico, muestran el comportamiento procíclico de las exportaciones y la baja relación entre el gasto público y las épocas de crisis económicas, para el periodo 2000-2017.

La metodología de análisis espectral toma relevancia con la publicación de Granger (1966). En este documento, el autor menciona lo relevante que es identificar una serie de tiempo en el dominio de frecuencias, dando mayor realce al estudio de las fluctuaciones de las variables económicas. Entre estas fluctuaciones se consideran los ciclos económicos, que se componen de diferentes frecuencias asociadas a la teoría de Kondratieff, Kuznets, Juglar y Kitchin.

Entre los estudios que aplican análisis espectral a los ciclos económicos, podemos encontrar el artículo de Jaramillo (2010), quien aplica esta metodología a los ciclos económicos de Colombia durante el periodo de 1906 y 2008; el autor primero encuentra el componente cíclico de la serie del PIB mediante el filtro de Hodrick Prescott, y luego, mediante análisis espectral, encuentra las frecuencias en el ciclo del PIB real. Es interesante notar que las frecuencias encontradas mostraron un comportamiento acorde con la teoría de ciclos económicos de Schumpeter. Con un procedimiento similar, y considerando además modelos ARIMA en su análisis, Quintero (1999) aplica el análisis espectral de series de tiempo al PIB de Estados Unidos desde 1870 a 1990, encontrando ciclos con duraciones de entre 50 y 3 años. Para el caso mexicano, tenemos el estudio de Cuauhtémoc (2012), quien aplica análisis espectral a la serie del PIB real desde el año 1896 al 2010. Su principal resultado fue la identificación de ciclos con duraciones de 12 a 15 años acorde a la teoría de Kuznets y ciclos de 8 años asociados a los ciclos Juglar.

Por su parte Jagrič (2002), mediante análisis espectral, muestra que la frecuencia dominante en la serie del PIB de Eslovenia durante 1992 y 2000 fue de 33,33 meses, evidenciando así la evolución variada de la actividad económica del este país.

Un análisis a nivel mundial fue realizado por Korotayev & Tsirel, (2010). Los autores analizan la dinámica del PIB mundial con la disponibilidad de información de la base de datos del proyecto Maddison, encontrando evidencia de los ciclos Kondratieff, Juglar y Kitchin. En cuanto al ciclo Kuznets, los autores mencionan que el mismo puede ser entendido como una frecuencia que se desprende del ciclo Kondratieff, en vez de ser entendido como un ciclo independiente.

Para el caso de Estados Unidos, Konstantakis & Michaelides, (2017), mediante análisis espectral encuentra evidencia de ciclos Kuznets, Juglar y Kitchin. Los autores mencionan que, no es posible contrastar la existencia de los ciclos Kondratieff ya que el periodo de análisis comprende únicamente los años 1958-2006.

El análisis espectral de series de tiempo puede ser aplicado con diferentes enfoques. Por ejemplo, los estudios mencionados anteriormente basan su análisis en la descomposición de la serie utilizando la transformada de Fourier. En contraste, encontramos el estudio de Mondaca (2012), que aplica análisis espectral mediante la transformada de Wavelet a la serie del PIB de Chile y de los países miembros del Mercosur entre los años 1817 y 2000. El autor llega a la conclusión de que los ciclos de los países analizados no se sincronizan de una buena manera, por lo que concluye que no sería beneficioso para Chile formar parte del Mercosur.

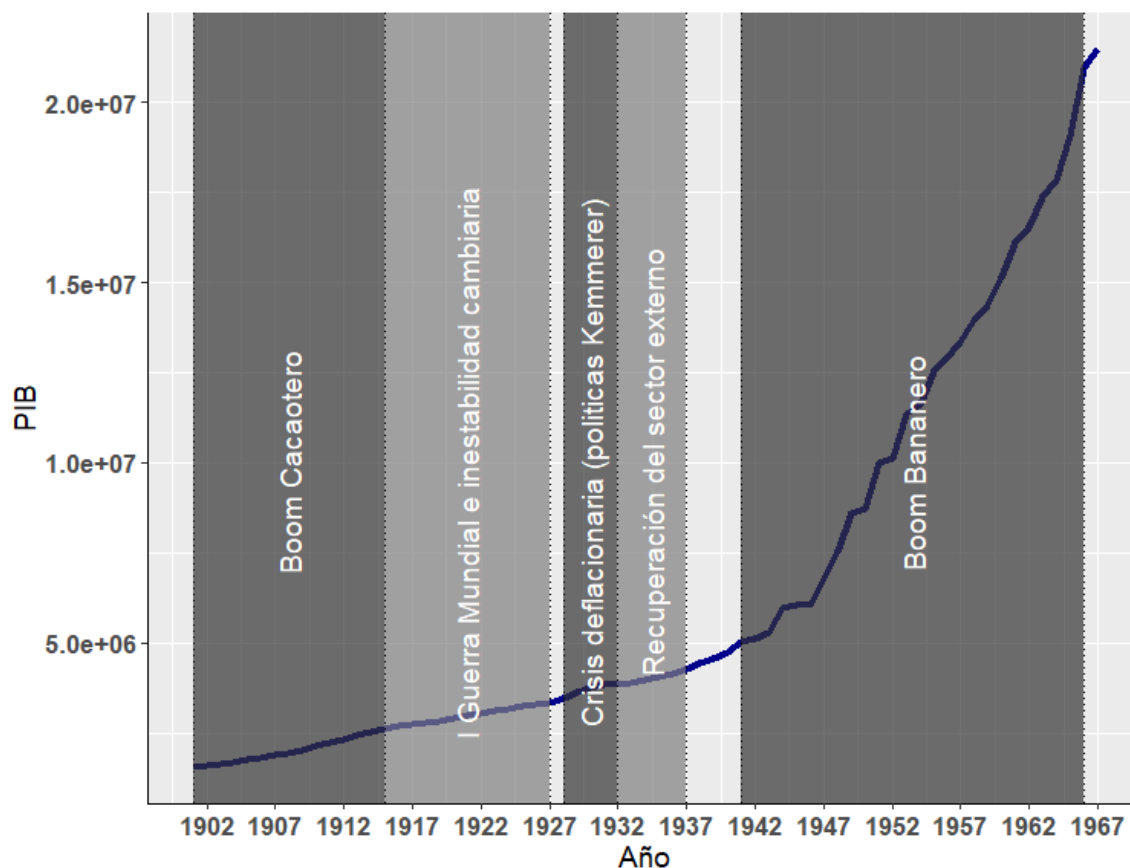
Finalmente, mencionar que también existen estudios que relacionan otras variables con el ciclo económico mediante el análisis espectral, como es el caso del artículo de Omán & Vázquez (2013). Estos autores, luego de analizar datos del Uruguay para el periodo 1870-2010, encuentran una fuerte relación entre el PIB y la inversión, sobre todo en ciclos con periodos de 10 años, mismos que se asocian a la teoría de Juglar.

### **Análisis Histórico del PIB del Ecuador (1900-2018)**

En esta sección se considera la evolución del PIB del Ecuador en el periodo de análisis, se considera los hechos de la historia económica del país.

El primer periodo de análisis se relaciona con el auge cacaotero, mismo que comprende los años de 1890 a 1920, en este periodo se evidenció un crecimiento del PIB del 5% (Oleas, 2019). De hecho, en el periodo de 1877-1925, Ecuador era líder en la producción de cacao en el mundo (Abad et al., 2020). Las plantaciones de cacao se expandieron por el país, considerando las zonas con condiciones naturales propicias para la producción y la cercanía con las vías fluviales, estas zonas comprendieron Balao, Machala, Manabí y esmeraldas. Sin embargo, en la década de 1820 los precios del cacao disminuyeron debido al comienzo de la

Primera Guerra Mundial en 1914 y la entrada de nuevos productores de cacao de África (Abad et al., 2020).



**Figura 2:** Hechos económicos históricos del Ecuador (1900-1965)

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

En 1927, con la adopción de las políticas de Edwin Walter Kemmerer, se estableció un tipo de cambio fijo de 5 sucres por dólar. Este hecho provocó una deflación general en el país. Este hecho se debió a que el banco central redujo la oferta monetaria. La crisis afectó a todos los sectores económicos del país. Para poder contrarrestar la crisis, se devaluó la moneda nacional en 1931, con estos hechos se recuperó el sector externo de la economía ecuatoriana en los años de 1931-1936 (Oleas, 2019).

Entrado el año de 1940, Ecuador adoptan las políticas de industrialización por sustitución de importaciones. Estas políticas recomendadas por la Cepal, estuvieron acompañadas por el inicio del Boom Bananero, este nuevo auge de las exportaciones se extendió hasta el año de 1965 (Oleas, 2019). El buen desempeño económico en este periodo se vio interrumpido en el año de 1965. El mejor desempeño de la producción se produjo en 1940, en esta época se intensificó el cultivo de banano, aprovechando la capacidad instalada de los cultivos de cacao en la costa (Larrea et al., 1991).

