



Título: Propuesta de procedimiento ajustado para la predicción del tipo de cambio EUR/USD a corto plazo

Autor: Lic. Alberto Habib Rodríguez Hernández

Director Territorial. DTB 902

La Habana, 2021

Índice

Propuesta de procedimiento ajustado para la predicción del tipo de cambio EUR/USD a corto plazo.	
Introducción	04
Capítulo I Aspectos teóricos sobre las técnicas utilizadas para la predicción de los tipos de cambio.	09
1- Análisis fundamental	10
A- Factores que inciden sobre la formación de los tipos de cambio	12
B- Principales variables macroeconómicas que considera el análisis fundamental.	14
2- Técnicas econométricas para el pronóstico de los tipos de cambio.	18
A- Métodos de alisamiento de series de tiempo	20
B- Modelos ARIMA. Metodología Box – Jenkins.	23
C- Modelos ARCH-GARCH.	26
Capítulo II Bases para una propuesta de contribución al procedimiento para la predicción de los tipos de cambio.	32
1- El par EUR/USD en el período 2009-2019	33
A- Economía de Estados Unidos	33
B- Economía de la zona euro	36
2- Principales resultados de las investigaciones consultadas	39
A- Tesis 1, titulada “Pronóstico del tipo de cambio euro-dólar mediante la aplicación de técnicas econométricas” (Jimeno, R., 2014).	39

B- Tesis 2, titulada “Predicción de los tipos de cambio mediante el análisis de series de tiempo” (Peña, L., 2017).	42
C- Tesis 3, titulada “Diagnóstico del tipo de cambio a corto plazo, considerando el poder predictivo de las técnicas contrastadas” (Molina, R., 2019).	45
3- El análisis fundamental como base para una propuesta de contribución al procedimiento de predicción de los tipos de cambio.	49
A- Bases para la inclusión del análisis fundamental como método de predicción.	49
B- Ajustes de los resultados obtenidos en las investigaciones consultadas.	55
Capítulo III Propuesta de procedimiento ajustado para la predicción de los tipos de cambio.	76
A- Exposición del procedimiento	76
B- Ilustración del procedimiento	79
Conclusiones	112
Recomendaciones	113

INTRODUCCIÓN

El intercambio de las monedas a nivel global, concurre en un espacio sin presencia física, conocido como mercado de divisas, currency market o forex acrónimo del inglés de foreing exchange.

Para el intercambio son necesarios los tipos de cambio, que no son más que el precio de intercambio entre dos monedas, es decir, cuánto se recibe de una moneda con relación a la unidad monetaria de otra. Los tipos de cambio son precisados en el mercado y los cambios en valores suceden constantemente, el valor de cualquiera de los pares varía en el transcurso del día. Las operaciones de compraventa lo mismo tienen lugar para concretar operaciones de comercio exterior, transferencia de capitales, constituir reservas, como para corregir fallas del propio mercado, donde se precisan oportunidades de arbitraje que generan rendimientos libres de riesgo.

Por lo importante y atractivo que resulta este mercado, es que muchos lo siguen, lo estudian y a su vez participan. Disimiles son las teorías, metodologías, sitios de internet, centros especializados, entre otros, que se dedican al estudio y seguimiento de los tipos de cambio. No existiendo hasta la fecha ninguna que logre definir con exactitud el comportamiento futuro de cualquiera de los pares.

Pudiera pensarse que estos estudios corresponden a países del Primer Mundo o con un alto desarrollo de sus mercados financieros y aunque no es menos cierto, debido a que son los que mayor presencia y uso hacen, es un error considerar que países como Cuba, subdesarrollados y con un escaso desarrollo de sus mercados financieros, dejen a un lado la gestión de los tipos de cambio.

Las debilidades y amenazas existentes son los principales elementos a considerar a la hora de emplear las escasas divisas obtenidas, las que se deben gestionar con la mayor

eficiencia posible. La principal vía para alcanzar la eficiencia es promoviendo un desarrollo científico, que permita desarrollar con solidez los mercados financieros, hacer un uso inteligente en cada transacción que el país realice con el exterior y el pago se difiera en el tiempo. Condiciones como las descritas, exponen a la economía a pérdidas o a la imposibilidad de ahorrar divisas, por el simple, pero importante hecho de no gestionar el riesgo de tipo de cambio.

Este trabajo, presenta una vía, una forma de estudio más, para la predicción de los tipos de cambio. Es parte del proyecto de investigación que encabeza el Dr. Fidel de la Oliva de Con en la Facultad de Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Habana, sobre cobertura de riesgo de los tipos de cambio.

Considerando lo anteriormente expuesto se plantea el siguiente **problema**: ¿Cómo predeterminar, sobre bases científicas, el comportamiento del par EUR/USD a corto plazo?

Por lo que el objetivo general de esta investigación es contribuir al procedimiento para el pronóstico del tipo de cambio a corto plazo.

El objeto de la presente investigación es el par EUR/USD.

El presente trabajo precisa como objetivo general: Realizar una propuesta de ajuste al procedimiento para la predicción del tipo de cambio EUR/USD a corto plazo.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Caracterizar los métodos y las técnicas econométricas seleccionadas para la predicción de los tipos de cambio.
- Definir las bases para la propuesta de contribución al procedimiento de predicción de tipos de cambio, a partir de la sistematización de los resultados del equipo de la Facultad de Contabilidad y Finanzas de la Universidad de la Habana sobre estas investigaciones.

- Exponer la variante del procedimiento propuesto para la predicción del tipo de cambio EUR/USD a corto plazo.

De donde derivan las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos de las técnicas seleccionadas por el autor para la predicción de los tipos de cambio?

2. ¿Cuáles son los principales resultados obtenidos por el equipo de la Facultad de Contabilidad y Finanzas dedicado a las investigaciones sobre esta materia?

3. ¿Qué aspectos deben considerarse, a partir de los resultados antes mencionados, para contribuir al procedimiento que permita predecir el comportamiento de los tipos de cambio a corto plazo sobre bases científicas?

4. ¿Cómo debe estructurarse un procedimiento de predicción de tipos de cambio a corto plazo, que tome en consideración los resultados previos y los aspectos críticos derivados de su análisis?

5. ¿Cómo puede ilustrarse la utilización de la variante de procedimiento propuesto, al par EUR/USD?

El presente trabajo consta de tres capítulos, donde se desarrollan los objetivos de investigación propuestos, quedando estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo I “Aspectos teóricos sobre las técnicas utilizadas para la predicción de los tipos de cambio”:

Se presenta de manera conceptual el análisis fundamental y las técnicas econométricas, el primero, se aborda a través de la incidencia de algunas variables seleccionadas sobre los tipos de cambio y de las técnicas econométricas se caracterizan los métodos de alisamiento, la metodología Box Jenkins y los modelos de la familia ARCH-GARCH. Para concluir se exponen en el apéndice A las tablas y figuras correspondientes al capítulo.

En el capítulo II “Bases para una propuesta de contribución al procedimiento para la predicción de los tipos de cambio”

Se presenta el comportamiento de las economías de Estados Unidos y de la Eurozona para el periodo comprendido entre los años 2009 y 2019. Se sistematizan los resultados obtenidos en tres investigaciones cubanas sobre predicción de los tipos de cambio que utilizan el par EUR/USD empleando técnicas econométricas. Por último se presentan las bases para la propuesta de contribución al procedimiento y se reevalúan las investigaciones anteriores, considerando esta propuesta. Para concluir se exponen en el apéndice B las tablas y figuras correspondientes al capítulo.

En el capítulo III “Propuesta de procedimiento ajustado para la predicción de los tipos de cambio”

Se expone e ilustra una propuesta de procedimiento ajustado, para la predicción del comportamiento de los tipos de cambio en el corto plazo, a través de la combinación del análisis fundamental y las técnicas econométricas abordadas a lo largo de la presente investigación. Para concluir se exponen en el apéndice C las tablas y figuras correspondientes al capítulo.

La metodología de la investigación empleada comprendió los métodos:

Análisis y síntesis, posibilita el procesamiento e interpretación de la información relativa al tema, sintetizándose la que resulte útil a los objetivos del presente trabajo.

- Histórico lógico, a través de antecedentes teóricos y prácticos se examina el comportamiento de los tipos de cambio, lo que posibilita comprender sus movimientos e inferir resultados.

- Comparativo, permite a través de comparaciones sistemáticas buscar similitudes y diferencias útiles para contrastar los resultados de los diferentes trabajos examinados.
- Deductivo, con el tránsito de lo general a lo particular, posibilita a través de teorías existentes interpretar el movimiento de las variables sujetas a estudio.
- Inductivo, del análisis de situaciones particulares se desprenden conclusiones generales que sirven como bases para las generalizaciones y posterior construcción del procedimiento.

A continuación se mencionan los principales aportes de la investigación:

- La sistematización actualizada de los resultados previos de las investigaciones del equipo.
- La utilización del análisis fundamental de conjunto con las técnicas econométricas, que permite combinar los resultados cuantitativos con el entorno macroeconómico internacional para una proyección mejor argumentada.
- La entrega del procedimiento al sistema bancario, y en particular al Banco Metropolitano.

Capítulo I Aspectos teóricos sobre las técnicas utilizadas para la predicción de los tipos de cambio.

El presente capítulo tiene como objetivo, caracterizar los métodos y las técnicas econométricas seleccionadas para la predicción de los tipos de cambio.

Se presentan de manera conceptual un método y varias técnicas econométricas para la predicción de los tipos de cambio. Como método se caracteriza al análisis fundamental, también se abordan las técnicas econométricas de alisamiento simple y exponencial, la metodología ARIMA y los modelos de la familia ARCH – GARCH.

Los mercados financieros pueden entenderse como un conjunto de mecanismos a través de los que se desarrollan los intercambios de activos y se determinan sus precios, no precisan de una ubicación geográfica, se encuentran diseminados por todo el planeta, lo que no quiere decir que los mercados se encuentran aislados, sino integrados y con altos niveles de interdependencia entre ellos.

El mercado de divisas, es de los mercados financieros internacionales el de mayor tamaño, diariamente mueve 5.0 billones de USD, cifra muy superior a la que manipulan de conjunto la totalidad de los mercados bursátiles. En él, tiene lugar el intercambio de monedas y la liquidación de operaciones financieras y no financieras de un país con el exterior.

En el mercado internacional de divisas los cruces de monedas más negociados según un estudio del Bank of International Settlements (BIS, 2016), son: EUR/USD 23%, USD/JPY 17.7%, GBP/USD 9.2%.

Para el intercambio de monedas entre países, es necesario el establecimiento de los tipos de cambio. Estos son relaciones entre pares de monedas, expresan que cantidad de una moneda es necesaria desembolsar para obtener otra. Proviene de la existencia del comercio internacional donde interactúan distintos países con sus monedas.

Los tipos de cambio fluctúan en función de la relación existente entre la oferta y la demanda que impactan sobre las monedas. Los valores no son fijos ni centralizados y por lo general son determinados por el mercado.

La fluctuación del valor de las monedas genera escenarios de riesgo dado las variaciones lo mismo positivas que negativas, que pueda experimentar el tipo de cambio.

Las variaciones de los tipos de cambio lo mismo pueden beneficiar que afectar a los poseedores de las divisas, todo depende del valor que tome la moneda.

El poder predecir con una razonable aceptabilidad el comportamiento de una divisa, posibilita la toma aceptada de decisiones en función de la maximización de las ganancias. Considerando este importante elemento es que se estudian y emplean las diferentes herramientas para la predicción de los tipos de cambio. Entre estas, se abordarán a lo largo del presente trabajo el análisis fundamental y los modelos econométricos, los que se presentan a continuación.

1. Análisis fundamental

El análisis fundamental parte de examinar el fundamento económico de un determinado activo, sector o economía, para determinar su valor intrínseco, comparar este con su valor de mercado, determinar si se negocia a un precio superior o inferior y así predecir su precio futuro.

Otro enfoque del análisis fundamental, parte del estudio de los factores económicos, políticos, sociales, climáticos y sanitarios para evaluar la incidencia de estos sobre la oferta y la demanda de algún instrumento financiero en específico, con el ánimo de predecir su comportamiento futuro.

El análisis fundamental del mercado internacional de divisas toma como punto de partida el estudio de las variables que caracteriza la situación económica del país, cuya divisa

sea objeto de análisis, mediante la observación sistemática de los indicadores que la caracterizan. (De la Oliva, F., 2016)

En el análisis fundamental del mercado internacional de divisas se parte de examinar el estado de las economías y el valor de cotización de sus monedas. De la evaluación económica se obtienen criterios que indican si las monedas están subvaloradas o sobrevaloradas y así predecir su comportamiento futuro. El mismo análisis permite conocer cómo los diferentes factores afectan la oferta y la demanda de las monedas, posibilitando formar un criterio acerca del comportamiento futuro que estas irán tomando.

Se reconoce una relación directa entre el estado de las economías y el valor de sus monedas. Es por esto que se siguen y estudian los diferentes indicadores de corte económico, o de cualquier otra índole que puedan incidir en la estabilidad económica y cambiaria.

Si bien existe un importante enlace entre los tipos de cambio a nivel global, lo mismo sucede con las economías, fundamentalmente con las economías abiertas y más desreguladas, aunque es bien cierto que en el entorno global interconectado y desregulado que caracteriza el mundo contemporáneo, los sucesos económicos que tienen lugar en las grandes economías terminan por afectar a casi todas las regiones del mundo.

Para la valoración de los tipos de cambio, no es suficiente efectuar un análisis centrado en una economía, donde solo se considere la situación de un país y los factores que afectan la oferta y la demanda de su moneda. Se estaría perdiendo de vista que se trata de un par de monedas, se dejaría de considerar que los tipos de cambio se definen considerando una cesta de monedas donde convergen varias economías, entonces el análisis sería incompleto.

Es bien complicado para predecir el comportamiento de un par realizar una evaluación del comportamiento de los principales indicadores económicos de varias economías, correlacionar sus resultados, considerar noticias, expectativas del mercado, entre otros

factores. No obstante, se recomienda no limitar el análisis a una sola economía, al menos deben valorarse los resultados de las economías correspondientes al par de monedas.

A- Factores que inciden en la formación de los tipos de cambio

Se identifica a la inversión, el comercio internacional y la especulación como los elementos que más influyen en la determinación de los tipos de cambio, los dos primeros fluyen a través de los flujos de comercio y los flujos de capital.