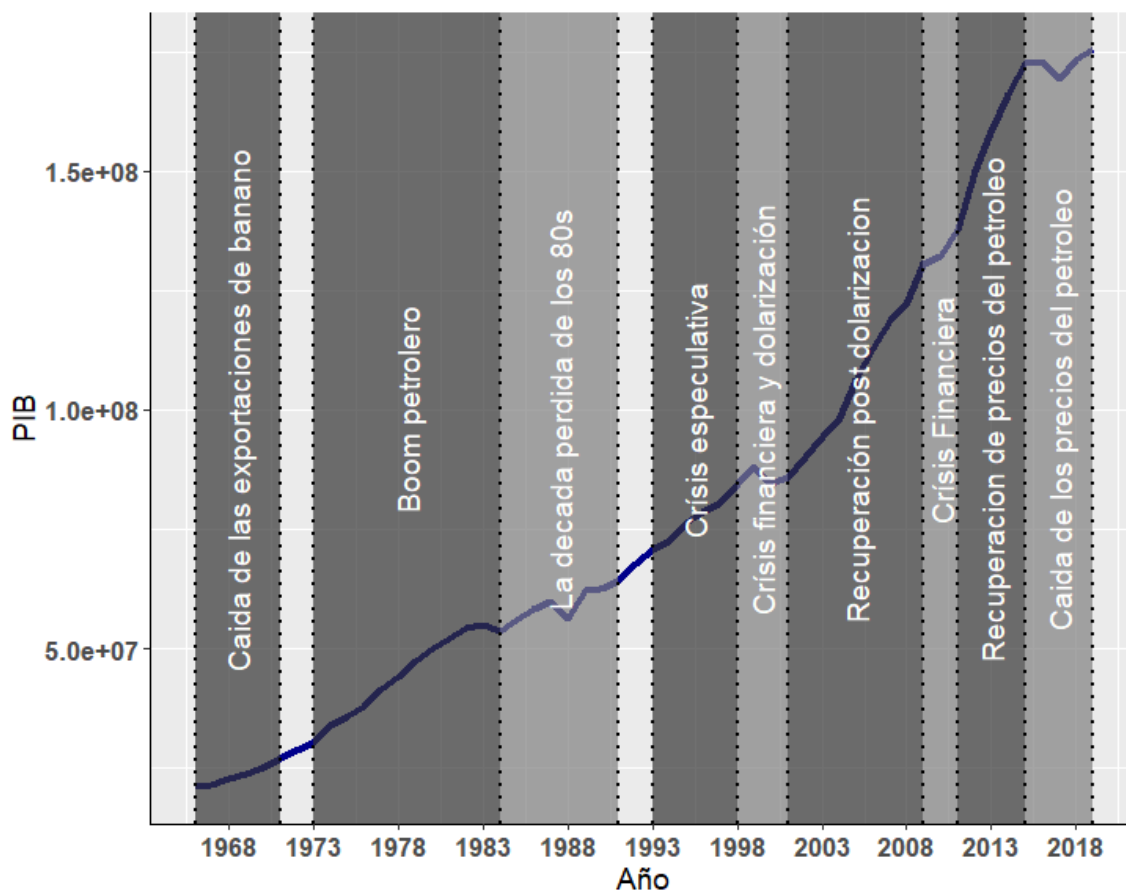


Ecuador inició la exportación de petróleo en 1972 (Oleas, 2019). En ese entonces, el barril de crudo se cotizaba en 2.8 dólares; este precio se duplicó en 1973, se quintuplicó en 1974 y se estabilizó en 1975 en 14.3 dólares. En 1979 los precios alcanzaron los 25.9 dólares y en 1980 llegaron a 39.5 dólares. En este periodo el monto de las exportaciones de crudo pasó de 1 000 000 de dólares aproximadamente en 1971 a 1 393 000 en 1980 (Oleas, 2019).

Sin embargo, Cueva & Diaz (2018) exponen que la bonanza que experimento el Ecuador se desvaneció entrada la de cada de los 80s, pues el país experimento hechos como: la caída de los precios del petróleo, inundaciones y la guerra con Perú, en este mismo periodo se evidencio un gran aumento de la deuda externa. La situación que ya estaba difícil se complicó con el terremoto en 1987. A pesar de que los precios del petróleo se recuperaron en 1900, esto no fue suficiente para evitar altas inflaciones a inicios de la década de los 90s.

En 1996 se presentaron los primeros indicios de los que se conoce como la crisis financiera de los 1999. Naranjo Chiriboga (2004) menciona que en 1996 instituciones como EL banco continental experimentaron problemas de solvencia, ante esto el Gobierno otorgó créditos a las instituciones financieras. La crisis estallo en 1999 y el número de pobres en el país alcanzó los 9.1 millones.

La crisis financiera de 1999 desemboco en la dolarización de la economía en el año 2000. Segovia Larrea (2020) nos muestra como la dolarización trajo consigo una disminución de la inflación y un aumento en el crecimiento del PIB en hasta un 8.2%, este dinamismo se interrumpió en el 2008 con la crisis financiera internacional. La situación mejoró con los elevados precios internacionales del petróleo entre los años 2010 y 2015. En el 2016 se presenta una caída del producto del terremoto en Manabí y hasta el 2018 presento un crecimiento modesto de 1,3%.



**Figura 3:** Hechos económicos históricos del Ecuador (1965-2018)

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

### Metodología

En esta sección se explica la metodología que se usa para analizar el ciclo económico del Ecuador en el periodo de análisis. La metodología tiene carácter cuantitativo, ya que la aplicación de filtros y la estimación de ciclos con distintas frecuencias se basa en el análisis de la serie del PIB real del Ecuador con diversas técnicas estadísticas. La base de datos corresponde a la serie del PIB real del Ecuador en términos de PPA medido en dólares del 2011. La serie se la obtiene de la última actualización del The Maddison Project. Cabe recalcar que se para los distintos procedimientos se utiliza la variable del PIB en logaritmos, esto se hace porque Román & Vázquez, (2013) mencionan que a medida que una variable crece con la tendencia, su volatilidad aumenta por lo que la transformación logarítmica se utiliza para controlar la volatilidad.

Para analizar el ciclo económico se debe extraer el mismo de la serie del PIB, para ello se hará uso de la metodología propuesta por Hodrick & Prescott (1997), la cual consiste en

descomponer la serie en un componente tendencial y un componente cíclico. Para encontrar la tendencia de la serie, los autores propusieron el siguiente problema de minimización.

$$\text{mín} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2 \right\}$$

Donde:

$y_t$ : Logaritmo del PIB en el tiempo  $t$ .

$\tau_t$ : Componente tendencial de la serie del logaritmo del PIB en el tiempo  $t$ .

$\lambda$ : Parámetro de penalización de la suma de los cuadrados de las segundas diferencias de los componentes de tendencia.

Es decir que el componente cíclico es  $c_t = y_t - \tau_t$ . Además, como la variable está en logaritmos se puede interpretar a  $\tau_t - \tau_{t-1}$  como la tasa de crecimiento de la tendencia en el año  $t$ . Por lo que, el parámetro  $\lambda$  penaliza el cambio de la tasa de crecimiento de la tendencia, mismo que se considera como medida de variabilidad. La resolución del problema de minimización presentado se lo puede encontrar en el documento de Muñoz & Kikut (1994).

La cuestión fundamental es entonces escoger el valor de  $\lambda$  para la aplicación del filtro. Lo que hay que considerar es que los valores para  $\lambda$  que comúnmente se encuentran en la literatura, no se pueden aplicar a el contexto de esta investigación ya que la literatura se enfoca a ciclos que tiene una duración de aproximadamente 32 trimestres, que en la macroeconomía se los conoce como business cycle. Es así que, para considerar todos los ciclos presentados en el marco teórico de este documento, se debe considerar un valor de  $\lambda$  que capture ciclos de hasta 60 años. Para ello, se utiliza la formula expuesta por Orfanidis (2018), misma que se presenta a continuación<sup>1</sup>.

$$\frac{\lambda \left| 2 \text{sen} \left( \frac{\omega}{2} \right) \right|^{2s}}{1 + \lambda \left| 2 \text{sen} \left( \frac{\omega}{2} \right) \right|^{2s}} = G \frac{2^{2s} \lambda}{1 + 2^{2s} \lambda}$$

Donde:

---

<sup>1</sup> Es interesante notar que cuando remplazamos la frecuencia asociada a ciclos de 32 trimestres (business cycle)  $\omega = 1/32$  en la formula, se obtiene el valor de  $\lambda = 1600$  que Hodrick y Prescott recomiendan usar cuando se trabaja con datos de naturaleza trimestral.

$\omega$ : Es la frecuencia asociada a el ciclo con máxima duración que se quiere extraer.

$s$ : Es un parámetro de los filtros Whittaker-Henderson que para el caso del filtro Hodrick-Prescott toma un valor de 2.

$G$ : Parámetro cuyo valor es de  $1/\sqrt{2}$  para la macroeconomía.

En este documento se utilizarán frecuencias asociados a ciclos de 50 años ( $\omega = 1/50$ ) y de 60 años ( $\omega = 1/60$ ), para contemplar las duración aproximada y máxima del ciclo Kondratieff.

Adicionalmente, se utiliza el filtro P3 presentado por Reijnders, (2009). Utilizar un filtro diferente es necesario si se quiere analizar la sensibilidad de los resultados a la utilización de los métodos de filtrado. El filtro P3 consiste en estimar el componente de tendencia de la serie haciendo uso de la siguiente regresión.

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3 + u_t$$

Como se mencionó con anterioridad  $y_t$  es el logaritmo del PIB, mientras que  $t$  hace referencia al año al que pertenece la observación, finalmente  $u_t$  es el residuo de la regresión. Entonces la tendencia se estimaría de la siguiente manera.

$$\tau_t = \hat{y}_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3$$

Y el componente cíclico se representa por  $c_t = u_t$ .

Reijnders justifica el uso de este filtro porque se requiere que la tendencia sea lo muy suave si se quiere extraer el ciclo de onda larga. Caso contrario, si la tendencia no es lo suficientemente suave puede afectar al ciclo Kondratieff.

Una vez se disponga del ciclo filtrado se procede a encontrar el periodograma. Para el caso particular de este estudio, y considerando  $T$  como el total de observaciones disponibles, el periodograma se expresa de la siguiente manera.

$$P \left[ \frac{j}{T} \right] = \left( \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T c_t \cos \left( 2\pi t \frac{j}{T} \right) \right)^2 + \left( \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T c_t \sen \left( 2\pi t \frac{j}{T} \right) \right)^2$$

Shumway & Stoffer (2019) definen el periodograma como una medida de correlación de los datos, que para el caso de este documento es el ciclo del PIB, con funciones trigonométricas que en su argumento se encuentra la frecuencia  $\frac{j}{T}$ .

Si se parte de la idea de Hamilton (1993), se puede ajustar una serie temporal mediante una regresión lineal, donde las variables explicativas son una serie de funciones trigonométricas que contemplan las distintas frecuencias asociadas a la serie. Entonces, se puede representar la siguiente estimación del ciclo económico.

$$c_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^{(T+1)/2} \left[ \beta_{1j} \cos\left(2\pi t \frac{j}{T}\right) + \beta_{2j} \text{sen}\left(2\pi t \frac{j}{T}\right) \right]$$

La sumatoria llega hasta  $(T + 1)/2$  para el caso de  $T$  impar (el caso del presente estudio pues  $T = 119$ ) porque se puede demostrar que.

$$\cos\left(2\pi t \frac{T-j}{T}\right) = \cos\left(2\pi t \frac{j}{T}\right)$$

$$\text{sen}\left(2\pi t \frac{T-j}{T}\right) = \text{sen}\left(2\pi t \frac{j}{T}\right)$$

Ahora bien, aprovechando que las funciones  $\cos\left(2\pi t \frac{j}{n}\right)$  y  $\text{sen}\left(2\pi t \frac{j}{n}\right)$  son ortogonales (linealmente independientes), entonces, los estimadores son fáciles de encontrar.

$$\beta_{1j} = \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T c_t \cos\left(2\pi t \frac{j}{T}\right)$$

$$\beta_{2j} = \frac{2}{T} \sum_{t=1}^T c_t \text{sen}\left(2\pi t \frac{j}{T}\right)$$

Considerando este resultado el periodograma también puede expresarse como.

$$P\left[\frac{j}{T}\right] = \beta_{1j}^2 + \beta_{2j}^2$$

La grafica del periodograma es esencial porque Cryer & Chan (2008) mencionan que la altura del periodograma muestra la fuerza de las funciones trigonométricas seno y coseno asociadas a diversas frecuencias que afectan a la serie, otra de las interpretaciones que dan los autores a la gráfica del periodograma es como la contribución de cada una de las

---

<sup>2</sup> Cuando los valores de  $j$  son números enteros entre 1 y  $T/2$ , a las frecuencias  $\frac{j}{T}$  se les denomina frecuencias de Fourier.

frecuencias a la varianza total de la serie (los softwares estadísticos normalizan el periodograma para obtener esta medida en términos porcentuales). Computacionalmente calcular los coeficientes  $\beta_{1j}$  y  $\beta_{2j}$  puede ser un proceso demasiado costoso cuando tenemos muchas observaciones temporales. En la práctica el proceso de cálculo se lo hace mediante la transformada rápida de Fourier, metodología propuesta por primera vez por Cooley & Tukey (1965).

Una vez se disponga de las frecuencias que caracterizan la serie del ciclo del PIB, se procede a realizar la estimación del mismo mediante funciones trigonométricas senos  $\text{sen}(2\pi t\omega_j)$  y cosenos  $\text{cos}(2\pi t\omega_j)$  como variables explicativas. Algo importante a considerar es que utilizar todas las frecuencias en la regresión, implica no tener término de error en las estimaciones, por lo que, las variables explicativas se las escoge mediante el algoritmo “forward”. Narisetty (2020) explica que el algoritmo forward empieza con un modelo nulo, es decir sin variables, después de ello el algoritmo agrega una variable a la vez en cada paso y luego elige el mejor modelo en base a la minimización de un criterio informacional.

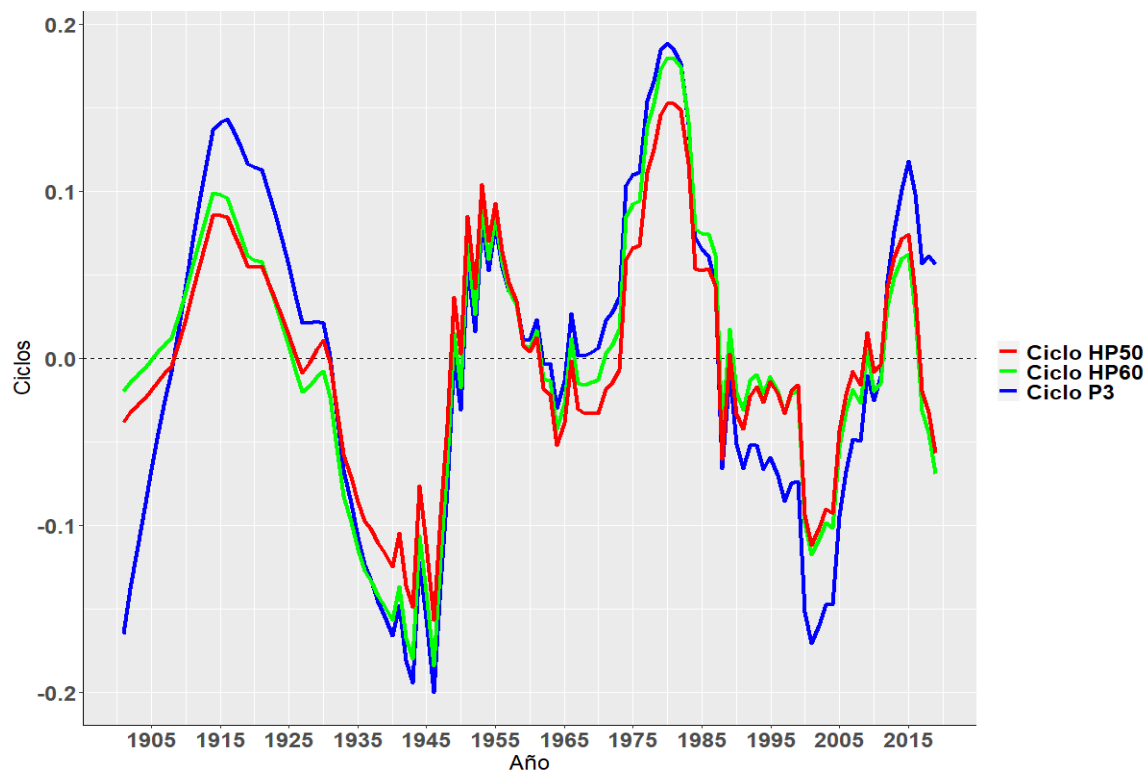
Finalmente, se compara la calidad de pronóstico del ciclo económico del modelo espectral frente diferentes modelos Arima. Para la estimación Arima se utiliza la metodología de Box & Jenkins, (1970). Para comparar la calidad de los pronósticos se utilizará el índice U de Theil. Para la realización de todos estos procedimientos se utiliza el software estadístico RStudio.

### Resultados

Como se mencionó en la metodología, primero se procede a calcular el valor del parámetro de penalización  $\lambda$  para aplicar el filtro de Hodrick-Prescott a la serie del PIB. Para capturar ciclos de hasta 50 años el valor de lambda es de 9501.683 y de 19687.07 para capturar ciclos de máximo 60 años. En el Anexo A se puede visualizar los valores de  $\lambda$  para capturar ciclos con años intermedios entre 50 y 60 años.

Con los valores de lambda se obtiene el componente cíclico de la serie del PIB y se compara estos ciclos con el ciclo filtrado mediante el filtro P3. Los detalles de los resultados de la estimación P3 se los puede visualizar en el Anexo B.

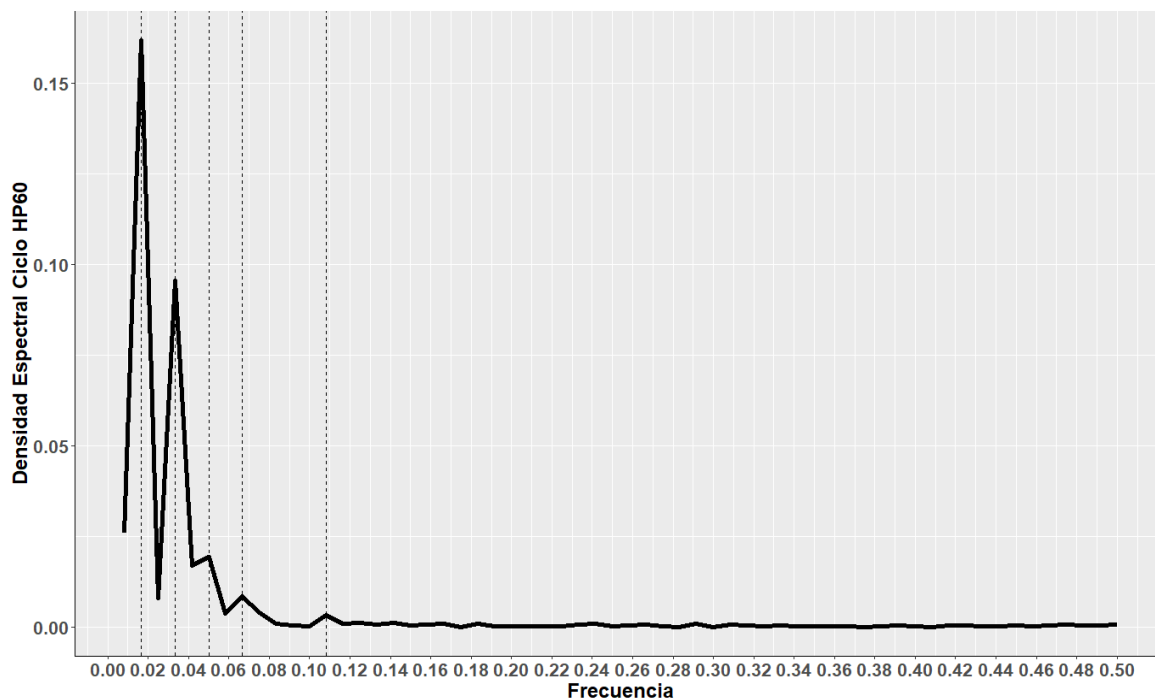
En la figura 4 se observa los ciclos obtenidos con los filtros mencionados con anterioridad. En azul se presenta el ciclo filtrado con el filtro P3 (Ciclo P3), en verde se visualiza el ciclo filtrado con Hodrick-Prescott utilizando el valor de lambda  $\lambda = 20111.78$  (Ciclo HP60) y en rojo se tiene el ciclo filtrado con Hodrick-Prescott utilizando el valor de lambda de  $\lambda = 970666$  (Ciclo HP50).



**Figura 4:** Comparación de ciclos obtenidos por los filtros Hodrick Prescott y P3

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

En el gráfico se visualiza ciertas discrepancias en los ciclos obtenidos en los años 1900-1930 y los años 1990-2005, pero el comportamiento cíclico es similar con los dos filtros utilizados y los dos valores de  $\lambda$  usados para el caso particular del filtro de Hodrick-Prescott. Para poder analizar cuáles son las frecuencias que componen los diferentes ciclos que se encontraron, se procede a graficar los periodogramas. En primer lugar, se presenta el periodograma del Ciclo HP60 en la figura 5.



**Figura 5:** Periodograma Ciclo HP60

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

Las frecuencias señaladas en la ilustración 5 con líneas punteadas corresponden a las frecuencias más importantes para explicar la variación del ciclo económico. En la Tabla 1 se muestra cuáles son las frecuencias que alcanzan un pico en el periodograma.