La oferta de una moneda suele ser controlada por el gobierno, que realiza esta función a través del banco central desde su papel de emisor y regulador de la política monetaria.

La oferta monetaria influye sobre el nivel de precios de una economía y sobre el tipo de cambio de la moneda nacional.

Otra de las formas en la que los gobiernos inciden en el control del valor deseado de su moneda, es a través de su participación en el mercado forex. La intervención en el mercado forex por lo general la realizan los bancos centrales, los que participan como un inversor más, comprando o vendiendo su moneda, todo en dependencia del resultado que se propongan lograr. Las intervenciones pueden ser individuales o coordinadas con otros bancos centrales, acción esta que tiene un impacto mayor.

En el mundo contemporáneo, caracterizado por el libre movimiento de las tasas de cambio en el mercado internacional de divisas, estas pueden ser asemejadas a cualquier otro producto objeto de compraventa en un mercado signado por la acción de las fuerzas de la oferta y la demanda. Es así que todo lo que provoque un aumento de la demanda conducirá a la apreciación de la moneda, mientras que todo lo que ocasione un aumento de la oferta provocará la depreciación de la moneda. (De la Oliva, F., 2016)

La afirmación anterior parte de la premisa de que el precio de las monedas se precisa al igual que el de cualquier otro activo y es en el punto de enlace de las curvas de oferta y

demanda. Si se requiere conocer las variaciones del precio de una moneda en términos de otra, basta con entender qué sucesos inciden sobre las curvas y cómo inciden.

Los resultados de los indicadores macroeconómicos son determinantes de los movimientos de estas curvas, por ejemplo, una balanza comercial positiva, es evidencia que las exportaciones de un país superaron sus importaciones, esto indica que en un periodo económico, se demandó desde el exterior más moneda local de la que fue necesario desprenderse para adquirir moneda extranjera. Como resultado se precisa un incremento de la demanda de la moneda nacional, lo que propicia que la curva de la demanda se desplace hacia arriba, se mueva el punto de equilibrio y por ende se incremente el precio de la divisa.

Movimientos como el anteriormente descrito, tienen lugar a razón de cada resultado macroeconómico, todos y cada uno de ellos inciden de manera simultánea sobre las curvas, pero vale aclarar que no son los únicos a considerar.

Las expectativas del público son otro de los criterios que influyen sobre los movimientos de las curvas. Las decisiones que toman los participantes del mercado sobre mantener o no una divisa, transita por criterios subjetivos formados por sus expectativas, sobre el valor esperado de la moneda.

Situaciones como la referida anteriormente no son solo de corte económico y político, son situaciones que pueden ser generadas por cualquier evento o noticia que incida sobre las expectativas del público y que lleve a este a tomar decisiones que impacten sobre las curvas de oferta y demanda y como resultado final en el precio de la moneda.

Las expectativas de los inversores son un componente subjetivo difícil de medir, por lo general tienden a anticipar resultados económicos y generan las principales volatilidades de las monedas. Como expusiera A. García (2019), los inversores buscan constantemente

pistas en los datos macroeconómicos para predecir el comportamiento de las divisas y adelantarse al mercado.

Aunque las expectativas muevan el valor de las monedas, no se debe perder de vista que ese resultado está condicionado por criterios subjetivos que pretenden anticipar una situación económica esperada.

F. de la Oliva afirma: “debemos considerar, que el especialista del mercado forex sigue el comportamiento de las cotizaciones, sin perder de vista un aspecto esencial: no son las cifras en sí mismas las que impactan los tipos de cambio, sino su diferencia con respecto a las expectativas del mercado. Este es un aspecto de suma importancia que el lector debe recordar: lo que produce impacto de consideración sobre los tipos de cambio son las diferencias entre la realidad y lo que se esperaba de ella”.

Partiendo de los criterios anteriores, a continuación se presentan un conjunto de variables macroeconómicas con sus correspondientes incidencias en las curvas de oferta y demanda.

B- Principales variables macroeconómicas que considera el análisis fundamental

El autor considera que 4 variables macroeconómicas definen al análisis fundamental: los flujos de comercio, el crecimiento de la economía, la inflación y las tasas de interés.

Flujos de comercio

Los flujos de comercio, definidos por el volumen de las exportaciones y las importaciones, inciden sobre el movimiento de los tipos de cambio.

Las entidades, tanto exportadoras como importadoras, operan en moneda nacional, las exportaciones implican que la contraparte extranjera compre moneda nacional con la

consiguiente venta de la moneda extranjera en que se encuentre denominada la transacción. Ello trae consigo un incremento de la demanda de la moneda nacional y por ende debe apreciarse la moneda nacional en el mercado de divisas.

Entonces, pudiera afirmarse que las exportaciones incrementan la demanda de la moneda nacional, lo que genera la apreciación de la moneda nacional y depreciación simultánea de la moneda extranjera en el mercado de divisas.

En el caso de las importaciones, estas implican la compra de la moneda extranjera, con la consiguiente venta de la moneda nacional. Esto provoca un incremento de la oferta de la moneda nacional, generando un aumento del volumen de moneda doméstica en circulación por ende debe depreciarse la moneda nacional con relación a la moneda extranjera en el mercado de divisas.

Entonces, pudiera afirmarse que las importaciones incrementan la oferta de la moneda nacional, lo que genera la depreciación de la moneda nacional y la consiguiente apreciación de la moneda extranjera en el mercado de divisas.

Crecimiento de la economía

El Producto Interno Bruto (PIB) es el principal indicador del crecimiento de la economía. Este se compone de la suma del consumo privado, el gasto público, las inversiones y el resultado de la balanza comercial. Se infiere que a medida que esta variable sea positiva, a medida que crezca, estará indicando una mayor demanda de la moneda nacional, dada una mayor renta disponible, lo que favorecerá el incremento del consumo privado y a su vez de la inversión. Por otra parte, si los flujos comerciales son positivos también tributan a este resultado.

Los indicadores del crecimiento de la economía deben tributar directamente, a la apreciación de la moneda nacional, con relación a la de otras economías de menor desempeño.

Inflación

El solo hecho de hablar de inflación es reconocer la pérdida de valor de la moneda, es algo que sucede en casi todos los países, es normal la existencia de inflación. Por lo general los bancos centrales, que son los que tienen como meta el control de esta variable, se trazan como objetivo una inflación controlada entre un 2% y un 3%. Una inflación controlada dentro de la brecha mencionada ayuda a impulsar la economía; en caso contrario, un proceso deflacionario significa la caída de los precios, lo que tiende a ralentizar el consumo y crecimiento de la economía, trayendo consecuencias nefastas para la economía del país.

Por lo general, hay cuatro causas que generan la inflación, estas se mencionan a continuación: un aumento de la demanda, dado por un incremento de la renta o los gastos del gobierno; un incremento de los costos de las materias primas fundamentales, principalmente el petróleo; un aumento de la oferta monetaria a la que recurren los bancos centrales cuando se afecta la competitividad comercial del país en el mercado externo dada la apreciación de su moneda; por último y no menos importante debido a las expectativas de las personas.

Como se mencionaba anteriormente, el control de la inflación es tarea de los bancos centrales, que ejercen esta función a través de políticas macroeconómicas, una de estas políticas es el manejo de las tasas de interés, variable que se explica a continuación.

Tasa de interés

Las tasas de interés constituyen un instrumento de la política macroeconómica, que es utilizado por los bancos centrales en función de apoyo a los resultados económicos que se requieran alcanzar. Una tasa de interés alta incentiva el ahorro, lo que en un primer momento

reduce la masa monetaria en circulación y genera una apreciación de la moneda en el corto plazo, resultado que en un mayor plazo impacta desfavorablemente sobre el desarrollo económico, ya que disminuye el consumo y las inversiones lo que termina incidiendo de manera negativa sobre el valor de la moneda.

F. de la Oliva (2016) plantea que: “el aumento de las tasas de interés representa un incremento del costo del dinero, que torna relativamente menos costosa la financiación en el extranjero. Ello se traduce en un aumento de la venta de títulos de deuda al exterior, es decir, en un incremento de la importación de capital, que a su vez causa un aumento de la demanda de la moneda nacional producto de la necesidad de vender la moneda extranjera adquirida como resultado de esas ventas. Como consecuencia, se produce una apreciación de la moneda nacional, al tiempo que se desestimula el crecimiento económico y se reduce la inflación, aunque se genera otro problema: disminuye la demanda de fuerza de trabajo y aumenta el desempleo”.

Una tasa de interés baja es útil para incentivar el consumo y la inversión, a las personas no les es atractivo mantener guardado su dinero en los bancos y prefieren darse unas vacaciones, invertir en un negocio o simplemente aumentar sus gastos. Un aumento del consumo incentiva el proceso inversionista, el que se ve beneficiado dado el abaratamiento de los créditos y la disposición de las personas a invertir. Estos aspectos mencionados son cíclicos y en el corto plazo tienden a devaluar la moneda dado el exceso de circulante, situación que en el mediano y largo plazo tiene su ajuste dado el impacto de esta medida sobre el resultado de la economía.

Para ayudar a la comprensión de lo anteriormente explicado, se presenta en el Apéndice A, Tabla 1.1 una selección de variables y resultados económicos factibles a utilizar

en el análisis fundamental de forex, con su correspondiente explicación sobre la incidencia que tienen en el tipo de cambio.

2. Técnicas econométricas para el pronóstico de los tipos de cambio

Las técnicas econométricas para la realización de pronósticos se pueden clasificar en estadísticas o determinísticas.

Las técnicas estadísticas buscan y analizan patrones, estudian las transformaciones que sufren los datos y la influencia que sobre ellos ejercen los términos de error de naturaleza aleatoria.

Por su parte, la esencia de las técnicas determinísticas es identificar las relaciones existentes entre las variables dependientes e independientes.

Constituyen una extensión inmediata de los métodos de regresión, contribuyen a explicar la evolución histórica de algunas series y sus principales limitaciones se encuentran en las predicciones.

Parten de la idea de dependencia que se asume en las regresiones de variables estáticas, donde una serie observada se representa mediante la suma de dos componentes:

$$Y_t = \mu_t - \alpha_t \quad [1.1]$$

El primer componente, $\mu_t = f(t, \beta)$, representa el nivel de la serie que es una función conocida determinista del tiempo que depende del instante considerado y de un vector de parámetros β (Jimeno, R., 2014).

Para estimar el vector β es necesario minimizar las diferencias entre los valores observados y los previstos por el modelo, esto se realiza con el criterio de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

El segundo componente α_t suele denominarse la innovación y es el componente aleatorio que recoge todos los demás efectos que actúan sobre la serie. (Jimeno, R., 2014)

El modelo más simple para la predicción se limita a una serie sin tendencia, donde el valor de μ_t es constante en el tiempo y el valor de α_t es igual a su esperanza, que es siempre cero. De esta manera la serie oscila alrededor de su media μ .

$$\mu_t = \mu_{t+k} = \mu \quad [1.2]$$

Entonces para la predicción, se tiene;

$$\hat{Y}_T(k) = \mu_{T+k} = f(T+k, \beta) \quad [1.3]$$

Lo que llevado a los modelos más usados nos permite obtener:

Modelo con tendencia lineal:

$$\mu_t = \beta_0 + \beta_1 t \quad [1.4]$$

Donde:

β_1 : Pendiente de la recta, describe la evolución de la serie.

$$\hat{Y}_T(k) = \beta_0 + \beta_1(T+k) \quad [1.5]$$

Modelo con tendencia polinómica:

$$\mu_t = \beta_0 + \beta_1 t + \dots + \beta_r t^r \quad [1.6]$$

Si se admite que una serie tiene tendencia determinista lineal en un intervalo, se está afirmando que la predicción futura de su crecimiento debe hacerse ponderando los crecimientos observados, pero dando peso mínimo al último valor observado. Además este peso es igual al que se atribuye al crecimiento observado en la muestra. **(Peña, D., 2005)**

Se dice que una tendencia es determinista si conociendo sus valores pasados se puede determinar sin error sus valores futuros. Con tendencias deterministas no hay incertidumbre sobre ellas. **(Morales, R., 2009)**

A. Métodos de alisamiento de series de tiempo

Parten de considerar el principio de las series temporales de que la observación de hoy Y_t depende de sus valores previos, $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-m}$.

Son útiles en pronósticos de corto plazo, pueden arrojar resultados incluso comparables con técnicas más sofisticadas.

Estos métodos pretenden eliminar las fluctuaciones aleatorias de las series de tiempo, brindan datos que se apegan al comportamiento real de la serie.

Generalmente el alisamiento se realiza a través de promedios móviles o el alisamiento exponencial.

Alisamiento exponencial

Consiste en una ponderación de los valores en correspondencia con su orden cronológico, la ponderación tiene un carácter creciente con el tiempo, es decir, se otorga un mayor peso a los datos más recientes y se va disminuyendo a medida en que los datos sean más antiguos.

Alisamiento exponencial simple

Es un método apropiado para pronosticar series temporales sin tendencia y sin patrón estacional, pero con media cambiante lentamente en el tiempo.

Consiste en promediar la ponderación de las observaciones que componen la serie escogida. La ponderación se realiza asignando valores superiores a las observaciones más recientes (se asume que contiene más información) que a las más antiguas, el decrecimiento de la ponderación es exponencial en el tiempo.

Para poder generar un pronóstico a través del método de alisamiento exponencial se necesita el pronóstico más reciente y una constante de alisamiento α (alfa) identificado como factor de ponderación y se emplea de la siguiente manera:

A la observación más reciente le corresponde $\alpha(1-\alpha)$, para la siguiente más reciente; $\alpha(1-\alpha)^2$ y así sucesivamente.

El alisamiento exponencial es el pronóstico anterior (\hat{Y}_t) más α veces el error del último pronóstico ($Y_t - \hat{Y}_t$). Es decir, el modelo aprende de sus errores pasados.

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t) \quad [1.7]$$

También puede expresarse de la siguiente manera:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + \hat{Y}_t(1 - \alpha) \quad [1.8]$$

Para ambas representaciones las variables significan:

\hat{Y}_{t+1} : Pronóstico para el próximo periodo o el alisado exponencial simple.

\hat{Y}_t : Pronóstico determinado para el periodo corriente.

Y_t : Valor de la variable en el periodo corriente.

α : Factor de descuento.

La ecuación anterior se puede generalizar los n periodos escogidos, quedando de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} SE_t = \hat{Y}_{t+1} &= \alpha Y_t + (1-\alpha) \hat{Y}_t \\ &= \alpha Y_t + (1-\alpha) [\alpha Y_{t-1} + (1-\alpha) \hat{Y}_{t-1}] \\ &= \alpha Y_t + \alpha (1-\alpha) Y_{t-1} + (1-\alpha)^2 \hat{Y}_{t-1} \\ &= \alpha Y_t + \alpha (1-\alpha) Y_{t-1} + (1-\alpha)^2 [\alpha Y_{t-2} + (1-\alpha) \hat{Y}_{t-2}] \\ &= \alpha Y_t + \alpha (1-\alpha) Y_{t-1} + \alpha (1-\alpha)^2 Y_{t-2} \dots + (1-\alpha)^n \hat{Y}_{t-n} \end{aligned} \quad [1.9]$$

- Si α tiende a 1, las observaciones recientes se ponderan fuertemente con respecto al pasado.

- Si α tiende a cero, los valores pasados se ponderan igual que los más recientes.

Para identificar que factor de ponderación resulta más eficiente en la predicción, se grafica el resultado de los pronósticos y se compara su comportamiento con el de la variable real.

Método Holt-Winters. Alisamiento exponencial de Holt: Ajustado a la tendencia (método de dos parámetros de Holt o alisamiento de tendencia lineal)

Este modelo es adecuado cuando los datos presentan tendencia lineal y escasa o nula estacionalidad.

Es una ampliación del método de alisamiento exponencial simple, se añade un factor de alisamiento de tendencia o factor de crecimiento a la ecuación de alisamiento a fin de ajustar por esta.

El método es similar al del alisamiento exponencial, pero incluyendo un término de tendencia, veamos cómo quedaría la ecuación:

$$- \text{ Serie exponencial atenuada: } \hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) (\hat{Y}_t + T_t) \quad [1.10]$$

$$- \text{ Suavización de la tendencia: } T_{t+1} = \beta (\hat{Y}_{t+1} - \hat{Y}_t) + (1 - \beta) T_t \quad [1.11]$$

Con $0 < \beta < 1$ constante de atenuación de tendencia. La diferencia $(\hat{Y}_{t+1} - \hat{Y}_t)$ es una estimación de la tendencia de la serie. La tendencia más reciente se pondera más que la anterior.

El pronóstico de Holt para n periodos vendrá dado por:

$$\hat{Y}_{t+n} = \hat{Y}_{t+1} + n * T_{t+1} \quad [1.12]$$

Alisamiento exponencial ajustado a la tendencia y a la variación estacional (método de Winters)

Ampliación del método de alisamiento exponencial simple que se emplea para datos que presentan tanto tendencia como estacionalidad.

Se incluye un tercer parámetro (estacionalidad, γ) al sistema propuesto por Holt.

El método se basa en las siguientes ecuaciones:

$$- \text{ Serie exponencial atenuada: } \hat{Y}_t = \alpha Y_t / E_{t-L} + (1 - \alpha) (\hat{Y}_{t-1} + T_{t-1}) \quad [1.13]$$

Similar a la ecuación original de Holt, pero se divide la variable Y entre E , ajustando por estacionalidad.

$$- \text{ Tendencia estimada: } T_t = \beta (\hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad [1.14]$$

$$- \text{ Estacionalidad estimada: } S_t = \gamma (Y_t / \hat{Y}_t) + (1 - \gamma) E_{t-L}$$

[1.15]

Donde L es el número de periodos en el ciclo estacional. El pronóstico para n periodos vendrá dado por: $\hat{Y}_{t+n} = (\hat{Y}_t - nT_t) E_t$ [1.16]

B. Modelos ARIMA. Metodología Box-Jenkins

La metodología es llamada así en honor a los estadísticos George E. P. Box y Gwilym Jenkins, quienes en 1970 desarrollaron un cuerpo metodológico destinado a identificar, estimar y diagnosticar modelos dinámicos de series temporales.

Estos modelos, a diferencia de los tradicionales, liberan a los investigadores de especificaciones propias, permitiéndole a los datos temporales de la variable, indicar las características de la estructura probabilística subyacente.

Contienen un componente autorregresivo AR (p) y un componente de media móvil MA (q) que dependen de las perturbaciones del pasado. La trayectoria de la serie puede estar explicada por el efecto independiente o conjugado de ambos componentes, ver Apéndice A, Tabla 1.2.

Los modelos autorregresivos se entienden como la representación de un proceso aleatorio donde la variable de interés depende linealmente de sus observaciones pasadas. Es

un modelo que cuando se enfrenta a una perturbación tarda en regresar a su estado de equilibrio, lo que indica la necesidad de que el modelo se mantenga estacionario en sentido amplio.

En un modelo autorregresivo su variable endógena en un período t es explicada por sus observaciones anteriores, añadiéndose, como en los modelos estructurales, un término de error. Estos modelos se abrevian con la palabra AR y el orden del modelo: AR (1), AR (2),...y así sucesivamente. El orden se expresa por el número de observaciones retasadas que se utilizaron para el análisis y por tanto intervienen en la ecuación. Así, por ejemplo, un modelo AR (1) tendría la siguiente expresión (de Arce, R. y Mahía, R., 2007):

$$y_t = \varnothing_0 + \varnothing_1 y_{t-1} + a_t \quad [1.17]$$

donde:

\varnothing_0 : término constante relacionado con la tendencia de la serie.

\varnothing : parámetros estimados o coeficientes de ponderación.

a_t : error o ruido blanco.

En el caso de las medias móviles, estas se entienden como el promedio de un subconjunto de valores y se pueden calcular para cualquier tipo de serie temporal. Aportan informaciones de tendencias a las que no se puede acceder a través de las medias de un periodo determinado. Suele usársele para el análisis de conjuntos de datos, ya que cada media móvil es el promedio de un subconjunto de datos originales.

Las medias móviles son útiles en la identificación de tendencias dominantes. En series financieras sirven para ilustrar el precio justo de un activo en un periodo determinado.

Un modelo de medias móviles es aquel que explica el valor de una determinada variable en un período t en función de un término independiente y una sucesión de errores correspondientes a períodos precedentes, ponderados convenientemente. Estos modelos se

denotan normalmente con las siglas MA, seguidos, como en el caso de los modelos autorregresivos, del orden entre paréntesis. Así, un modelo con q términos de error MA(q) respondería a la siguiente expresión (de Arce, R. y Mahía, R., 2007):

$$y_t = \Theta_0 - \Theta_1 a_{t-1} + a_t \quad [1.18]$$

donde:

Θ_0 : media alrededor de la que fluctúa la serie.

Θ_1 : Parámetros estimados o coeficientes de ponderación

a : Error o ruido blanco.

La aproximación a los modelos estocásticos con modelos AR o MA se limita en términos generales a series de tiempo estacionarias, por tanto deben cubrirse dos etapas:

- Primero, comprobar que la serie temporal, como muestra del proceso estocástico, es estacionaria y, si no lo es,
- Transformarla, en una nueva serie que sí lo sea.

Para la transformación de la serie se aplican diferencias, en función de las diferencias requeridas para alcanzar la estacionariedad es que las series integradas se denominan de orden 1, 2, 3, ..., d.

Por tanto, si para la predicción económica es necesario integrar la serie de tiempo para hacerla estacionaria y luego aplicar la estructura ARMA (p, q), se dice que el modelo es ARIMA (p, d, q). La I explica que fue necesaria realizar diferenciación y la d el número de veces que se tuvo que diferenciar la serie para hacerla estacionaria.

Integración de las variables:

Se dice que una variable y_t es integrada de orden I (d) cuando es necesaria una diferenciación en ese orden para obtener una serie estacionaria. Por ejemplo si $y_t = 1$, entonces $y_t = y_t - y_{t-1}$, debiéndose obtener una serie estacionaria.

Los principales puntos de la metodología son:

- Formular una teoría para construir una clase general de modelos que permitan describir series temporales reales.
- Construir un procedimiento para encontrar el mejor modelo de los de esa clase para una serie temporal dada.
- Permitir la realización de predicciones.

La metodología utiliza un enfoque de modelado iterativo que transita por las etapas siguientes:

- Verificar la estacionariedad de la serie.
- Identificar los modelos que reúnan las mejores condiciones.
- Estimar cada uno de los modelos identificados.
- Determinar los modelos más factibles para trabajar y dentro de estos los que tienen las mejores condiciones.
- Realizar el pronóstico.

C. Modelos ARCH – GARCH

La familia de modelos autorregresivos condicionalmente heterocedásticos (ARCH - GARCH), centran su análisis en la existencia de agrupamiento temporal en la volatilidad.

Su desarrollo se ubica en la década del 80 del pasado siglo, incentivado por el apoyo a la toma de decisiones financieras en condiciones de incertidumbre. Tienen como objetivo captar el agrupamiento de la volatilidad de las series de rentabilidad de los mercados financieros.

El proceso ARCH (q), presenta la siguiente estructura básica:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \quad [1.19]$$

$$\sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^q a_i y_{t-1}^2 \quad [1.20]$$

Donde:

ε_t : es un proceso de ruido blanco, idénticamente distribuido con media cero y varianza igual a uno.

σ_t^2 : Es la varianza condicional del término del error del modelo que explica el comportamiento de y_t

$w > 0$ y $a_i \geq 0$ para todo $i = 1 \dots q$, se cumple la estacionariedad en media, la suma de todos los parámetros es menor que uno

El orden q indica la persistencia de shocks en la varianza, siendo necesario precisar un elevado número de retardos en las especificaciones ARCH. El elevado número de coeficientes dentro de una regresión, produce una importante pérdida de precisión en la estimación. Por lo que se presenta una representación más simple de este tipo de estructuras.

Según Bollerslev, T. (1986): “presenta el modelo ARCH generalizado, conocido como GARCH que propone una parametrización alternativa, restringida, dependiente de un reducido número de parámetros. Este modelo mejora la especificación del ARCH, añadiendo varianza condicional rezagada, describe el agrupamiento de la volatilidad”.

Este modelo tiene gran similitud con la extensión de los procesos autorregresivos a los de medias móviles. Si y_t sigue un proceso GARCH (p, q), su cuadrado y_t^2 tiene una función de autocorrelación simple análoga a la de un proceso ARMA (p, q). Esta similitud indica que se utilicen técnicas de identificación basadas en las funciones de autocorrelación simple y parcial, como mismo se realiza en la metodología Box – Jenkins, pero utilizando los cuadrados de los residuos.

El modelo GARCH (p, q) puede escribirse como:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \quad [1.21]$$

$$\sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^q a_i y_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad [1.22]$$

La clave de estos modelos está en considerar la información pasada de la variable y su volatilidad observada como factor altamente explicativo de su comportamiento presente y, por extensión lógica, de su futuro predecible. Estadísticamente, esta conclusión se refleja en la esperanza condicional del cuadrado de una variable. (De Arce, 1998)

El modelo GARCH (1, 1), es un modelo de suavizado exponencial de la varianza, similar a los de la volatilidad condicional.

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \quad [1.23]$$

$$\sigma_t^2 = w + a y_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \quad [1.24]$$

$$\text{con } a > 0, \quad w > 0, \quad \beta \geq 0, \quad a + \beta < 1$$

En este modelo la varianza condicional es, $\text{Var}_{t-1} y_t = \sigma_t^2$ [1.25]

La varianza incondicional o de largo plazo es, $\text{Var } y_t = w / (1 - a - \beta)$ [1.26]

El modelo GARCH (1, 1) puede escribirse como

$$y_t^2 = w + (a + \beta) y_{t-1}^2 - \beta (y_{t-1}^2 - \sigma_{t-1}^2) + (y_t^2 - \sigma_t^2) \quad [1.27]$$

Modelo IGARCH

Cuando $a + \beta$ sea próximo a la unidad, es necesario integrar el modelo para que no desaparezca el efecto de la varianza condicional. El proceso puede escribirse como:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t \quad [1.28]$$

$$\sigma_t^2 = w + \sigma_{t-1}^2 + a (y_{t-1}^2 + \sigma_{t-1}^2), \quad t = 1, 2, \dots \quad [1.29]$$

Modelo EGARCH

Los modelos vistos anteriormente, son incapaces de modelizar una respuesta asimétrica a las subidas y bajadas de la serie, en ellos, la varianza condicional depende de la magnitud de las innovaciones retardadas pero no de su signo, con el fin de solventar este problema fue propuesto el modelo exponencial GARCH o EGARCH (p, q).

Para garantizar la no negatividad de la varianza condicional, se formula la ecuación en términos de logaritmo de σ^2 , mediante la expresión:

$$\ln(\sigma^2) = w + \sum_{j=1}^p \phi_j \ln(\sigma_{t-j}^2) + g(\varepsilon_{t-1}) + \sum_{i=1}^I \psi_i g(\varepsilon_{t-i-1}) \quad [1.30]$$

A través de esta función ε_t puede capturar una respuesta asimétrica de la volatilidad de las innovaciones de distinto signo, permitiendo así modelizar un efecto contrastado empíricamente en series financieras donde las malas noticias $u_t < 0$ provocan un mayor aumento de la volatilidad que las buenas noticias $u_t > 0$.

Apéndice A

Tabla 1.1 Selección de variables y resultados económicos factibles a utilizar en el análisis fundamental de Forex.