**Tabla 1:** Frecuencias, Periodos y densidad espectral de los ciclos que componen el Ciclo HP60

Frecuencia	Periodo	Densidad Espectral %
0.0166667	60	16.170890
0.0333333	30	9.5487570
0.0500000	20	1.9218760
0.0666667	15	0.8471388
0.1083333	9.23	0.3318206

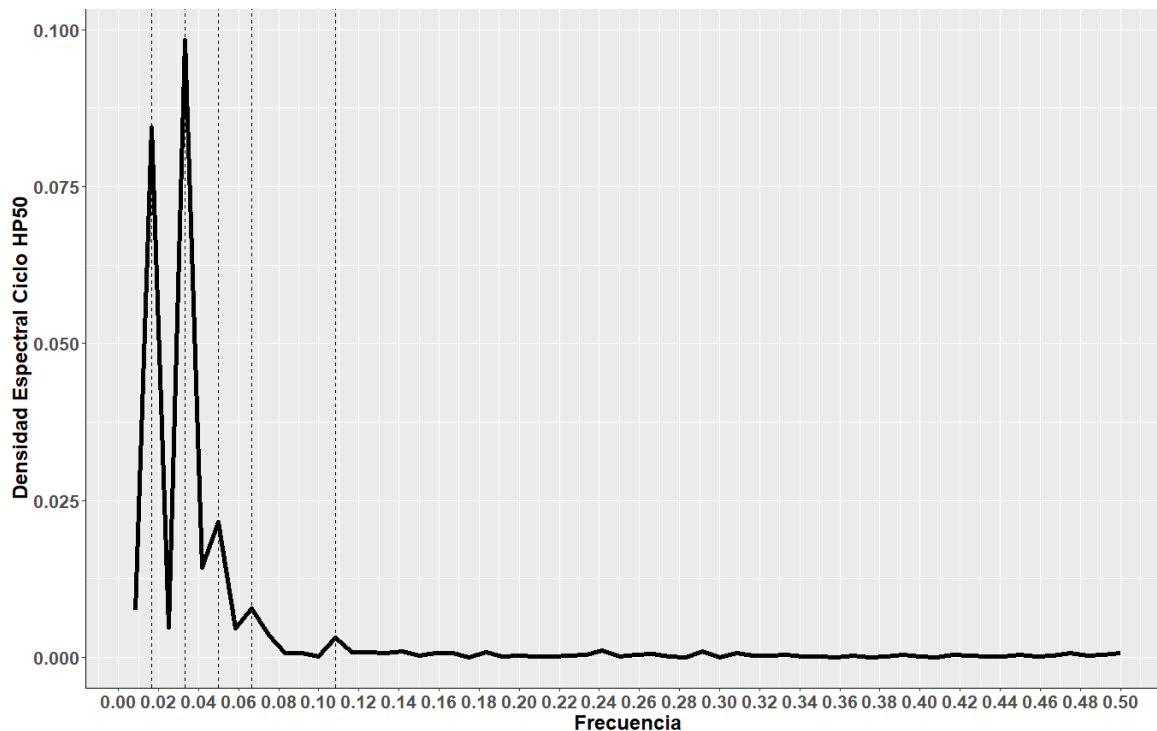
**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

Se evidencia que ciclos de 60 años de duración contribuyen en un 16.17% en la variación total del Ciclo HP60, los ciclos de 30 años contribuyen en un 9.55% en la varianza, los ciclos de 20 años tienen una contribución de 1.92% en la varianza, los ciclos de 15 años contribuyen



en un 0.84% en la varianza y los ciclos de 9.23 años contribuyen en un 0.33% en la varianza total.

En segundo lugar, se presenta en la figura 6 el periodograma del Ciclo HP50.



**Figura 6:** Periodograma Ciclo HP50

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

En el Ciclo HP50, aparecen nuevamente las frecuencias que se encontraron en el Ciclo HP60. Esto es evidencia de la robustez de los resultados independientemente del valor de penalización  $\lambda$  que se utilice en el filtro Hodrick-Prescott. Los valores de la densidad espectral asociada a los periodos más relevantes se presentan en la Tabla 2.

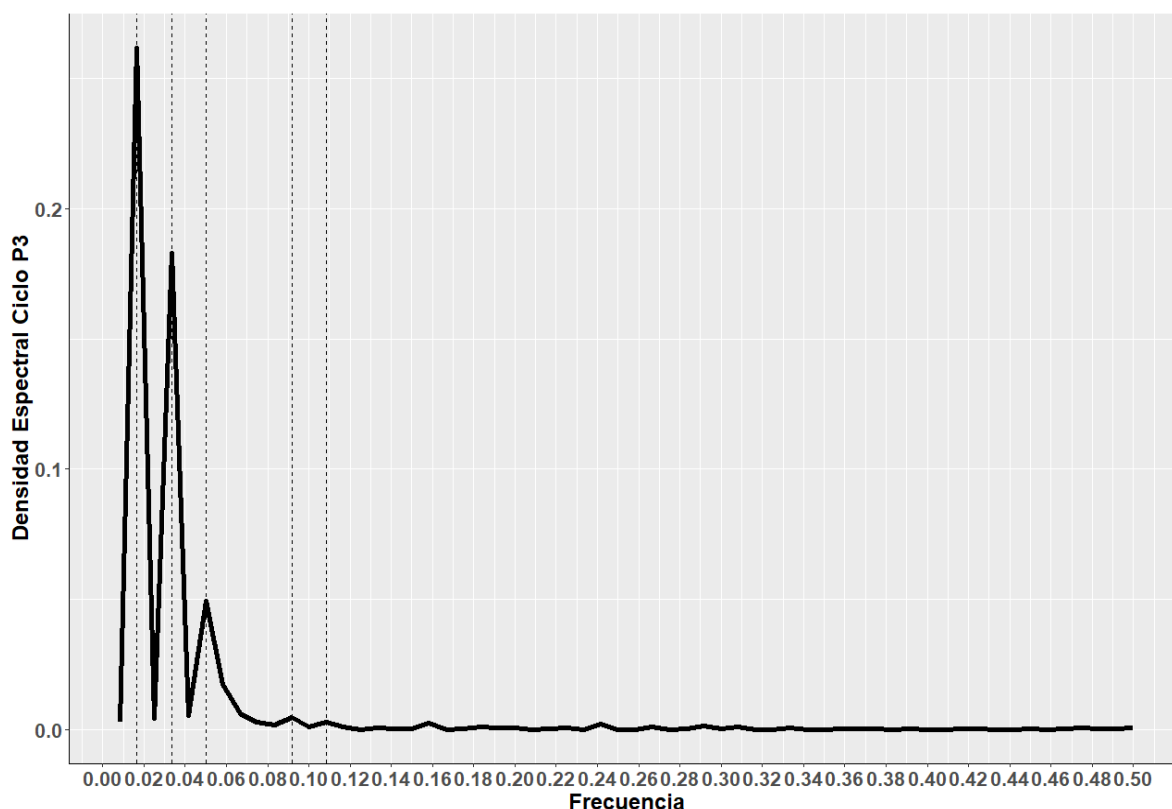
**Tabla 2:** Frecuencias, Periodos y densidad espectral de los ciclos que componen el Ciclo HP60

Frecuencia	Periodo	Densidad Espectral %
0.016667	60	8.4426920
0.0333333	30	9.8327380
0.0500000	20	2.1539510
0.0666667	15	0.7760303
0.1083333	9.23	0.3116571

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

En este caso, el ciclo de 60 años contribuye en un 8.44% a la varianza, el ciclo de 30 años contribuye un 9.83%, el ciclo de 20 años contribuye un 2.15%, el ciclo de 15 años contribuye un 0.77% y el ciclo de 9.23 contribuye en un 0.31% en la varianza total.

El ultimo periodograma, que se muestra en la figura 7, corresponde a al ciclo obtenido mediante en filtro P3. Para este ciclo en particular, se evidencia que las frecuencias más importantes se mantienen a excepción del ciclo cuyo periodo es de 15 años en su lugar, toma relevancia el ciclo de 10.90 años de duración.



**Figura 7:** Periodograma Ciclo P3

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

En la Tabla 3 se puede observar cuales son las frecuencias antes mencionadas, con sus respectivos periodos y densidad espectral.

**Tabla 3:** Frecuencias, Periodos y densidad espectral de los ciclos que componen el Ciclo HP50

Frecuencia	Periodo	Densidad Espectral %
------------	---------	----------------------

0.0166667	60	26.167760
0.0333333	30	18.275920
0.0500000	20	4.9448840
0.0916666	15	0.4707880
0.1083333	9.23	0.3023359

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

Las frecuencias de encontradas en los tres ciclos filtrados, se alinean con la teoría de los ciclos Kondratieff, Kuznets, Juglar, mas no así con el ciclo Kitchin. Lo que se debe entender es que el periodograma no proporciona una prueba estadística para considerar la importancia de un ciclo. Adicionalmente, el periodograma no ofrece información de cuando sucedieron las fases de recuperación, auge, crisis y recesión de un ciclo. Dadas las limitaciones del primer análisis, se procede a realizar una regresión donde las variables explicativas son funciones trigonométricas del siguiente tipo:  $\cos(2\pi t\omega_j)$  y  $\sen(2\pi t\omega_j)$ , en este caso las frecuencias  $\omega_j$  son las mismas que se obtuvieron del periodograma. Las variables son escogidas mediante el algoritmo “forward”, esto según el criterio informacional Akaike (AIC). Los resultados del modelo escogido por el algoritmo se presentan en la Tabla 4.

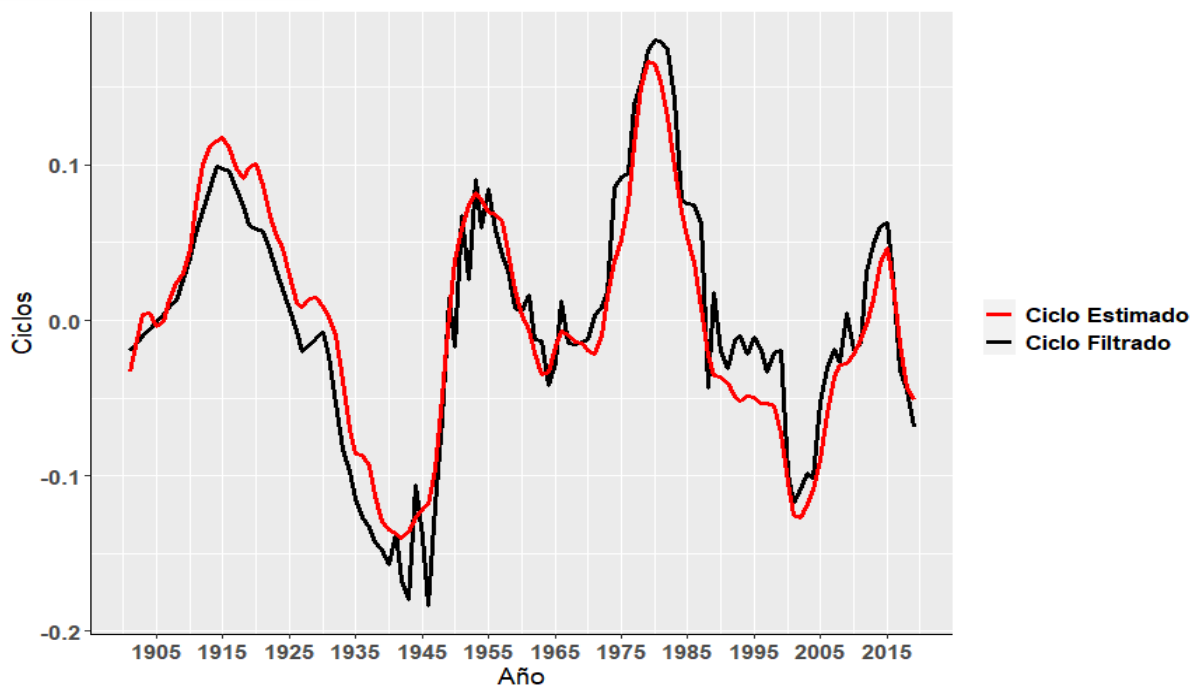
**Tabla 4:** Estimación del Ciclo HP60 mediante funciones trigonométricas