Variable	Movimiento	Interpretación
Inflación	Aumenta	Pérdida del poder adquisitivo de la moneda, genera la caída del tipo de cambio. Entre las principales causas, aumento desproporcionado de la masa monetaria y/o pérdida de parte de la capacidad productiva.
Tasa de interés	Aumento	Inicialmente puede producirse un efecto de apreciación de la moneda por la reducción de la masa monetaria dado el encarecimiento del dinero, pero en el mediano y largo plazo el resultado real es una contracción de la economía por el desestimulo a las inversiones y el encarecimiento de las importaciones.
	Disminución	Tiende a expandir la masa monetaria. Aparejado de cambios en las condiciones del mercado puede tender a expandir la economía, sino, terminará generando un incremento del nivel de precios.
Balanza Comercial (Exportaciones - Importaciones)	Positiva	Significa un incremento de la demanda de moneda nacional, por tanto se aprecia.
	Negativa	Conlleva a una depreciación de la moneda nacional.
PIB	Aumento	El aumento sostenido del PIB significa una consolidación de la economía y por tanto de su moneda.
	Disminución	Una caída del PIB tiene un impacto directo y negativo en el valor de la moneda.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.2 Detalles de los modelos autorregresivos y de media móvil

Detalles	Autorregresivo	Media móvil
Cómo se identifican abreviadamente	AR	MA
Cómo se explica la variable endógena en un periodo t.	Se explica por las observaciones de ella en el pasado ponderadas convenientemente más un término de error.	Se explica en función de un término independiente (media a través de la cual fluctúa la serie) y una sucesión de errores correspondientes a períodos precedentes, ponderados convenientemente.
Orden del modelo	Posterior a la identificación abreviada, es decir, AR o MA se indica el orden del modelo, quedando de la siguiente manera AR (1), MA (1). El orden del modelo puede ser coincidente con la periodicidad de los datos, ejemplo (4) si es trimestral o (12) si es mensual. Ojo, normalmente suele trabajarse con ordenes bajo.	
El orden se representa con la sigla.	P	Q
Expresión matemática para orden 1	$y_t = \varnothing_0 + \varnothing_1 y_{t-1} + a_t$	$y_t = \Theta_0 - \Theta_1 a_{t-1} + a_t$
Significado del 1er elemento.	Término constante relacionado con la	Media alrededor de la cual
Significado del 2do elemento.	Parámetros estimados o coeficientes de	Parámetros estimados o coeficientes de
Significado del 3er elemento.	Error o ruido blanco	

Expresión matemática para un orden superior	$y_t = \varphi_0 + \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + a_t$	$y_t = \Theta_0 - \Theta_1 a_{t-1} + \dots + \Theta_q a_{t-q} + a_t$
Condiciones a cumplir por los parámetros.	<p>1) $\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_p < 1$</p> <p>2) En AR (1): $\varphi_1 < 1$, tal que la autocorrelación parcial decrece en valor absoluto en la medida que crecen los retardos; por tanto, $\varphi_1 > \varphi_1^2 > \varphi_1^k$</p> <p>3) En AR(2): $-1 < \varphi_1 < 1$; $-1 < \varphi_2 < 1$; $-1 < \varphi_1 + \varphi_2 < 1$; $-1 < \varphi_1 - \varphi_2 < 1$</p>	<p>1) En MA(1): $-1 < \Theta < 1$</p> <p>2) En MA(2): $\Theta_2 - \Theta_1 < 1$; $\Theta_2 + \Theta_1 < 1$; $-1 < \Theta_2 < 1$</p>
Enfoques para la identificación de p y q:	<ul style="list-style-type: none"> - El criterio de información Akaike con corrección. - El diagrama de autocorrelación y autocorrelación parcial 	
Estimación de los parámetros φ_p y Θ_q	<ul style="list-style-type: none"> - Los principales enfoques de los modelos de Box-Jenkins montaje son mínimos cuadrados no lineales y la estimación de máxima verosimilitud. Esta última es generalmente la técnica preferida. 	

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 2: Bases para una propuesta de contribución al procedimiento para la predicción de los tipos de cambio.

El presente capítulo tiene como objetivo, definir las bases para la propuesta de contribución al procedimiento de predicción de tipos de cambio, a partir de la sistematización de los resultados del equipo de la Facultad de Contabilidad y Finanzas de la Universidad de la Habana sobre estas investigaciones y la reevaluación de estos resultados, considerando la propuesta.

La contribución del autor del presente trabajo parte de la consideración de que las investigaciones sobre predicción realizadas anteriormente sobre la base de técnicas econométricas, se ven limitadas por la no consideración del análisis fundamental, que proporciona el entorno macroeconómico que consolida los resultados de esas técnicas.

En correspondencia con lo anterior, el presente capítulo se estructura en tres secciones que se exponen en otros tantos epígrafes.

En la primera sección se expone el análisis de las economías estadounidense y europea durante el período comprendido entre 2009 y 2019. Ello se debe a que las investigaciones objeto de estudio tomaron como referencia el par EUR/USD y abarcaron el período mencionado. El análisis incluye 4 variables macroeconómicas: el comportamiento del PIB, la balanza comercial, la tasa de interés y la inflación.

La segunda sección se dedica al análisis de los resultados de tres investigaciones realizadas en el marco del equipo de la facultad sobre predicción de tipos de cambio, sobre la base de técnicas econométricas.

Por último, en la tercera sección se exponen las bases para la contribución al procedimiento de predicción, a partir de la incorporación del análisis fundamental como método de predicción junto a las técnicas econométricas. Estas bases representan un

adelanto de la propuesta que el autor expone en el capítulo III, de la cual es parte integrante. Sin embargo, ello resulta imprescindible para reevaluar los resultados de las investigaciones mencionadas, con lo cual se pretende mostrar la necesidad de incorporar el análisis fundamental como complemento a las técnicas econométricas. A la evaluación de esos resultados se dedica la última parte del capítulo.

1. El par EUR/USD en el período 2009-2019

Se escoge el par EUR/USD por ser el empleado en las tres investigaciones que se sistematizan en el presente trabajo, en adición, por su relevancia como par al estar entre los más utilizados a nivel internacional.

A continuación se presenta un análisis del comportamiento de las economías de ambos países, atendiendo a las variables presentadas en el capítulo anterior.

A- Economía de Estados Unidos

Comportamiento del PIB

La economía norteamericana sale de una gran recesión finalizando el año 2009, pudiera decirse que a partir del mes de octubre de ese propio año experimenta los primeros resultados positivos, logrando un crecimiento constante hasta el primer trimestre de 2010, donde alcanzó las cifras de crecimiento más altas de todo el período analizado, cifras mensuales próximas a un 6% de crecimiento, lo que posibilitó un buen año 2010, con cifra record de crecimiento cercana a un 3% anual. De ahí en lo adelante el PIB mostró un comportamiento estable, creciendo anualmente como promedio en un 2%. El otro buen año fue el 2018, donde se registró un crecimiento de un 2.9% gracias a los incentivos fiscales del gobierno norteamericano y las políticas de desregulación llevadas a cabo. (Ver Apéndice B, Figura 2.1).

No todo fue positivo, se precisan tres momentos grises, momentos donde el PIB rondó cifras cercanas a 0% y también se registraron decrecimientos. Afortunadamente para la economía nortea fueron caídas que duraron dos o tres meses y lograron repuntar los resultados en el resto del año.

La primera caída se precisa en el primer trimestre del año 2013, donde el PIB permaneció cercano a 0%, este resultado estuvo influenciado por la caída de los gastos del gobierno en un 12,8% dada la disputa del gobierno con el congreso en el mes de octubre de 2012, en ese momento hubo una suspensión parcial de las actividades durante 16 días, no lograban un acuerdo sobre el presupuesto. También influyó la desaceleración en la inversión privada de inventarios y la caída de la inversión fija residencial.

El otro momento más complicado se precisa entre los meses de mayo y junio de 2014, cuando el PIB cayó a mínimos históricos, se atribuye el descenso a un fuerte invierno, el más frío en los últimos 20 años. También hubo una caída de la inversión del sector empresarial.

Por último, en el segundo trimestre de 2015, el crecimiento del PIB vuelve a rondar cifras cercanas a 0, nuevamente el azote del invierno, la caída del precio del petróleo, la apreciación de la moneda con el consiguiente desplome de las exportaciones e incremento de las importaciones.

Balanza comercial

Estados Unidos se caracteriza por mantener de manera sostenida un déficit comercial, las importaciones superan a las exportaciones año tras año. Es un país netamente importador de bienes y netamente exportador de servicios, el resultado final es ser un país netamente importador. (Ver Apéndice B, Figura 2.2).

Sus principales renglones de exportación son; derivados del petróleo, automóviles, circuitos integrados electrónicos, teléfonos móviles, servicios financieros y transporte. Entre

sus principales renglones de importación; automóviles, petróleo, dispositivos de sistemas telefónicos y computadoras.

Tasa de interés

La Reserva Federal de Estados Unidos, conocida como FED, mantuvo una tasa de interés constante de 0,25% por más de 10 años, no siendo hasta el mes de diciembre de 2015 que realizara el primero de muchos incrementos hasta llegar a la cifra record de 2,5% en el mes de junio de 2019. A continuación se comentan los incrementos y los motivos por los que la FED manifiesta haber realizado las variaciones. (Ver Apéndice B, Figura 2.3).

Como ya se mencionaba, el primer aumento tuvo lugar en diciembre de 2015, cuando la tasa se elevó a un 0,5%, manteniéndose esta cifra por casi un año, es decir, hasta noviembre de 2016. La causa de este aumento fue justificada por la FED como una medida para contrarrestar la posibilidad de un proceso inflacionario, dada la recuperación de la economía estadounidense.

En diciembre de 2016 nuevamente se eleva la tasa en 25 puntos porcentuales es decir hasta 0,75%, fundamentando la existencia de un bajo desempleo y la necesidad de mantener el control de la inflación, dado al continuo crecimiento de la economía. A partir de este momento y sustentado en los mismos criterios, la FED fue aumentando la tasa de interés de manera constante hasta alcanzar la cifra record de 2,50% en el mes de junio de 2019.

La FED explica el descenso de las tasas de interés a partir de julio de 2019 motivada en las implicaciones de los eventos globales, refiriéndose entre otros a la guerra comercial entre EUA y China y las débiles presiones inflacionarias. En septiembre anuncian otra reducción de 25 puntos porcentuales en función de mantener la expansión económica dado el débil crecimiento mundial, la guerra comercial y la baja inflación.

La última de las reducciones la aplicó en marzo de 2020 en función de combatir las afectaciones que en el plano económico estaba imponiendo la covid-19, para esta fecha nuevamente se llevó la tasa a 0,25%.

Inflación

La tasa de inflación estadounidense ha mantenido un comportamiento controlado, se mueve en el rango de -0,8% y 0,8%, estos logros no solo se atribuyen a la gestión de la FED, sino también a las expectativas del público y la absorción de liquidez por los mercados financieros. (Ver Apéndice B, Figura 2.4).

Los elementos ya mencionados son los que logran explicar por qué no se ha desatado un proceso inflacionario justo después de la inyección de liquidez realizada por la FED para impulsar la economía a la salida de la crisis de 2009 y los bajos índices de desempleo que se han logrado con cierta estabilidad.

B- Economía de la zona euro

Comportamiento del PIB

La crisis subprime en Estados Unidos impactó la eurozona generando la euro crisis. Desde el año 2001 Europa mantenía una política monetaria expansiva, que le permitía a los bancos europeos adquirir liquidez a través de préstamos obtenidos del Banco Central Europeo a bajas tasas de interés e invertir en Asset Backed Securities (ABS), que no son más que valores respaldados en activos que adquirían los bancos europeos en los mercados financieros estadounidenses.

Al desatarse la crisis subprime, el valor de los ABS cayó abruptamente, desencadenando la caída del valor de los activos bancarios, creando desconfianza y una retirada masiva del ahorro y contracción del crédito, se desató la crisis del sector inmobiliario

en España e Irlanda. Todo lo anterior generó la crisis de la eurozona, que persistió hasta el año 2014.

La crisis bancaria se transformó en fiscal, la que, agravada por las fallas en la gobernanza económica de la zona euro, conllevó a una crisis de deuda soberana. Las principales dificultades para salir de la crisis fueron las políticas de austeridad de la Unión Europea y sus fallas de gobernanza.

La zona euro comienza a mostrar signos de recuperación a partir del año 2014 gracias al crecimiento de las economías de Alemania y España.

El nuevo repunte tuvo lugar en el año 2015, mientras el Banco Central Europeo mantenía una relajada política monetaria, los precios del petróleo cayeron significativamente, abaratando las importaciones. El euro se cotizaba barato en los mercados financieros, haciendo atractivas las mercancías de la zona y garantizando una balanza comercial positiva.

Para el 2016 se consolidaban los resultados, el plan de inversiones para Europa garantizó que se invirtieran más de 163 mil millones de euros, se atendió el empleo y apoyó el crecimiento, incentivando la investigación, la innovación, la política regional, el transporte, la caída de los precios del petróleo y la apreciación del dólar frente al euro.

El crecimiento se mantuvo hasta el año 2018, momento en que la economía comenzó a desacelerar. Las principales causas se precisan en las recesiones de Alemania por la caída de su producción automovilística y en Italia por la incertidumbre sobre su presupuesto, lo que generó un aumento de su prima de riesgo y la caída de los índices de confianza. La desaceleración de la eurozona se mantuvo durante todo el año 2019 y se incorporó Francia entre los países que lastraban los resultados.

En el ámbito externo afectaron las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China, la incertidumbre política reinante y el debilitamiento del comercio global. (Ver Apéndice B, Figura 2.5).

Balanza Comercial

La balanza comercial de la eurozona es superavitaria, las principales exportaciones se producen en el sector de las manufacturas. Por lo general, se exportan productos complejos y de alta calidad. Sus resultados dependen de los precios de los recursos energéticos. (Ver Apéndice B, Figura 2.6).

La balanza comercial muestra un discreto crecimiento a partir del año 2012, mes tras mes experimentó ligeras mejoras, no siendo hasta mediados de 2013 y fundamentalmente en el año 2014 cuando se reportan significativos superávit comerciales. Incidieron de manera directa las señales de crecimiento que experimentaban Alemania, España y Estonia.

Las cifras continuaron mejorando, para el año 2015 contribuían al incremento de las exportaciones la caída del precio del petróleo y el incremento del valor del dólar con relación al euro. Los altos índices alcanzados en la balanza comercial se mantuvieron estables durante los siguientes cuatro años.

Tasa de interés

Ante la crisis financiera internacional de 2008, el Banco Central Europeo implementó un conjunto de medidas para contrarrestar sus efectos en la eurozona. La tasa de interés tuvo una carrera descendente, llegando a alcanzar valores negativos. El objetivo fue controlar la inflación y estimular las inversiones para impulsar el crecimiento del bloque. (Ver apéndice B, Figura 2.7).

Inflación

El principal repunte de la inflación tuvo lugar a partir del año 2009, momento en que se comenzaban a sentir las consecuencias de la crisis. La cifra record se alcanzó al cierre del año 2011, con una tasa de inflación de 2,8%. Las cifras más bajas se lograron entre los años 2014 y 2016, posteriormente la inflación creció por el incremento de los precios de la energía y los alimentos frescos, manteniéndose por debajo del 2%. (Ver Apéndice B, Figura 2.8).

2. Principales resultados de las investigaciones consultadas

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó una revisión bibliográfica que posibilitó la selección de un conjunto de investigaciones cubanas que abordaron la predicción de los tipos de cambio a través de técnicas econométricas, como los métodos de alisamiento, la metodología Box Jenkins y la familia de modelos autorregresivos heterocedásticos ARCH – GARCH. En las investigaciones seleccionadas se utiliza el par EUR/USD y se efectuaron bajo la guía del Dr. C. Fidel de la Oliva de Con, quien encabeza desde la Universidad de la Habana el proyecto de investigación para el pronóstico y cobertura de los tipos de cambio.

Todas las investigaciones consultadas aportaron un fundamento científico a la predicción con fines de cobertura y contribuyeron a mejoras económicas financieras en sus ámbitos de aplicación. En el Apéndice B, Tabla 2.1 se presentan los estudios tomados como fundamento teórico.

A. Tesis 1, titulada “Pronóstico del tipo de cambio euro dólar mediante la aplicación de técnicas econométricas” (Jimeno, R., 2014).

Trabajó con los valores del par correspondiente al período comprendido entre los meses de enero de 2004 hasta marzo de 2014, con una frecuencia mensual, para un total de 123 observaciones. El horizonte temporal a pronosticar fue hasta diciembre de 2014, para un total de 8 meses fuera de la muestra.

Con su tesis contribuye de manera significativa al desarrollo de los procedimientos utilizados en las investigaciones de la facultad de Contabilidad y Finanzas en lo relativo a pronosticar el comportamiento del tipo de cambio a mediano y largo plazo, utilizando, diferentes metodologías, como son el alisamiento y la metodología Box Jenkins.

En un primer momento realizó los pronósticos empleando los métodos de alisamiento, llámese el simple, Holt-Winters sin estacionalidad, aditivo y multiplicativo. Identificó en las previsiones de los métodos aditivo y multiplicativo una expectativa al alza, señalando la correspondencia de la predicción con los modelos reales de la serie. (Ver Apéndice B, Figura 2.9).

Realizó la selección del pronóstico que mejor ajustó la serie, evaluando el modelo con menor raíz del error cuadrático medio. Ver tabla 2.2

Tabla 2.2 Valores de la raíces del error cuadrático medio de los modelos de alisamiento exponencial.

Método de alisado	Raíz del error cuadrático medio
Simple	0.032099
HW sin estacionalidad	0.031695
HW aditivo	0.031153
HW multiplicativo	0.031154

Fuente: Jimeno, R., 2014, pág. 40

El método que mejor ajustó la serie fue el Holt Winters Aditivo, con la menor raíz del error cuadrático medio 0,031153, proyectando un comportamiento al alza.

Considerando la elevada volatilidad de esta serie y la inestable trayectoria que presenta, debido a la diversidad de factores que inciden sobre ella, decidió pronosticar utilizando la metodología Box-Jenkins.

Logró la estacionariedad de los datos luego de aplicar la primera diferencia. Los coeficientes de autocorrelación simple (AC) y autocorrelación parcial (PAC) significativos destacan en el primer y séptimo rezagos, para la AC también en el rezago 19. La variable diferenciada mostró un patrón sinusoidal, quedando la mayoría de los coeficientes en el intervalo de confianza del 95%. Para cada uno de los modelos identificados se obtuvieron los criterios p (Fischer) y Akaike los que se muestran en el (Apéndice B, Tabla 2.3).

Los resultados obtenidos indicaron la presencia de componentes autorregresivos o de medias móviles en la evolución de la serie, exactamente en el primer y séptimo retardo, indicando la influencia del séptimo mes en el tipo de cambio corriente.

Para la predicción se seleccionaron los modelos que tuvieron un menor valor del criterio Akaike, en este caso, AR(1), MA(1), MA(7), AR(7), ARIMA (7, 1, 1) y ARIMA (7, 1, 7), los residuos de cada uno de estos modelos son estacionarios.

Para las predicciones, el modelo elegido fue el MA (7), el de menor raíz del error cuadrático medio y coeficiente de Theil cercano a cero, con este indicador cumplieron todos los modelos, lo que indica que las predicciones brindadas son bastante cercanas a los valores tomados por la variable tipo de cambio.

El autor decidió seleccionar en primera instancia los pronósticos alcanzados por los MA(1) y MA(7). Considera que la variable se explica mejor por sus shocks pasados y presentes que por sus valores históricos, descarta las especificaciones autorregresivas al no estar entre las mejores estimaciones. Los pronósticos reportan una tendencia del EUR a la baja con relación al USD, las fluctuaciones de la tasa de cambio las precisó entre 1,3754 y 1,3875. La Tabla 2.4 muestra los resultados obtenidos por el autor.

Tabla 2.4 Resultado de los modelos de Alisamiento y ARIMA.

Alisamiento		ARIMA	
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1,3700	1,4000	1,3754	1,3875
Media 1,3850 Aprecia		Media 1,3815 Deprecia	

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Jimeno, R., 2014

B. Tesis 2, titulada “Predicción de los tipos de cambio mediante el análisis de series de tiempo” (Peña, L., 2017).

Trabajó con los valores del par correspondiente al período comprendido entre los meses de enero de 2012 hasta agosto de 2016, con una frecuencia mensual, para un total de 56 observaciones. El horizonte temporal a pronosticar fue hasta el 16 de septiembre de 2016, para un total de 16 días fuera de la muestra.

En su investigación brinda una herramienta de trabajo a la tesorería del Banco Exterior de Cuba para determinar el comportamiento de los tipos de cambio a través de la realización de pronósticos. Demuestra la importancia económico-financiera de contar con esta información para las negociaciones y en la evaluación del uso de las coberturas para el tipo de cambio.

Elaboró un procedimiento para la realización de pronósticos utilizando los métodos de alisamiento, la metodología Box - Jekins y la familia de los autoregresivos heterocedásticos ARCH – GARCH. El procedimiento aportado constituye una guía útil para futuras investigaciones y sus resultados contribuyen al entendimiento del comportamiento de la serie tipo de cambio EUR/USD y la identificación de las herramientas efectivas para la predicción.

Como primera técnica de pronóstico el autor empleó el alisamiento, siendo el modelo aditivo el que alcanzó el mejor ajuste, La Tabla 2.5 muestra los resultados alcanzados.

Tabla 2.5 Raíces del error cuadrático medio de los métodos de alisamiento exponencial.

Modelo	Raíz Error Cuadrático Medio
Aditivo	0.004232
Multiplicativo	0.004274

Fuente: Peña, L., 2017, pág. 54.

Con el par EUR/USD construyó un pronóstico para los próximos 15 días hábiles y estableció las bandas de confianza en un 95% de confiabilidad, determinando los límites inferiores y superiores entre los que se movería el par. La predicción ajustó eficientemente el comportamiento de la serie, demostrando su eficacia y sencillez e indicando la depreciación del EUR con relación al USD. El autor reconoce que este modelo asume comportamientos estables y que estas series se caracterizan por presentar una elevada incertidumbre y volatilidad, por lo que sugiere emplear la metodología Box – Jekins, a continuación destacan los resultados:

Verificó la estacionariedad de la serie, comprobando que no cumplía con este criterio, siéndole necesario aplicar una primera diferencia, con la que logró el requisito de estacionariedad. A través del correlograma pudo apreciar que la AC y la PAC, son significativas en la primera y la segunda barra, identificando los modelos: IMA(1, 1); IMA (2, 1); ARI(1, 1), ARI(2, 1). Conjugando los resultados de ambos modelos propone adicionar para el pronóstico a los ARIMA (2, 1, 2), ARIMA (2,1, 1).

El autor modeló cuatro propuestas, considerando la significancia obtenida del análisis del correlograma. La cuarta modelación fue la que tuvo una significación global y menor raíz del error cuadrático medio, entendiéndose, como el ARI (2, 1). Los criterios se muestran en el Apéndice B, Tabla 2.6.

Con el modelo ARI(2, 1), efectúo la estimación puntual y por intervalo a un 95% de confianza, evidenciándose un escenario de depreciación del EUR frente al USD. Los resultados se muestran en el Apéndice B, Tabla 2.7.

Debido a la volatilidad de la serie y el incumplimiento del supuesto de homocedasticidad, el autor evalúa la factibilidad de realizar la previsión a través de los modelos ARCH – GARCH. Para esto, comprueba la pertinencia de utilizar estos modelos a través de la prueba de hipótesis ARCH, la que dio positiva y una vez obtenido este resultado, modeló para evaluar cuál de los modelos de la familia era el que mejor ajustaba la serie, comprobando que correspondía el TGARCH (1, 1) que fue el que tuvo menor raíz del error cuadrático medio. En el Apéndice B, Tabla 2.8 se presentan los criterios Akaike, Schwarz y las raíces de los errores cuadráticos medios resultantes.

El modelo seleccionado contiene dos partes; la primera corresponde al ARI (2, 1) y la segunda a la volatilidad capturada. El autor comprobó la significación global y parcial, demostró el impacto asimétrico de las malas noticias en la volatilidad y como las buenas noticias disminuyen la variabilidad de la serie, por último, efectúo la estimación puntual y por intervalo a un 95% de confianza, previendo la apreciación del EUR sobre USD, (Ver Apéndice B, Tabla 2.9).

Evaluó los resultados en la totalidad de los modelos, comprobando que el alisamiento exponencial Holt – Winters aditivo es el de mejor precisión en el pronóstico, pero solo es útil para muy cortos períodos de tiempo, determinando así que para los pronósticos, el método más efectivo es el TGARCH (1, 1), que es el que mejor expresa el comportamiento de la serie y modela con éxito los cambios temporales de la varianza condicional. En la tabla 2.10 se consolidan los resultados de las predicciones, los métodos de alisamiento y ARIMA proyectan la depreciación del EUR y la familia ARCH – GARCH lo contrario.

Tabla 2.10 Resultado de los modelos Alisamiento, ARIMA y ARCH – GARCH.

Alisado		ARIMA		ARCH-GARCH	
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1,1052	1,1232	1,1013	1,1259	1,1149	1,1357
Media 1,1141 Deprecia		Media 1,116 Deprecia		Media 1.1253 Aprecia	

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Peña, L., 2017.

El comportamiento real de la serie para el período pronosticado fue de 1,1218

C. Tesis 3, titulada “Diagnóstico del tipo de cambio a corto plazo considerando el poder predictivo de las técnicas contrastadas” (Molina, R. 2019).

Trabajó con los valores del par correspondiente al período comprendido entre el 28 de septiembre de 2018 y el 14 de febrero de 2019, con una frecuencia diaria, para un total de 100 observaciones. El horizonte temporal a pronosticar fue hasta el 16 de marzo de 2019, para un total de 30 días fuera de la muestra.

En su trabajo de Diploma investiga sobre el poder predictivo de las técnicas de pronóstico, con el fin de mejorar el diagnóstico del tipo de cambio a corto plazo. Propone un procedimiento para la predicción del tipo de cambio, contrastando las técnicas examinadas y reconociendo su poder predictivo. A continuación, se comentan los resultados obtenidos por el autor.

Comenzó con el alisamiento exponencial simple, reconociendo la efectividad del mismo para pronósticos inmediatos y en series que no contengan ni tendencia ni estacionalidad, los resultados que obtuvo se muestran en la Tabla 2.11 que detalla la raíz del error cuadrático medio y en el Apéndice B, Figura 2.10 se ilustra el pronóstico efectuado, donde se aprecia el comportamiento lineal de la serie, no evidenciándose tendencia alguna.

Tabla 2.11 Raíz del Error Cuadrático Medio del método de alisamiento simple.

Método	RECM
Simple	0.004337

Fuente: Molina, R., 2019, pág. 80.

Posteriormente abordó los modelos de alisamiento exponencial Holt –Winters, los que corrigen las insuficiencias del modelo anterior al introducir una constante para modular la tendencia y la estacionalidad de la serie, lo que hace de este un modelo sencillo, pero potente, a la hora de las estimaciones por su precisión, (Ver Tabla 2.12).

Tabla 2.12 Raíz del Error Cuadrático Medio de la metodología Holt – Winters.

Método	RECM
Sin estacionalidad	0.004023
Aditivo	0.003983
Multiplicativo	0.003982

Fuente: Molina, R., 2019., pág. 82.

El modelo Holt Winters multiplicativo fue el que mejor ajustó la serie, con el menor de los errores cuadráticos medios, en el Apéndice B, Figura 2.11, se muestran los resultados, los que indican una tendencia a la baja del euro.

Reconociendo y considerando las insuficiencias de este método, cuando, las series sujetas a análisis presentan alta volatilidad, incertidumbre y los períodos a pronosticar son más de tres, el autor emplea la metodología Box Jenkins.

Con la serie estacionarizada y valiéndose de los resultados obtenidos del correlograma, procedió a identificar y seleccionar los modelos que más podían ajustar la serie, seleccionando los ARI (1, 1), IMA (1, 1), y ARIMA (1, 1, 1).

Comprobó que cada uno de los modelos cumplían con las pruebas globales y parciales y que el ARIMA (1, 1, 1) era el que presentaba el menor valor de los criterios Akaike y Schwarz, escogiendo este para la predicción.

Como resultado del pronóstico con el modelo ARIMA (1, 1, 1) obtiene una curva que al inicio muestra una apreciación del EUR y finaliza con la caída de su valor, (ver Apéndice B, Figura 2.12).

Una vez concluida la predicción con el modelo ARIMA y partiendo de la presencia de Heterocedasticidad de la serie por la no constancia de la varianza, realiza la modelación del pronóstico con los modelos de la familia ARCH – GARCH. Estos modelos logran captar la volatilidad de la serie y proyectarla considerando su varianza.

Molina realizó la prueba de efecto ARCH al modelo ARIMA (1, 1, 1) seleccionado anteriormente, resultando el mismo por debajo del nivel de significación, pudiendo afirmar que la serie presenta heterocedasticidad y es factible explicarla a través de estos modelos.

Procesó los modelos ARCH (1,0), GARCH (1,1), TGARCH (1,1,1), EGARCH (1,1,1) e IGARCH (1,1), resultando el más conveniente el TGARCH (1, 1, 1), al mostrar el mejor criterio de selección Akaike y Schwarz. En el Apéndice B, Tabla 2.13 se detallan los correspondientes criterios.

El modelo escogido es un autorregresivo de heterocedasticidad condicional generalizado con umbral (TGARCH), el que considera el efecto que tiene sobre la varianza condicional del pronóstico las buenas y las malas noticias. Se interpreta que cuando las desviaciones toman valores positivos están siendo influidas por las buenas noticias y en caso de negativo, por las malas.