Variable	Coeficientes	Error		
		Estándar	Valor t	p
$\cos\left(2\pi t\frac{1}{60}\right)$	0.052508	0.003699	14.193	< 2e-16***
$\sen\left(2\pi t\frac{1}{60}\right)$	-0.050716	0.003711	-13.667	< 2e-16***
$\cos\left(2\pi t\frac{1}{40}\right)$	0.005987	0.003723	1.608	0.11096
$\sen\left(2\pi t\frac{1}{40}\right)$	-0.015529	0.003688	-4.211	5.65e-05***
$\cos\left(2\pi t\frac{1}{30}\right)$	0.054445	0.00369	14.754	< 2e-16***
$\sen\left(2\pi t\frac{1}{30}\right)$	0.014033	0.00372	3.772	0.000277***
$\cos\left(2\pi t\frac{1}{24}\right)$	-0.023569	0.003705	-6.361	6.41e-09***
$\sen\left(2\pi t\frac{1}{24}\right)$	0.004911	0.003705	1.325	0.188118

$\cos\left(2\pi t \frac{1}{20}\right)$	-0.010441	0.00372	-2.807	0.006039**
$\text{sen}\left(2\pi t \frac{1}{20}\right)$	-0.023022	0.00369	-6.239	1.13e-08***
$\cos\left(2\pi t \frac{1}{17.15}\right)$	-0.010797	0.003688	-2.928	0.004242**
$\cos\left(2\pi t \frac{1}{15}\right)$	0.017338	0.003711	4.672	9.49e-06***
$\cos\left(2\pi t \frac{1}{13.33}\right)$	-0.010607	0.003716	-2.854	0.005261**
$\text{sen}\left(2\pi t \frac{1}{12}\right)$	-0.005343	0.003723	-1.435	0.154455
$\cos\left(2\pi t \frac{1}{9.23}\right)$	0.005775	0.003688	1.566	0.120577
$\text{sen}\left(2\pi t \frac{1}{9.23}\right)$	0.009572	0.003723	2.571	0.011629*
$\cos\left(2\pi t \frac{1}{8.56}\right)$	0.006124	0.00372	1.646	0.102925
$\text{sen}\left(2\pi t \frac{1}{8}\right)$	-0.005355	0.003705	-1.445	0.151579
$\text{sen}\left(2\pi t \frac{1}{7.05}\right)$	0.005503	0.003688	1.492	0.138845
$\text{sen}\left(2\pi t \frac{1}{6}\right)$	-0.005282	0.003687	-1.433	0.155144
$\text{sen}\left(2\pi t \frac{1}{4.13}\right)$	-0.005244	0.003694	-1.419	0.15894
R-cuadrado	0.8901			
R-cuadrado ajustado	0.8665			
Estadístico F (prueba global)	37.79			
Valor p (prueba global)	< 2.2e-16***			

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

En la estimación anterior, se pueden observar las frecuencias ya encontradas en el periodograma como argumentos de las funciones trigonométricas que sirven como variables explicativas del modelo. Pero, además, se evidencia que ciclos con periodos de 4.13 y 5 años, asociados a ciclos Kitchin, son relevantes en el modelo. La prueba F sugiere que el modelo globalmente es significativo. Por otra parte, el R cuadrado de 0.8901 establece que el 89.01% de la variación del Ciclo HP60 es explicado por el modelo, la interpretación es similar para el R cuadrado ajustado. En la figura 8 se puede ver la comparación entre las observaciones reales y las estimaciones del Ciclo HP60.



**Figura 8:** Ciclo HP60 y su estimación

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

Ahora bien, para obtener los diferentes armónicos, asociados a los ciclos Kondratieff, Kuznets, Juglar y Kitchin, se crean las siguientes variables.

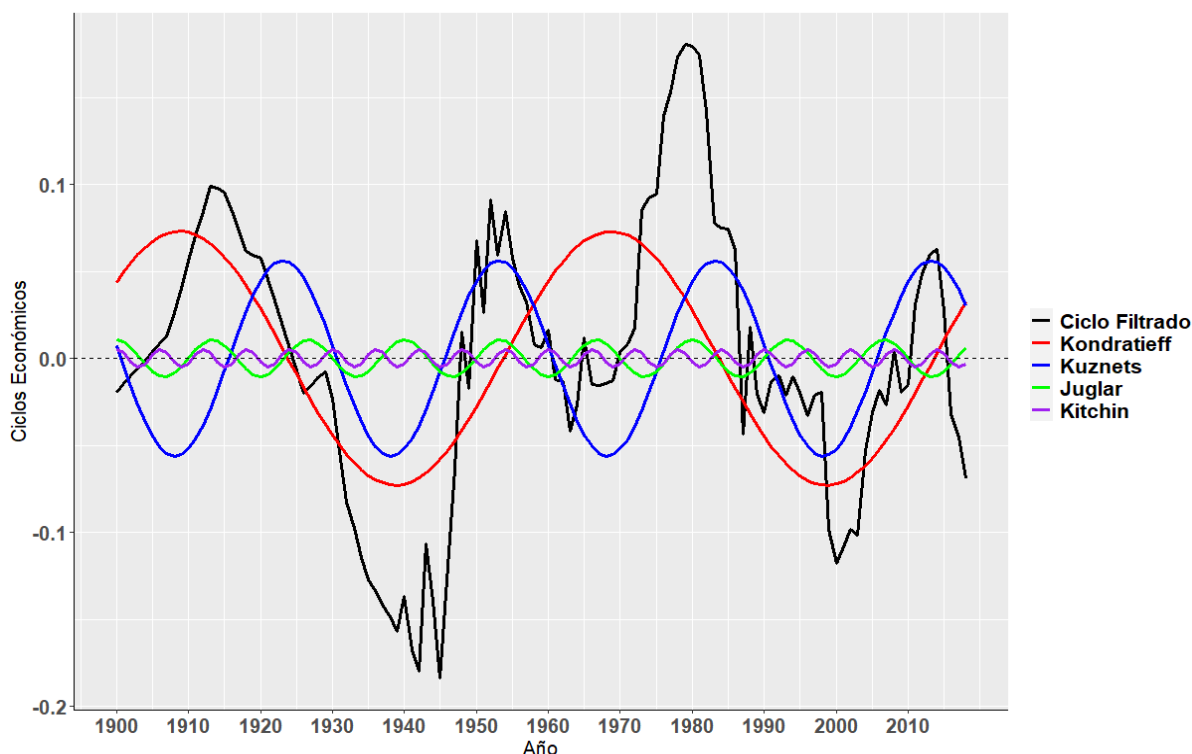
$$Kondratieff = 0.052508 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{60}\right)t\right) - 0.050716 \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{1}{60}\right)t\right) \\ + 0.005987 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{40}\right)t\right) - 0.015529 \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{1}{40}\right)t\right)$$

$$Kuznets = 0.054445 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{30}\right)t\right) + 0.014033 \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{1}{30}\right)t\right) - 0.010441 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{20}\right)t\right) \\ - 0.023022 \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{1}{20}\right)t\right) - 0.023569 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{24}\right)t\right) \\ + 0.004911 \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{1}{24}\right)t\right) + 0.017338 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{15}\right)t\right) \\ - 0.010797 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{17.15}\right)t\right)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Juglar} = & -0.010607 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{13.33}\right)t\right) + 0.005775 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{9.23}\right)t\right) \\
 & + 0.009572 \sin\left(2\pi\left(\frac{1}{9.23}\right)t\right) + 0.006124 \cos\left(2\pi\left(\frac{1}{8.56}\right)t\right) \\
 & - 0.005355 \sin\left(2\pi\left(\frac{1}{8}\right)t\right) + 0.005503 \sin\left(2\pi\left(\frac{1}{7.05}\right)t\right) \\
 & - 0.005343 \sin\left(2\pi\left(\frac{1}{12}\right)t\right)
 \end{aligned}$$

$$\text{Kitchin} = -0.005282 \sin\left(2\pi\left(\frac{1}{5}\right)t\right) - 0.005244 \sin\left(2\pi\left(\frac{1}{4.13}\right)t\right)$$

Es decir, consideramos cada variable trigonométrica cuyo argumento es la frecuencia asociada a las teorías de Kondratieff, Kuznets, Juglar y Kitchin, con los coeficientes correspondientes de la estimación presentada en la Tabla 3. Esto debido a que a la final la gráfica del ciclo estimado, presentado en la figura 8, es la suma de los diferentes armónicos encontrados. La grafica de los distintos armónicos se puede visualizar en la figura 9. En rojo se presenta el ciclo Kondratieff, en azul el ciclo Kuznets, en verde el ciclo Juglar y en violeta el ciclo Kitchin.



**Figura 9:** Ciclo HP60 y sus armónicos

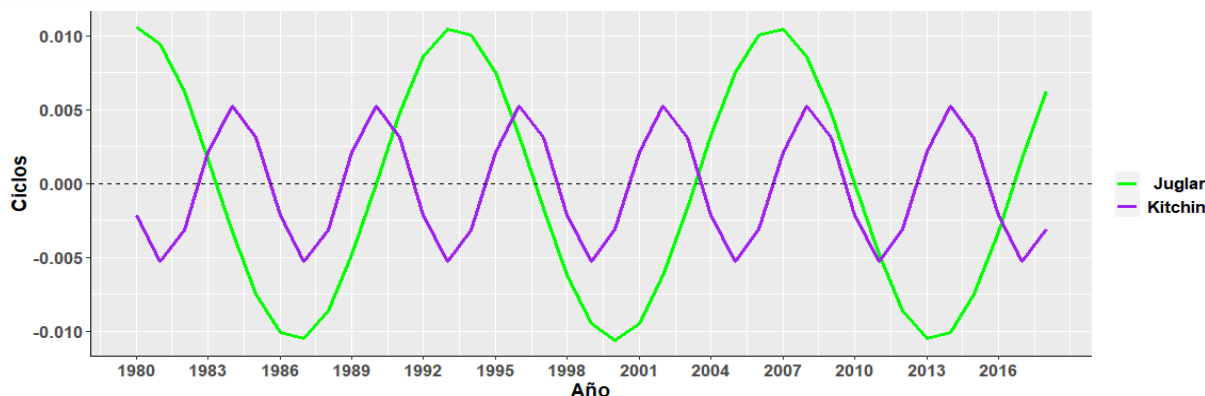
**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

Las pronunciadas caídas y auges del ciclo están asociadas a caídas de ciclos simultáneos, ejemplo de ello es los que sucede en los años de 1920-1945, 1970-1980 y 1900-2005.

Para Grinin et al. (2017) los dos últimos ciclos de Kondratieff pertenecen a la era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada (Tercera onda Kondratieff 1890-1940s) y a la era del petróleo, el automóvil y la producción en masa (Cuarta ola Kondratieff 1940s-1980s), además, el ciclo actual (Quinta ola Kondratieff) pertenece a la era de la información y telecomunicaciones. Para el caso ecuatoriano la tercera ola Kondratieff termina aproximadamente en 1955, un ciclo de 60 años implicaría que la tercera ola Kondratieff comenzó en 1895. La cuarta ola Kondratieff, para el Ecuador, empezó en 1955 y se extiende hasta el 2015 aproximadamente. Finalmente, la quinta ola Kondratieff habría, comenzado desde el 2015 para Ecuador.

En los primeros años de análisis, la recuperación del ciclo Kuznets (1905-1915) coincide con la época del boom bananero, los descensos del ciclo (1920-1930) obedecen a la inestabilidad cambiaria y a la primera guerra mundial. La posterior recuperación y aceleración del ciclo Kuznets (1935-1955), se encuentran relacionadas con la recuperación del sector externo de 1932-1937 y con el Boom Bananero. Posteriormente, la recesión del ciclo Kuznets (1960-1970) encuentra coincidencia con la caída de las exportaciones del banano entre 1966 y 1971. El Boom Petrolero de los años 1973-1984 obedecen a la recuperación y aceleración del ciclo Kuznets en el mismo periodo, mientras que la desaceleración y recesión del ciclo ocurren en la denominada década perdida de los 80s y se extiende hasta la crisis financiera de 1999, mientras que la posterior recuperación y aceleración de los años 2000-2009 concuerdan con la recuperación post dolarización de la economía ecuatoriana en ese periodo. Finalmente, la desaceleración del ciclo Kuznets en los años 2015-2018, corresponderían a la caída de los precios del petróleo entre esos años.

Analizar los ciclos Juglar y Kitchin desde 1900 hasta el 2018, sería una tarea extensa, por lo que, en este documento se analizarán los mismos desde el año de 1980 hasta 2018, época del retorno a la democracia en el Ecuador. El comportamiento de estos ciclos se presenta en la figura 10.



**Figura 10:** Ciclo Juglar y Kitchin (1980-2018)

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

La caída del ciclo Juglar en 1980-1985 coincide con la crisis de la deuda (Gachet et al., 2011) y la recuperación desde 1986 se relaciona con la estabilidad económica en este periodo y acorde a Orellana (2011) con la recuperación del sector externo producto del aumento de las exportaciones. dado que el ciclo Juglar tiene que ver con las inversiones, el ciclo Juglar de los años de 1990-2002, correspondería a el aumento de la inversión extranjera producto de, según Rosero (2020), las políticas neoliberales aplicadas en la época, sin embargo, la crisis de este ciclo coincide con la crisis de 1999. El siguiente ciclo Juglar que comprende los años de 2002-2018 se relaciona con el aumento de las inversiones consecuencia, según Onur Tas & Togay (2014), de las bajas tasas de interés tras la dolarización, este ciclo presenta su crisis conjuntamente con la crisis financiera del 2008.

Las crisis que presentan en los ciclos Kitchin son compatibles con los hechos expuestos por Orellana (2011). Por ejemplo, en 1982 la situación internacional fue desfavorable, pues las tasas de interés internacionales fueron altas y las exportaciones cayeron producto del deterioro de los términos de intercambio. La crisis de 1987 se relaciona con la caída de los precios del petróleo en ese periodo, la crisis de este año trajo consigo un deterioro de las exportaciones del país. La recuperación de la economía en los años de 1992 y 1996 se enlazan con el mejoramiento de las finanzas públicas y el aumento de las exportaciones no petroleras. Sin embargo, la situación se complicaría en el año de 1999 con la crisis financiera y cambiaría lo que desembocaría en la dolarización del 2000.

Si analizamos el ciclo Kitchin entre los años 2000-210 nos encontramos con resultados compatibles con Gachet et al. (2011). El autor menciona que el auge de 2002 fue una época de recuperación y considerado uno de los mejores de la época democrática. En el 2005, el autor señala la inestabilidad política del país que finalizó con el derrocamiento del entonces



presidente Lucio Gutiérrez. La caída y crisis entre los años 2007-2010 se relacionan con la crisis financiera internacional del 2008.

Finalmente, entre los años 2010-2018, el ciclo Kitchin se alinea con lo expuesto por (Orellana et al., 2023). Pues la recuperación y auge entre 2010-2014 responden a lo que los autores denominan como segundo “Boom Petrolero” y al aumento del gasto público en el país. El posterior descenso y crisis de los años 2014-2018 responden a factores como la disminución del gasto público y a la caída gradual de los precios del petróleo.

El último objetivo de este estudio es el de medir la calidad de pronóstico del ciclo mediante el análisis espectral y mediante modelos Arima. Para este propósito se estimó un modelo mediante análisis espectral y distintos modelos Arima con los datos del ciclo económico en el periodo de 1900-2014, esto con el objetivo de pronosticar el ciclo para los años 2015-2018. La prueba de estacionariedad de la serie se la presenta en el Anexo C, según la cual, la serie no tiene raíz unitaria al menos al nivel de significancia del 10%, los rezagos se escogen en base al criterio de Akaike.

Para la identificación del modelo, se procede a analizar el comportamiento del correlograma simple y del correlograma parcial, las respectivas gráficas se presentan en el Anexo D. El análisis de los correlogramas sugiere que el proceso generador de datos obedece al modelo ARIMA(1,0,0) ya que el correlograma simple presenta un decrecimiento suave con ciclos, mientras que el correlograma parcial presenta una caída abrupta en el primer rezago. Aun así, se estimaron varios modelos y se escogieron los cuatro mejores en base a los criterios AIC y BIC, el detalle se presenta en el Anexo E. Según los criterios informacionales los cuatro mejores modelos son: ARIMA(1,0,0), ARIMA(3,0,1), ARIMA(5,0,0) y ARIMA(6,0,0). Los resultados de las estimaciones se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5:** Estimaciones Arima del Ciclo HP60

<b>Parte AR (Rezagos)</b>	<i>ARIMA</i> (1, 0, 0)	<i>ARIMA</i> (3, 0, 1)	<i>ARIMA</i> (5, 0, 0)	<i>ARIMA</i> (6, 0, 0)
1	0.9286***	1.5782***	0.8057***	0.8006***
2		-0.3457	0.2527**	0.2543**
3		-0.2666***	0.0333	0.0339
4			0.0919	0.0962
5			-0.2989***	-0.2859**
6				-0.0161
<b>Parte MA (Rezagos)</b>				
1		-0.7770***		

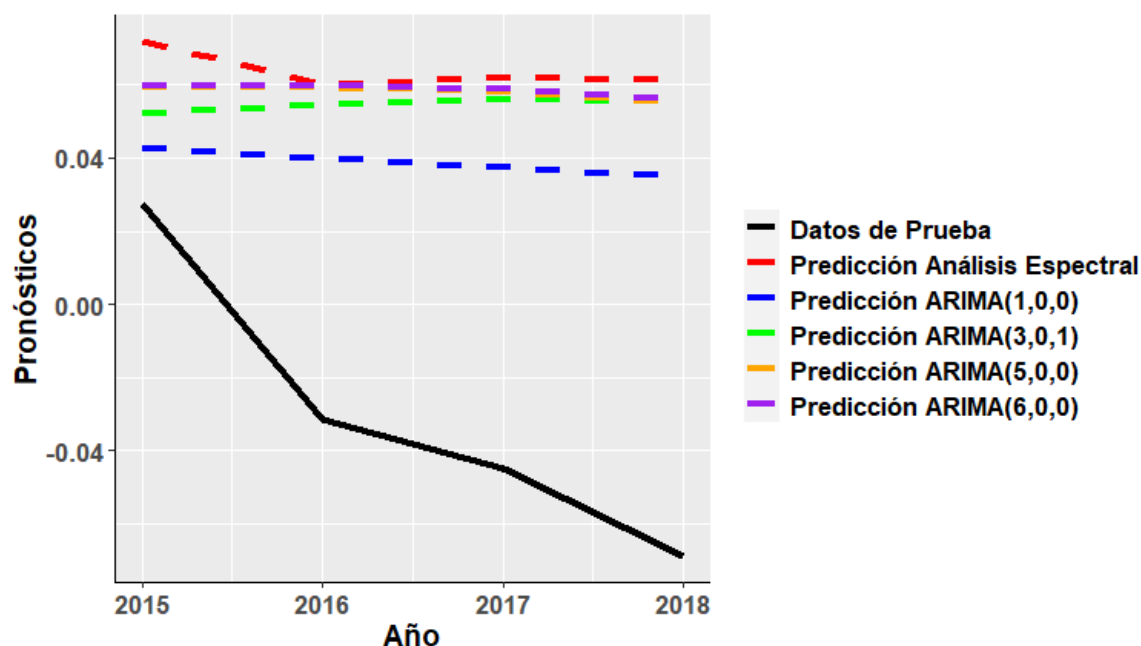
---

<b>Intercepto</b>	0.0024	0.0014	0.0020	0.0020
-------------------	--------	--------	--------	--------

---

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

Con los modelos anteriores se realizan los pronósticos para los años 2014-2018, adicionalmente se realizó los pronósticos para los mismos años mediante el modelo espectral. La Ilustración 11 presenta los respectivos pronósticos y los valores reales del ciclo. Se observa que en general los modelos Arima tienen ventaja en la predicción del ciclo, donde el mejor modelo que pronostica el ciclo es el ARIMA(1,0,0). Mientras que el pronóstico del modelo espectral es el que más se aleja de los datos reales.



**Figura 11:** Predicción del ciclo económico 2014-2018

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

Los resultados anteriores se repiten si consideramos el U de Theil, recordando que el mejor pronóstico se asocia con valores del U de Theil bajos, el mejor modelo que pronostica es el ARIMA(1,0,0), mientras que el modelo espectral es el que peor se ajusta a los datos. Los resultados se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6:** U de Theil Predicción del ciclo económico 2014-2018

<b>Modelo</b>	<b>U de Theil</b>
<i>Modelo espectral</i>	<i>0.0632766</i>
<i>ARIMA(1, 0, 0)</i>	<i>0.0485872</i>

<i>ARIMA(3, 0, 1)</i>	<i>0.0589058</i>
<i>ARIMA(5, 0, 0)</i>	<i>0.0602576</i>
<i>ARIMA(6, 0, 0)</i>	<i>0.0606760</i>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos del proyecto Maddison (2020)

### Discusión y Conclusiones

Los resultados de esta investigación demuestran que existen movimientos cíclicos en la economía ecuatoriana y, es más, los ciclos económicos obedecen a los postulados de Kondratieff, Kuznets, Juglar y Kitchin, aunque, este último ciclo no es significativo al momento de explicar los movimientos cíclicos de la economía.