El modelo estima una tendencia del euro similar a la obtenida por el método ARIMA, lo que más ajustada con la realidad. Entiéndase la proyección en forma de curva, al inicio al alza y finaliza con una ligera caída. Los resultados se pueden apreciar en el Apéndice B, Figura 2.13.

Molina concluye los resultados de su trabajo, determinando que el modelo TGARCH (1, 1, 1) fue el que presentó la menor raíz del error cuadrático medio, siendo el que mejor ajustó el comportamiento de la serie y el más indicado para hacer una proyección de la misma. En la Tabla 2.14 se consolidan los resultados de las predicciones, indican la depreciación del EUR con relación al USD.

Tabla 2.14 Resultado de los modelos Alisamiento, ARIMA y ARCH – GARCH.

Alisamiento		ARIMA		ARCH-GARCH	
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1.1100	1.1182	1.1165	1.1208	1.1166	1.1209
Media Deprecia	1,1141	Media Deprecia	1,1208	Media Deprecia	1,1201

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Molina, R., 2019.

Resumen de las investigaciones consultadas

Del análisis de las investigaciones consultadas, se puede concluir que los resultados de cada uno de los autores son coincidentes, todos confluyen a que los métodos de alisamiento exponencial Holt-Winters, son métodos sencillos y potentes cuando la estimación no supera los tres períodos y la serie no presenta incertidumbre y elevada volatilidad. Siempre que se compruebe la elevada volatilidad de la serie y por la prueba de efecto ARCH se demuestra que presenta heterocedasticidad, es factible utilizar la metodología de los autorregresivos heterocedásticos ARCH – GARCH, dado que incorporan la historia de la volatilidad de la serie al ajuste y pronóstico que elaboran de esta. De las investigaciones consultadas los modelos ARCH – GARCH específicamente el TGARCH es el que mejor proyecta la variable. En el Apéndice B, Tabla 2.15, se resumen los resultados obtenidos en cada una de las investigaciones abordadas.

3. El análisis fundamental como base para una propuesta de contribución al procedimiento de predicción de los tipos de cambio.

Con el fin de ganar en precisión en el pronóstico de los tipos de cambio, se propone contrastar las investigaciones consultadas, con los resultados del análisis fundamental. Ello se corresponde con el criterio del autor, de que el análisis fundamental resulta clave para complementar los resultados que proporcionan las técnicas econométricas utilizadas para la predicción.

Con ese propósito, seguidamente se exponen las bases para la inclusión del análisis fundamental con fines de predicción. Estas bases forman parte del procedimiento integral que se expondrá en el capítulo siguiente. Su exposición adelantada resulta indispensable aquí, precisamente para ajustar las predicciones realizadas en las investigaciones consultadas y con ellas mostrar la necesidad de tener en cuenta este método.

A. Bases para la inclusión del análisis fundamental como método de predicción

Si bien es cierto que en el análisis fundamental la valoración de los aspectos que inciden sobre un activo son múltiples y que mientras más sean los que se incluyan en el análisis más exacto deben ser los resultados, no resultaría procedente la inclusión de un número elevado de variables en la presente propuesta, ya que dificultaría su presentación y evaluación.

El análisis se presenta interpretando y conjugando el comportamiento de 4 variables macro-económicas de la eurozona y de la economía estadounidense, lo principal es entender la lógica de la propuesta y una vez definida, pueden incluirse cuantas variables se deseen.

Las variables seleccionadas se escogieron dentro de un conjunto de variables relacionadas con el comportamiento de los tipos de cambio, estas se presentan a

continuación: producto interno bruto (PIB), balanza comercial, tasa de inflación y tasa de interés.

Presentadas las cuatro variables, se mencionan algunos criterios que permiten comprender de una manera simple y objetiva cómo se interpreta su incidencia en el resultado de la variable tipo de cambio.

El tipo de cambio no es más que la expresión monetaria de una moneda en términos de otra. Partiendo de este principio, debe entenderse que para comprender cómo inciden las cuatro variables enunciadas anteriormente, sobre el tipo de cambio del par EUR/USD, es necesario conocer los resultados de todas estas variables, tanto en la economía de la zona euro, como en la economía estadounidense. Téngase claro que luego de evaluar cómo impactan estas variables en las economías y a su vez en las monedas, hay cuatro posibles escenarios; el primero, ambas economías se fortalecen; el segundo, la economía estadounidense se fortalece y la europea se debilita, el tercero, la economía estadounidense se debilita y la europea se fortalece y el último de los escenarios es donde ambas economías se debilitan.

El hecho de clasificar los posibles escenarios, no es un elemento suficiente para comprender el comportamiento del tipo de cambio, ya que una moneda está en términos de la otra y sobre el tipo de cambio inciden de manera simultánea los resultados de ambas economías.

En el caso de los tipos de cambio, hay dos escenarios donde quizás a simple vista se logre evaluar hacia dónde se moverían, estos escenarios están dados cuando una economía se fortalece y la otra se debilita. En este caso se supone que la moneda de la economía que se fortalece se aprecie con relación a la moneda de la economía que se debilite. Sin embargo,

no sucede así cuando ambas economías se mueven en el mismo sentido, es decir, ambas se fortalecen o ambas se debilitan.

En estos casos, para medir el impacto de estos sucesos sobre los tipos de cambio, es necesario contar con elementos que permitan contrastar ambos resultados y definir la dirección de la variación del tipo de cambio. Es lógico predecir que si los resultados económicos de una región son superiores a los de otra, la moneda que representa a la región de mejores resultados, debe tender a apreciarse con relación a la otra y viceversa.

Se debe destacar que los análisis no son tan simples ni se circunscriben a dos monedas y economías.

En aras de lograr simplificación se realiza una propuesta de análisis atendiendo al comportamiento y contraste de las cuatro variables mencionadas anteriormente en cada una de las economías.

A continuación se exponen los pasos que deben seguirse para considerar el análisis fundamental en la predicción de los tipos de cambio, a criterio del autor.

a. Proyección de la tendencia de la serie.

i. Se presentan los resultados de la correlación de las cuatro variables estudiadas con la variable tipo de cambio para cada una de las economías.

ii. Se evalúa el comportamiento de las variables, en los casos que sea estable, se considera que no influye sobre el tipo de cambio, no siendo así en los casos que crezca o decrezca.

Cuando se define que el comportamiento es a crecer o decrecer es necesario observar la correlación, primero, para evaluar si el crecimiento o el decrecimiento están influenciando sobre la variable de manera correcta según la lógica económica. En caso correcto se considera en el análisis, en caso contrario se descarta este indicador.

Si los resultados de la correlación van en el sentido correcto, es necesario remitirse a la significancia para saber en qué medida un movimiento de la variable afecta el tipo de cambio. Se definen los siguientes parámetros para medir la correlación; fuerte entre un 80 y un 100%, alta entre un 50 y un 79%, leve entre un 20 y un 49% y baja entre un 0 y un 19%.

iii. Para poder concluir cuando una moneda se aprecia o deprecia con relación a la otra, se propone ponderar los resultados obtenidos de cada una de las economías y definir la apreciación de la moneda para la economía que resulte con un mayor nivel de ponderación.

Los criterios seguidos para la ponderación son los siguientes; cuando el resultado de la tendencia es a apreciar la moneda se otorga 1 punto, cuando el resultado no influye no se otorgan puntos y cuando el resultado apunta a la depreciación de la moneda se resta 1 punto. Similar sucede cuando se pondera como influye la tendencia, asignándose 1 punto al resultado que más influye a la apreciación y restándose 1 punto al resultado que más tribute a la depreciación, en caso que el resultado no influya no se otorgan puntos.

iv. Una vez ponderados los resultados, estos se consolidan y cuantifican. Los criterios a la apreciación corresponden a la economía que obtenga la mayor puntuación.

b. Estimación de los rangos de comportamiento del par

Los resultados de la ponderación permiten más allá de predecir la tendencia que tomará el par, determinar los valores estimados y los rangos entre los que puede moverse, para esto es necesario comprender los siguientes aspectos:

i. Es necesario determinar los valores límites que pueden alcanzar las ponderaciones y cuánto pueden equidistar entre ellas.

Para esto es necesario considerar las cuatro variables a examinar y ponderar, comprendiendo que los valores de la ponderación van desde 1 a -1.

Se debe considerar que se pondera la tendencia de cómo influye la variable en la moneda y la significancia de la correlación calculada. Los resultados extremos que puede alcanzar la ponderación de las cuatro variables sobre una moneda para los límites inferiores son; -4 puntos por tendencia en el caso de que las cuatro variables de esa economía indiquen la depreciación de la moneda y -4 puntos si la correlación calculada de las variables indican un ajuste adecuado y en mayor medida que los de la otra economía, es decir, un total de -8 puntos; para los límites superiores se miden los mismos aspectos, pero entendiendo la apreciación de la moneda, por tanto, la máxima ponderación se ubica en 8 puntos. De lo anterior se desprende que los límites equidistan en 16 puntos.

ii. Como próximo aspecto se propone definir para un período de tiempo significativo del par los valores extremos que este haya tomado y así precisar sus límites, de manera que sea posible determinar la máxima variación que el par haya experimentado.

Para el cumplimiento de lo anterior se examinó una muestra de 10 años, comprendida entre los años 2009 y 2019. Este rango de tiempo para el análisis se determinó atendiendo a que es un período donde se ubican todas las investigaciones consultadas y es donde el par experimenta sus principales variaciones históricas.

Para el período mencionado, el par tiene sus extremos en el rango comprendido entre 1,5009 como valor máximo y 1,0516 como valor mínimo, teniendo una variación máxima de 42,7%.

iii. Combinando los resultados de los incisos a y b, se propone asumir que el límite inferior de ponderación -8 puntos donde el EUR se deprecia con relación al USD se precisa con el valor más bajo alcanzado en el período mencionado que es de 1.0516. Para el caso del límite superior de ponderación que es de 8 puntos se precisa el valor máximo que alcanzó el EUR con relación al USD que fue de 1.5009. De esto se puede concluir que para el máximo nivel de ponderación de 16 puntos la variación del par fue de 42,7%. Aplicando una regla de 3 se pueden definir las variaciones que puede alcanzar el par atendiendo al resto de los criterios de ponderación. Para una mejor comprensión ver el Apéndice B, Tabla 2.16.

iv. Como próximo paso se definen los rangos entre los que se pueden mover las predicciones atendiendo a límites inferiores y superiores.

Se propone establecer un rango de movimiento considerando los resultados del coeficiente de variación para el período analizado, el que alcanzó la cifra de 9,8%.

Para definir los límites se tomarán cada uno de los pronósticos y se les aplicará el coeficiente de variación, sumándose el resultado para la determinación del límite superior y restándose para el límite inferior.

v. Una vez definidas las propuestas de variaciones y sus límites, todo atendiendo a los resultados de la ponderación, se propone definir como realizar la predicción.

Se calcula la media aritmética de la serie tomada como muestra, a este resultado se le calcula la incidencia de la variación en función de la ponderación alcanzada y los límites definidos para cada uno de los resultados.

B- Ajuste de los resultados obtenidos en las investigaciones consultadas

A continuación se expone el ajuste de los resultados obtenidos en las investigaciones presentadas con anterioridad, al reevaluarlas mediante la propuesta que acaba de formularse.

Ajuste de los resultados de la tesis 1. (Jimeno, R., 2014).

Se presentan los resultados de la correlación de las cuatro variables con la variable tipo de cambio para el período comprendido entre enero de 2014 y diciembre de 2014, este análisis se realiza para la economía de la eurozona y la estadounidense, los resultados se presentan en el Apéndice B, Tabla 2.17.

En el caso de la economía de la eurozona, las cuatro variables reportan variaciones, la balanza comercial y el PIB mantienen una tendencia creciente, el resto de las variables la inflación y la tasa de interés decrecen. Hasta este punto del análisis se considera que las cuatro variables están incidiendo o reflejando el comportamiento del tipo de cambio.

En una segunda mirada se evidencia desde los resultados de la correlación que solo la tasa de interés está ajustando de manera correcta, por lo tanto, solo se considera esta variable para la continuidad del análisis. Mencionar que el ajuste que se precisa para estas variables se clasifica de fuerte, es decir, sus resultados están fuertemente correlacionados con el movimiento del tipo de cambio EUR/USD.

En el caso de la economía estadounidense, las variables que muestran variaciones en su comportamiento son la tasa de inflación y el PIB, los que muestran una tendencia decreciente, por lo que ambos en un primer momento se consideran significativos para el análisis.

Una vez revisados los resultados de la correlación de las variables inflación y PIB, ambas con el par EUR/USD para el mismo período, puede afirmarse que solo la inflación ajusta en sentido correcto. La correlación se clasifica de fuerte, por lo tanto se afirma que la inflación está incidiendo o interpretando de manera significativa el movimiento del par EUR/USD. Los resultados de las variables para ambas economías se presentan y ponderan en el Apéndice B, Tabla 2.18.

Con los resultados de la ponderación se procede a consolidar y proyectar el comportamiento futuro del par EUR/USD, como se muestra en la Tabla 2.19.

Tabla 2.19 Resultados consolidados de las variables estudiadas para el período comprendido entre enero de 2014 y diciembre de 2014.

Países	PIB	Interés	Balanza comercial	Inflación	Total	Resultado
EUA	0	0	0	2	2	Aprecia
UE	0	-2	0	0	-2	

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Jimeno, R., 2014

De los indicadores económicos que destacan por su influencia en la determinación del tipo de cambio del par en cuestión, se encuentra la tasa de interés europea, la medida expansionista tomada para impulsar la economía tiende a debilitar el euro. Por otro lado destaca la tendencia decreciente de la tasa de inflación en Estados Unidos, lo que indica el fortalecimiento del USD. Teniendo en consideración los resultados de los análisis anteriores, se proyecta una apreciación del USD con relación al euro, lo que expresado de otra manera indica que el euro en el futuro inmediato debe tender a depreciarse con relación al USD.

En la Tabla 2.20 se combinan los resultados del análisis econométrico con el fundamental para potenciar la determinación de la dirección del comportamiento del tipo de

cambio para el par EUR/USD. Se muestra además el comportamiento real del tipo de cambio en el horizonte temporal considerado.

Tabla 2.20 Combinación de las técnicas econométricas con el análisis fundamental y propuesta de dirección de la predicción del par EUR/USD para diciembre 2014.

Alisado		ARIMA		Método Fundamental	Real
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Resultado	Resultado
1,3700	1,4000	1,3754	1,3875	1,1932	1,2099
Media Aprecia	1,3850	Media Deprecia	1,3815	Deprecia	Deprecia

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Jimeno, R., 2014

De comparar la propuesta de tendencia y rango de la serie con los resultados reales de la misma, se evidencia que los resultados aportados por el análisis fundamental y la metodología Box – Jenkins, interpretaron adecuadamente la tendencia del comportamiento futuro del par EUR/USD, para el mes de diciembre 2014, es decir, el EUR se depreció con relación al USD y su movimiento estuvo comprendido dentro del rango definido por el análisis fundamental, no siendo así con el del resto de las técnicas empleadas.

Ajuste de los resultados de la tesis 2. (Peña, L., 2017).

Se presentan los resultados de la correlación de las cuatro variables con la variable tipo de cambio para el período comprendido entre octubre de 2015 y septiembre de 2016, este análisis se realiza para la economía de la eurozona y la estadounidense, los resultados se presentan en el Apéndice B, Tabla 2.21.

En el caso de la economía de la eurozona las cuatro variables reportan comportamientos que pudieran considerarse para el análisis de las variaciones de los tipos

de cambio. La inflación, el PIB y la balanza comercial crecen mientras que la tasa de interés decrece.

Como próximo paso se evalúa el sentido en que se reporta la correlación entre estas variables y la variable tipo de cambio, lo que da como resultado que excepto la variable tasa de interés, las restantes se encuentran ajustando de una manera correcta y con un nivel de significación clasificado de leve. Las variables que logran el ajuste correcto son las que clasifican a la ponderación.

Con relación al comportamiento de las variables en la economía estadounidense, se puede afirmar que la totalidad de las variables analizadas reportan crecimientos, por lo que en un primer momento deben ser consideradas para el análisis.

En la evaluación de los resultados de la correlación sucede similar al caso de la eurozona, excepto en la variable tasa de interés, las restantes muestran un resultado de la autocorrelación en el sentido de la lógica económica. Debido a esto solo se consideran relevantes para el análisis las variables, tasa de inflación, PIB y balanza comercial.

Una vez obtenido el resultado de las variables de las dos economías se presentan y se ponderan los resultados. (Ver Apéndice B, Tabla 2.22).

Los resultados obtenidos de la ponderación se consolidan en la Tabla 2.23 donde también se proyecta el comportamiento futuro del par EUR/USD.

Tabla 2.23 Resultados consolidados de las variables estudiadas para el período comprendido entre octubre de 2015 y septiembre de 2016.

Países	PIB	Interés	Balanza comercial	Inflación	Total	Resultado
EUA	0	0	2	-2	0	
UE	0	0	2	-1	1	Aprecia

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Peña, L.,

La Tabla 2.23 ilustra que los resultados alcanzados en la balanza comercial de ambas economías tributan a fortalecer sus monedas, este indicador tiene un comportamiento parejo para ambos bloques económicos. Del análisis de la inflación que es la otra variable que interpreta adecuadamente el comportamiento de ambas monedas, se percibe que tiene un mayor impacto sobre la economía estadounidense. Este resultado permite proyectar una ligera apreciación del EUR con relación al USD.

En la Tabla 2.24 se presenta la combinación del análisis econométrico con el fundamental para potenciar la determinación de la dirección del comportamiento del par EUR/USD en diciembre de 2014.

Tabla 2.24 Combinación de los modelos econométricos con el análisis fundamental y propuesta de dirección de la predicción para septiembre 2016.

Alisado		ARIMA		ARCH-GARCH		Método Fundamental	Real
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Resultado	Resultado
1,1052	1,1232	1,1013	1,1259	1,1149	1,1357	1.1360	1.1241
Deprecia		Deprecia		Aprecia		Aprecia	Aprecia

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Peña, L., 2017

De comparar la propuesta de tendencia y rango de la serie con los resultados reales de la misma, se evidencia que los resultados aportados por el análisis fundamental y los modelos de la familia ARCH-GARCH, interpretaron adecuadamente la tendencia del comportamiento futuro del par EUR/USD, para el mes de septiembre de 2016, es decir, el EUR se apreció con relación al USD y su movimiento estuvo comprendido dentro del rango definido por el modelo TGARCH, no siendo así con el del resto de las técnicas empleadas.

Ajuste de los resultados de la tesis 3. (Molina, R., 2019).

Se presentan los resultados de la correlación de las cuatro variables con la variable tipo de cambio para el período comprendido entre abril de 2018 y marzo de 2019, este análisis se realiza para la economía de la eurozona y la estadounidense, los resultados se presentan en el Apéndice B, Tabla 2.25.

En el caso de la economía de la eurozona se identifica que el análisis debe centrarse en el comportamiento del PIB y la balanza de pago, que en ambos casos es decreciente. El resto de las variables permanecen con un comportamiento estable y en la propuesta no se consideran con una incidencia sobre las variaciones de los tipos de cambio.

En el próximo paso se pudo evaluar que el sentido de la correlación de las variables PIB y balanza de pagos en la economía de la eurozona ajustó de manera correcta con el movimiento del tipo de cambio del par EUR/USD, resultando el primero con una significancia fuerte y el último de alta.

Los resultados del análisis de las cuatro variables en la economía de Estados Unidos indicaron que el PIB decreció y la tasa de interés creció, el resto de las variables permanecieron con un comportamiento estable, por lo que no se consideraron significativas en los movimientos del tipo de cambio.

El sentido de la correlación del PIB y la tasa de interés con la variable tipo de cambio del par EUR/USD indicaron que el ajuste fue correcto, para el PIB la significancia fue baja y para la tasa de interés alta.

Una vez obtenido el resultado de las variables de las dos economías estos se presentan y ponderan en el Apéndice B, Tabla 2.26.

Una vez ponderados los resultados, se procede a la consolidación y previsión del comportamiento futuro del par, los datos se precisan en la Tabla 2.27.

Tabla 2.27 Resultados consolidados de las variables estudiadas para el período comprendido entre abril de 2018 y marzo de 2019

Países	PIB	Interés	Balanza comercial	Inflación	Total	Resultado
EUA	0	2	0	0	2	Apreciación
UE	0	0	-2	0	-2	

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Molina, R., 2019

Los resultados consolidados evidencian que el USD debe apreciarse con relación al EUR, aunque ambas economías decrecen, la de la zona euro lo hace con un mayor impacto en sus tipos de cambio. La tasa de interés juega un rol más activo en la economía americana y está contribuyendo al fortalecimiento de la moneda. (Ver Tabla 2.28).

Tabla 2.28 Combinación de los modelos econométricos con el análisis fundamental y propuesta de dirección de la predicción para marzo 2019.

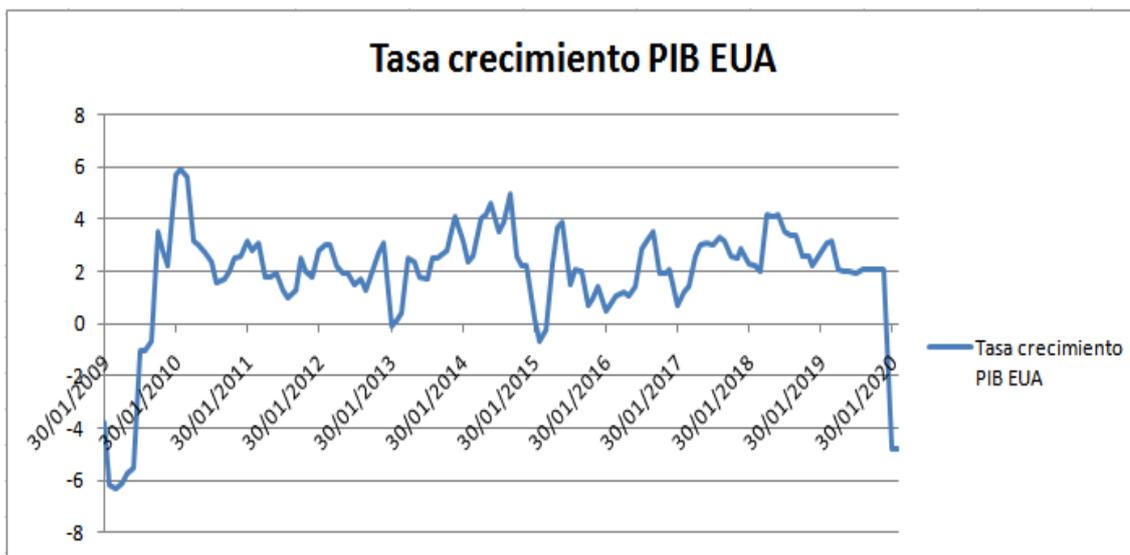
Alisado		ARIMA		ARCH-GARCH		Método Fundamental	Real
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Resultado	Resultado
1,1100	1,1182	1,1165	1,1208	1,1166	1,1209	1,0481	1.1218
Deprecia		Deprecia		Deprecia		Deprecia	Deprecia

Fuente: Elaboración propia, a partir de los resultados de la investigación de Molina, R., 2019

De comparar la propuesta de tendencia y rango de la serie con los resultados reales de la misma, se evidencia que tanto las técnicas econométricas empleadas como los resultados aportados por el análisis fundamental, interpretaron adecuadamente la tendencia del comportamiento futuro del par EUR/USD, para el mes de marzo de 2019, es decir, el EUR se depreció con relación al USD y su movimiento estuvo comprendido próximo al rango definido por el modelo TGARCH, no siendo así con el del resto de las técnicas empleadas.

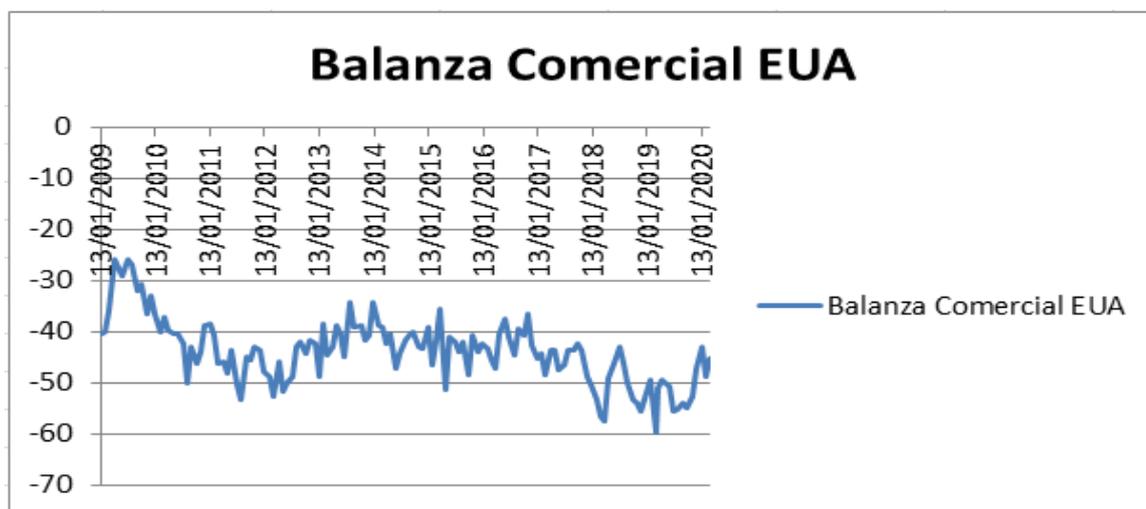
Apéndice B

Figura 2.1 Tasa de crecimiento del PIB en Estados Unidos, período comprendido entre el año 2009 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y la variación se expresa %.



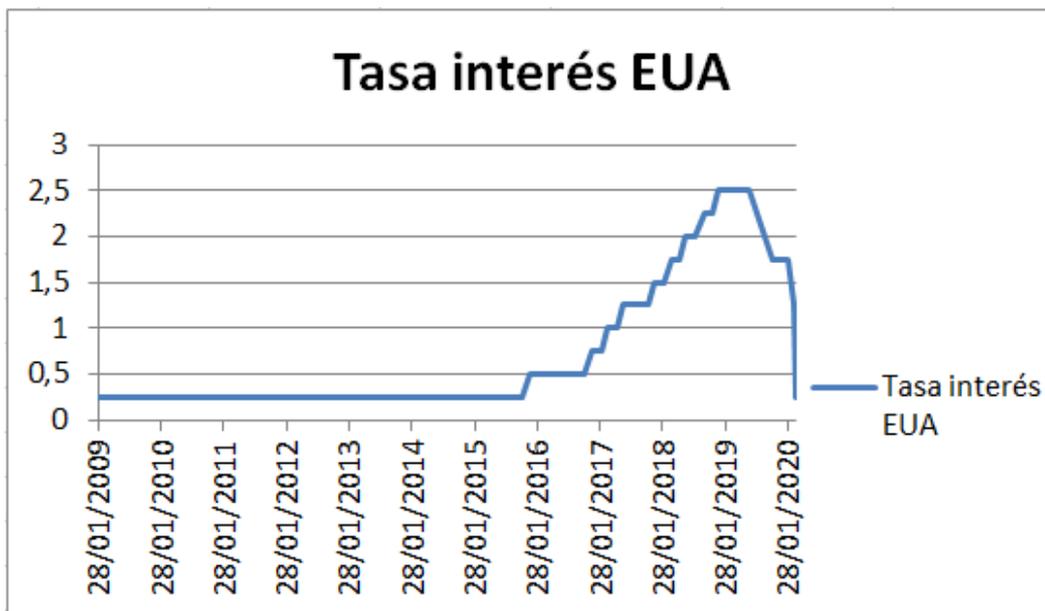
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Figura 2.2 Balanza comercial EUA, período comprendido entre el año 2009 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y se expresa en billones de USD.