Los ciclos Kondratieff en el Ecuador se encuentran alineados con los periodos que establecen Grinin et al. (2017), aunque los mismos tienen un retraso, pues, la cuarta ola Kondratieff empieza en los años de 1950 y no en los de 1940 que establece Grinin et al. (2017). De manera similar, la quinta ola Kondratieff empieza en los años próximos a 2010 y no en los años de 1990s que establece la literatura. El análisis de este desfase es un tema que puede ser objeto de futuras investigaciones.

Por su parte, los ciclos Kuznets están bastante relacionados con factores externos y las grandes crisis que exponen autores como Oleas (2019), Abad et al. (2020), Larrea et al. (1991), Cueva & Diaz (2018), Naranjo Chiriboga (2004) y Segovia Larrea (2020). Ejemplo de esto son los Booms bananeros y petroleros relacionados con los auges del ciclo Kuznets. Adicionalmente, se encontró evidencia de la existencia de un ciclo Kuznets de 30 años en ciclo ecuatoriano, la duración de este ciclo obedece a lo expuesto por Ewijk (1982).

El análisis desde 1980-2018 de los ciclos Juglar y Kitchin revelan la estrecha relación de estos ciclos económicos con las condiciones del mercado internacional de las materias primas. Estos resultados respaldan lo mencionado por Márquez, (2019) y Páez (2017). La prueba de esto son la sincronización de estos ciclos con las fluctuaciones de los precios del petróleo. Tal como la teoría propone, las inversiones también explican al ciclo Juglar, pues épocas de inversiones expuestas por Rosero (2020) y Onur Tas & Togay (2014) se vinculan muy bien con los ciclos Juglar analizados.

Finalmente, como parte de los objetivos de este trabajo, se comparó la calidad de pronóstico del ciclo económico del modelo obtenido del análisis espectral y diferentes modelos Arima. Los resultados sugieren que la metodología Arima es superior al del análisis espectral para pronosticar el ciclo económico. Sin embargo, es bueno realizar el análisis espectral ya que los modelos en el dominio del tiempo no nos dicen cuáles son los distintos armónicos de los

ciclos económicos y con ello comprobar las teorías de los ciclos económicos de corto, mediano y largo plazo

**Referencias**

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, C. (2020). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de La Gestión. Revista Internacional de Administración*, 7, 59–83. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Boschi, M., & Girardi, A. (2011). The contribution of domestic, regional and international factors to Latin America's business cycle. *Economic Modelling*, 28(3), 1235–1246. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.01.002>
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*.
- Burns, A. F., & Mitchell, W. C. (1946). *MEASURING BUSINESS CYCLES*. National Bureau of Economic Research.
- Carvajal, A., & Mayoral, F. M. (2021). Precio del Petróleo y Ciclo Económico en una economía dolarizada: Un enfoque de cambio de régimen de Markov aplicado a la economía ecuatoriana. *CUESTIONES ECONOMICAS*, 31(Volumen 31). <https://doi.org/10.47550/rce/31.1.1>
- Cooley, J. W., & Tukey, J. W. (1965). An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series. *Mathematics of Computation*, 19(90). <https://doi.org/10.2307/2003354>
- Cryer, J. D., & Chan, K.-S. (2008). *Time Series Analysis With Applications in R Second*. In Springer texts in statistics (Issue 2).
- Cuauhtémoc, C. V. (2012). CRISIS Y CICLOS ECONÓMICOS DE MÉXICO DE 1896 AL 2010: un análisis espectral. *ARGUMENTOS*, 25, 105–126.
- Cueva, S., & Diaz, J. P. (2018). The Fiscal and Monetary History of Ecuador: 1950–2015. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3238175>
- Dzhambova, K. (2021). “When it rains, it pours”: Fiscal policy, credit constraints and business cycles in emerging and developed economies. *Journal of Macroeconomics*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2021.103319>
- Ewijk, C. VAN. (1982). A SPECTRAL ANALYSIS OF THE KONDRATIEFF-CYCLE. *Kyklos*, 35(3). <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1982.tb01226.x>
- Gachet, I., Maldonado, D., Oliva, N., & Ramírez, J. (2011). Stylized Facts of the Ecuadorian Economy: The Economic Chicle 1965-2008. *Munich Personal RePEc Archive*, 30280.

González-Estrada, A., & Almendra-Arao, G. (2007). Nuevo método para la identificación de los ciclos económicos de México. *Investigación Económica*, LXVI, 13–33.

Granger, C. W. J. (1966). The Typical Spectral Shape of an Economic Variable. *Econometrica*, 34(1), 150–161.

Grinin, L. E., Grinin, A. L., & Korotayev, A. (2017). Forthcoming Kondratieff wave, Cybernetic Revolution, and global ageing. *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.017>

Hamann, F., & Riascos, A. (1998). Ciclos Económicos en una Economía Pequeña y Abierta Una Aplicación para Colombia. *Borradores Semanales de Economía* .

Hamilton. (1993). Time series analysis / James D. Hamilton. In *Time series analysis*.

Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1). <https://doi.org/10.2307/2953682>

Howrey, E. P. (1968). A Spectrum Analysis of the Long-Swing Hypothesis. *International Economic Review*, 9(2). <https://doi.org/10.2307/2525477>

Jagrič, T. (2002). Measuring Business Cycles: The Case of Slovenia. *Eastern European Economics*, 40, 63–87.

Jaramillo, V. (2010). APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESPECTRAL DE SERIES TEMPORALES AL MODELO TRICÍCLICO DE SCHUMPETER. *TENDENCIAS*, XI(2), 63–83.

Jarrín, P. (2009). *Historia del Capitalismo* (Vol. 1).

Jemio Mollinedo, L. C., Machicado Salas, C. G., & Coronado Quintanilla, J. (2018). Ciclos económicos y vulnerabilidad externa en América.

Juglar, C. (1862). Des crises commerciales et de leur retour périodique en France , en Angleterre et aux États-Unis. Imprimerie De Veveu Berger Levrault, Estrasburgo.

Kitchin, J. (1923). Cycles and Trends in Economic Factors. In *Source: The Review of Economics and Statistics* (Vol. 5, Issue 1). <http://www.jstor.org>

Kondratieff, N. D. (1935). LOS GRANDES CICLOS DE LA VIDA ECONÓMICA. *The Review of Economic Statistics*, XVII, 105–115.

Konstantakis, K. N., & Michaelides, P. G. (2017). Does technology cause business cycles in the USA? A Schumpeter-inspired approach. *Structural Change and Economic Dynamics*, 43, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2017.05.005>

Korotayev, A., Zinkina, J., & Bogevolnov, J. (2011). Kondratieff waves in global invention activity (1900-2008). *Technological Forecasting and Social Change*, 78(7), 1280–1284. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.02.011>

Korotayev, A. V., & Tsirel, S. V. (2010). A Spectral Analysis of World GDP Dynamics: Kondratieff Waves, Kuznets Swings, Juglar and Kitchin Cycles in Global Economic Development, and the 2008–2009 Economic Crisis. *Structure and Dynamics: EJournal of Anthropological and Related Sciences*, 4(1). <https://doi.org/10.5070/sd941003306>

Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1990). Business Cycles: Real Facts and a Monetary Myth. *Quarterly Review*, 14, 3–18.

Larrea, C., Espinoz, M., & Charvet, P. (1991). El Banano en el Ecuador: Transnacionales, Modernización Y Subdesarrollo.

Márquez, C. (2019). Los ciclos políticos y económicos de América Latina y el boom de las materias primas. *Revista Espanola de Ciencia Politica*, 2019(51).

Matilla García, M., Pérez Pascual, P. A., Sanz Carnero, B., & Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). (2017). *Econometría y predicción*. McGraw-Hill.

Modis, T. (2017). A hard-science approach to Kondratieff's economic cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.015>

Mondaca, C. (2012). ESTUDIO DE SINCRONISMOS ENTRE CICLOS ECONÓMICOS MEDIANTE LA TRANSFORMADA WAVELET: ANÁLISIS DEL CASO CHILE Y MERCOSUR.

Muñoz, E., & Kikut, A. C. (1994). El filtro de Hodrick y Prescott: una técnica para la extracción de la tendencia de una serie. Departamento de Investigaciones Económicas Del Banco Central de Costa Rica.

Naranjo Chiriboga, M. (2004). Dos décadas pérdidas: los ochenta y los noventa. *Cuestiones Económicas*, 20(1).

Narisetty, N. N. (2020). Bayesian model selection for high-dimensional data. In *Handbook of Statistics* (Vol. 43, pp. 207–248). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/bs.host.2019.08.001>

Nordhaus, W. D. (2014). The Political Business Cycle. *The Review of Economic Studies*, 42, 169–190.

Oleas, J. (2019). Economic crisis in a small open economy: Ecuador, 1900-1999. In *América Latina en la Historia Económica* (Vol. 26, Issue 2). Instituto de Investigaciones Dr. Jose Maria Luis Mora. <https://doi.org/10.18232/alhe.951>

Onur Tas, B. K., & Togay, S. (2014). Efectos de la dolarización oficial en una pequeña economía abierta: el caso de Ecuador. *Investigación Económica*, LXXIII, 51–86. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0185-1667\(15\)30008-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0185-1667(15)30008-4)

Orellana, M. (2011). Hechos estilizados del ciclo económico de Ecuador: 1990-2009. *Universitas: Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 15, 53–84.

Orellana, M., Mendieta, R., Rodríguez, S. P., Vanegas, S., & Segovia, J. (2023). The business cycle in Ecuador: an analysis of stylised facts before and after dollarisation The business cycle in Ecuador. In *Global Business and Economics Review* (Vol. 28, Issue 3).

Orfanidis, S. J. (2018). *Applied Optimum Signal Processing*.

Páez, L. A. (2017). Assessing the Effect Of Commodity Price Shocks in the Macroeconomic Performance and Fiscal Outcomes in Latin America Countries. *Cuestiones Económicas*, 27(2).

Pagan, A. (n.d.). EL CICLO ECONOMICO ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA LITERATURA.

Palacios Dueñas, A. E., Granoble Chancay, P. E., & Ponce, G. O. A. (2019). Analysis of the Economic Growth Cycles of the Ecuadorian Economy. In *E-IDEA Journal of Business Sciences* (Vol. 1, Issue 3). <https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/eidea/article/view/16>.

Preciado, V. N. (2019). CICLO ECONÓMICO Y CRÉDITO: EL CASO DELECUADOR, PERÍODO 2000-2017. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.



Quintero, A. (1999). "EL ANALISIS ESPECTRAL UNIVARIANTE DE SERIES DE TIEMPO PARA LA DETECCION DE CICLOS ECONOMICOS."

Reijnders, J. P. G. (2009). Trend movements and inverted Kondratieff waves in the Dutch economy, 1800-1913. *Structural Change and Economic Dynamics*, 20(2), 90–113. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2009.03.003>

Reyes Hernández, M. R., Rendón Rojas, L., & Mejía Reyes, P. (2017). ¿Hay evidencia de ciclo político-económico en el empleo sectorial de México, 1998-2013? *Contaduría y Administración*, 62(1), 25–43. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2016.07.004>

Román, C., & Vázquez, D. (2013). VOLATILIDAD Y CICLOS DEL PRODUCTO Y LA INVERSIÓN EN URUGUAY EN EL LARGO PLAZO: ANÁLISIS ESPECTRAL Y APLICACIÓN DE FILTROS. *Revista Uruguaya de Historia Económica*, 3(1688–8561), 84–103. <http://www.bcu.gub.uy>

Romer, D. (2005). *Macroeconomía avanzada* (Vol. 3).

Rosero, A. J. (2020). El regreso de Ecuador al neoliberalismo: entre la ortodoxia y heterodoxia de su relación financiera con el Fondo Monetario Internacional. *Revista de Relaciones Internacionales de La UNAM*, 137, 41–62. <https://revistas.unam.mx/index.php/rri/article/download/76201/67291/0>

Ruiz, A. (2017). *Ciclo económico y dolarización en Ecuador, 1972 –2004* (Vol. 1). [www.cidecuador.com](http://www.cidecuador.com)

S., E. C., & Kuznets, S. S. (1930). Secular Movements in Production and Prices: Their Nature and Bearing upon Cyclical Fluctuations. *Journal of the Royal Statistical Society*, 93(4). <https://doi.org/10.2307/2342350>

Schumpeter, J. A. (2002). *BUSINESS CYCLES. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. (Vol. 1). <http://classiques.uqac.ca/>

Segovia Larrea, S. (2020). 20 años de dolarización de la economía ecuatoriana: análisis del sector real e indicadores sociales. Banco Central Del Ecuador.

Sepúlveda, E. C. (2005). *Ciclos económicos y desempeño empresarial*.

Shaw, E. S. (1947). Burns and Mitchell on Business Cycles. In *Source: Journal of Political Economy* (Vol. 55, Issue 4). <http://www.jstor.org> URL: <http://www.jstor.org/stable/1826221>

Shumway, R. H., & Stoffer, D. S. (2019). Spectral Analysis and Filtering. In Time Series: A Data Analysis Approach Using R. <https://doi.org/10.1201/9780429273285-6>

Vallejo, J. P., & Mata. (2002). EL SECTOR EXTERNO Y EL CICLO ECONÓMICO EN EL ECUADOR. PERÍODO 2002-2017. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.

Vásquez Bedoya, F. A., González, G. H., & Martínez Roldán, L. E. (2013). SINCRONICIDAD DE CICLOS ECONÓMICOS EN AMÉRICA LATINA: MOTIVACION PARA SU ESTUDIO y SUMARIO DE METODOLOGÍAS APLICADAS. Estudios Económicos., 30, 71–87.

**Anexos**

**Anexo A:** Cálculo del parámetro de penalización  $\lambda$  para capturar ciclos de diferentes años máximos.

<b>Años máximos de un ciclo capturado</b>	<b><math>\lambda</math></b>
Para capturar ciclos de 50 años	9706.661
Para capturar ciclos de 51 años	10505.75
Para capturar ciclos de 52 años	11353.20
Para capturar ciclos de 53 años	12250.94
Para capturar ciclos de 54 años	13200.92
Para capturar ciclos de 55 años	14205.13
Para capturar ciclos de 56 años	15265.59
Para capturar ciclos de 57 años	16384.36
Para capturar ciclos de 58 años	17563.56
Para capturar ciclos de 59 años	18805.30
Para capturar ciclos de 60 años	20111.78

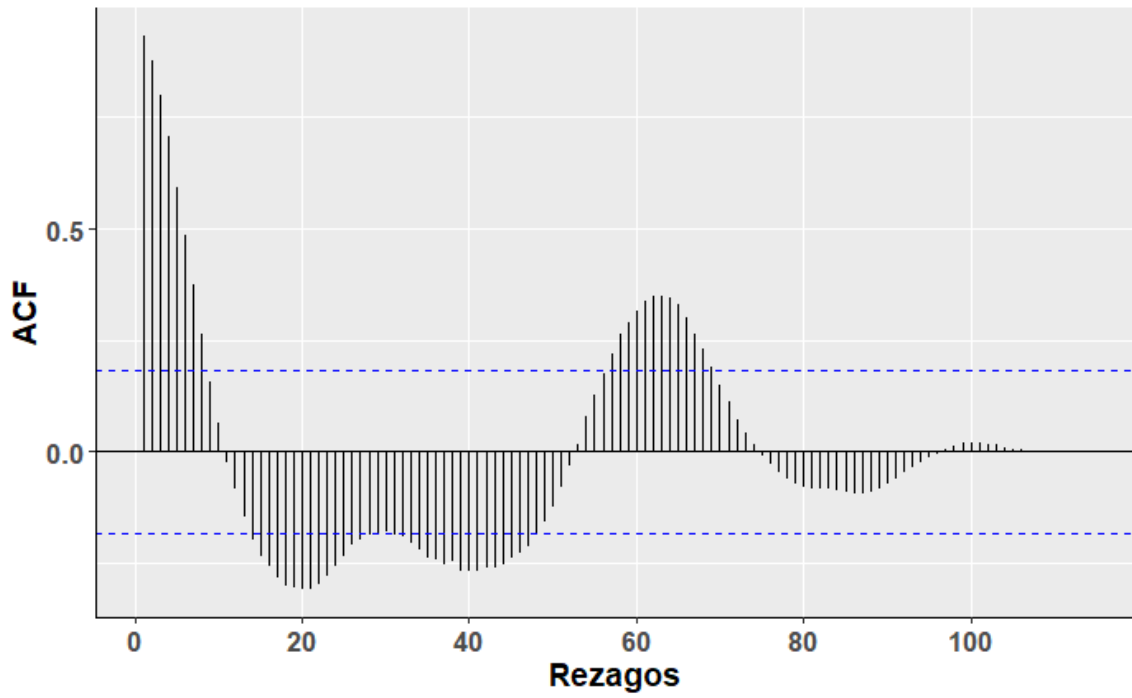
**Anexo B:** Resultados de la estimación del filtro P3:  $y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3 + u_t$

<b>Coefficientes</b>	<b>Estimaciones</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Valor <math>t</math></b>	<b>Pr(&gt;  <math>t</math> )</b>
$\alpha_0$	2.85E+04	2.14E+03	13.35	<2e-16***
$\alpha_1$	-4.37E+01	3.27E+00	-13.34	<2e-16***
$\alpha_2$	2.23E-02	1.67E-03	13.33	<2e-16***
$\alpha_3$	-3.78E-06	2.84E-07	-13.31	<2e-16***

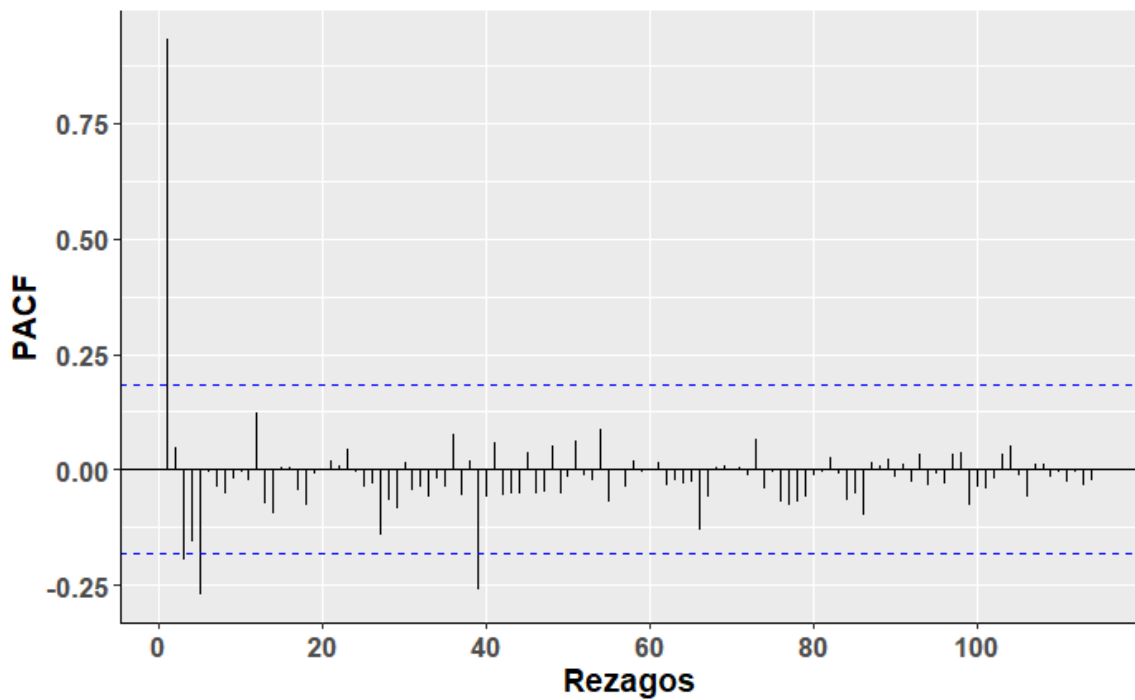
**Anexo C:** Prueba de Dikey-Fuller Aumentada para el ciclo económico.

<b>Estadístico</b>	<b>Orden de rezagos para la prueba</b>	<b>Pr(&gt;  <math>t</math> )</b>
-3.2286	2.85E+04	0.0865*

**Anexo D:** Correlograma simple y parcial del ciclo económico.



*Ilustración 1: Correlograma simple del Ciclo HP60*



*Ilustración 2: Correlograma parcial del Ciclo HP60*

**Anexo E:** Posibles modelos Arima para caracterizar el ciclo económico.

Modelo	AIC	BIC
<i>ARIMA(1, 0, 0)</i>	-485.54	-477.31
<i>ARIMA(1, 0, 1)</i>	-483.74	-472.76
<i>ARIMA(2, 0, 0)</i>	-483.83	-472.85
<i>ARIMA(2, 0, 1)</i>	-484.35	-470.63
<i>ARIMA(3, 0, 0)</i>	-486.58	-472.85
<i>ARIMA(3, 0, 1)</i>	-494.08	-477.61
<i>ARIMA(4, 0, 0)</i>	-487.84	-471.37
<i>ARIMA(4, 0, 1)</i>	-492.65	-473.44
<i>ARIMA(5, 0, 0)</i>	-496.80	-477.58
<i>ARIMA(5, 0, 1)</i>	-494.83	-472.87
<i>ARIMA(6, 0, 0)</i>	-494.83	-472.87
<i>ARIMA(6, 0, 1)</i>	-492.84	-468.14
<i>ARIMA(7, 0, 0)</i>	-492.83	-468.12
<i>ARIMA(7, 0, 1)</i>	-490.84	-463.40