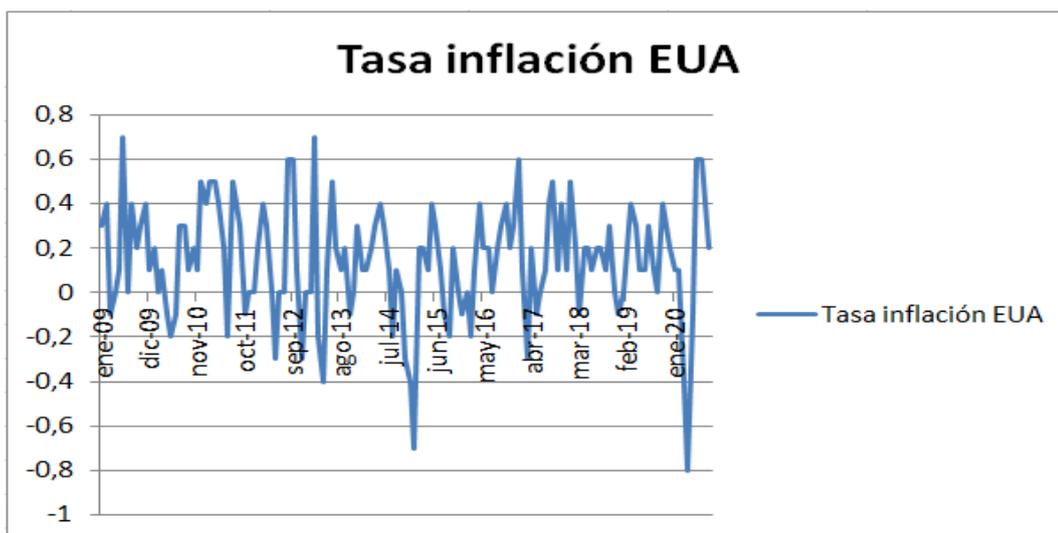
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Figura 2.3 Tasa de interés EUA, período comprendido entre el año 2009 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y se expresa en %.



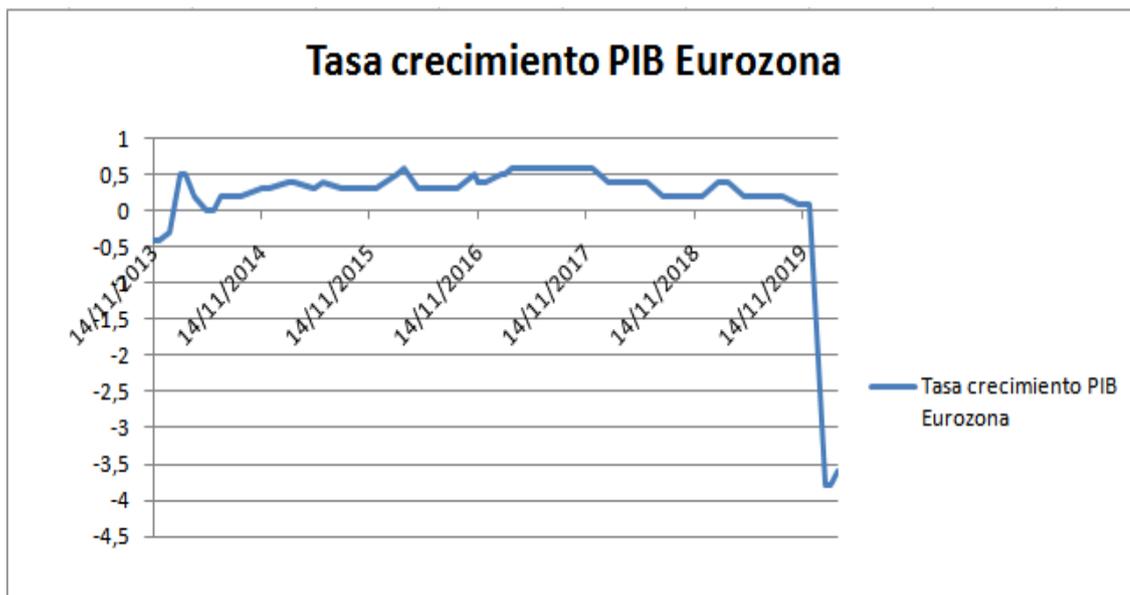
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Figura 2.4 Tasa de inflación de EUA, período comprendido entre el año 2009 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y se expresa en %.



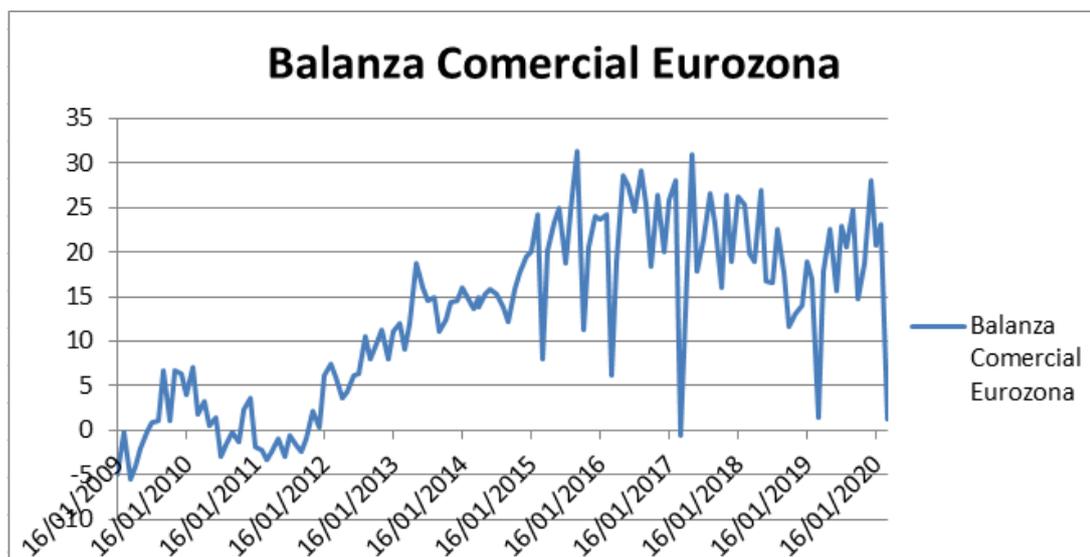
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Figura 2.5 Tasa crecimiento PIB Eurozona, período comprendido entre el año 2013 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y la variación se expresa %.



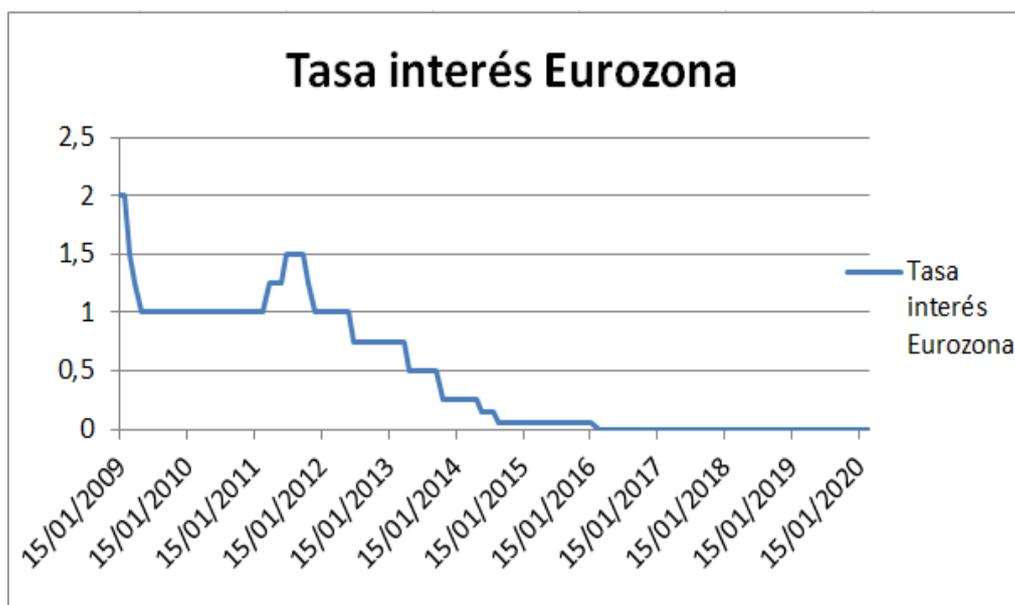
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Figura 2.6 Balanza Comercial Eurozona, período comprendido entre el año 2009 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y se expresa en billones de EUR.



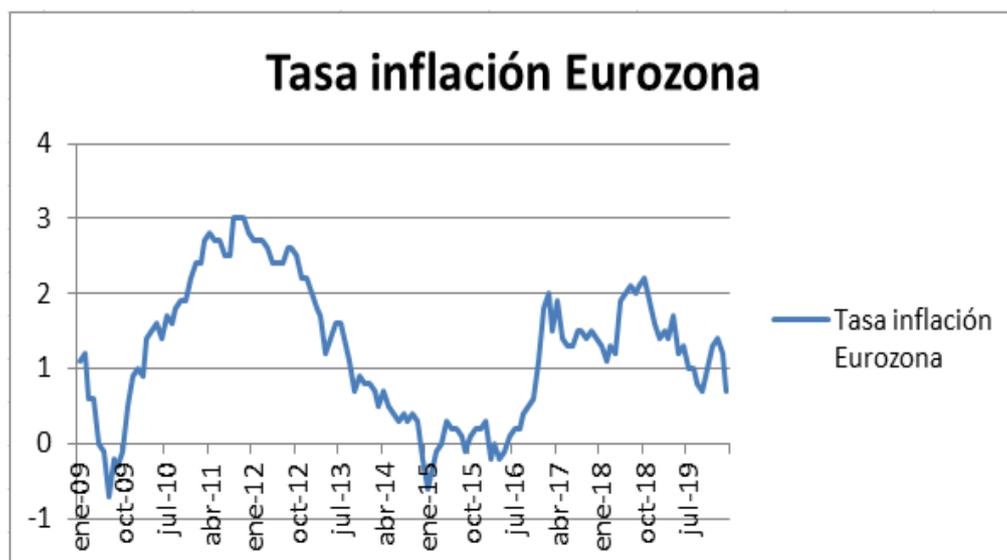
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Figura 2.7 Tasa de interés Eurozona, período comprendido entre el año 2009 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y se expresa en %.



Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Figura 2.8 Tasa de inflación Eurozona, período comprendido entre el año 2009 y enero de 2020, la frecuencia es mensual y se expresa en %.



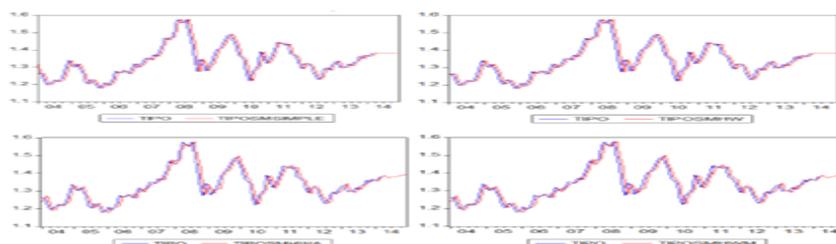
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas de investing.com

Tesis	Fecha y Autor	Período de Muestra	Período de Pronóstico	Metodologías Empleadas	Par utilizado
Pronóstico del tipo de cambio euro dólar mediante la aplicación de técnicas econométricas.	Junio 2014 Lic. Raydel Jimeno Liens	Enero 2004 – Marzo 2014	Abril a Diciembre 2014	1. Métodos de Alisado Exponencial Holt Winters 2. Metodología Box Jekins. 3. Vectores Auto Regresivos y Cointegración	EUR/USD
Predicción de los tipos de cambio mediante el análisis de series de tiempo.	Marzo 2017 Lic. Lázaro Peña Amat	Enero 2012 – Agosto 2016	1 septiembre 2016 – 15 septiembre 2016	1. Métodos de Alisado Exponencial Holt Winters 2. Metodología Box Jekins. 3. Modelos ARCH – GARCH	EUR/USD
Diagnóstico del tipo de cambio a corto plazo considerando el poder predictivo de las técnicas contrastadas	Abril 2019 Reinaldo Molina Fernández.	Septiembre 2018 – Febrero 2019	15 de Febrero – 28 de Marzo 2019	1. Métodos de Alisado Exponencial Holt Winters 2. Metodología Box Jekins. 3. Modelos ARCH – GARCH	EUR/USD

Tabla 2.1 Compendio de investigaciones cubanas sobre la predicción de los tipos de cambio, realizadas entre los años 2004 y 2019.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2.9 Resultado de las predicciones utilizando métodos de alisamiento.



Fuente: Jimeno, R., 2014, pág.39

Tabla 2.3 Modelos ARIMA identificados en los rezagos 1, 7 y 19, con los criterios p (Fischer) y AKAIKE.

Modelo	p (Fisher)	Criterio Akaike
AR(1)	0.003532	-4.682837
MA(1)	0.001124	-4.708266
MA(1) MA(7)	0.000055	-4.768024
MA(7)	0.000000	-4.737166
AR(1) AR(7)	0.000261	-4.715680
AR(7)	-	-4.680783
ARIMA (7, 1, 7)	-	-4.672548
ARIMA (7, 1, 1)	0.000121	-4.729381
MA(19)	0.000282	-4.729786
MA(1) MA(7) MA(19)	0.000011	-4.803145
ARIMA (19, 1, 19)	0.000000	-4.892897
AR(7) MA(7) MA(19)	0.000097	-4.740921
AR(7) MA(7) SMA(19)	0.000032	-4.761491

Fuente: Jimeno, R., 2014, pág. 43

Tabla 2.6 Criterios AKAIKE, SCHAWRZ y la raíz del error cuadrático medio de los modelos ARIMA identificados.

Modelo	Akaike	Schwarz	Root ECM
1. ARIMA(2,1,2) <i>No significativo</i>	-----	-----	-----
2. ARIMA(2,1,1) <i>No significativos coeficientes parciales del modelo</i>	-8.178958	-8.162160	0.084100
3. IMA(1,1)	-8.181326	-8.172938	0.086116
4. ARI(2,1)	-8.178805	-8.166206	<u>0.084429</u>

Fuente: Peña, L., 2017, pág. 62

Tabla 2.7 Resultados de la estimación ARI (2,1) con sus límites, rango de predicción 1 de septiembre al 16 de septiembre, año 2016.

Fecha	Estimación por intervalo <u>Lim. Inf</u> 95% de confiabilidad	Estimación Puntual ARI(2,1)	Estimación por intervalo <u>Lim. Sup</u> 95% de confiabilidad
1-sep-16	1,1029	1,1144	1,1259
2-sep-16	1,1027	1,1142	1,1257
5-sep-16	1,1026	1,1141	1,1256
6-sep-16	1,1025	1,1140	1,1254
7-sep-16	1,1023	1,1138	1,1253
8-sep-16	1,1022	1,1137	1,1252
9-sep-16	1,1020	1,1135	1,1250
12-sep-16	1,1019	1,1134	1,1249
13-sep-16	1,1017	1,1132	1,1248
14-sep-16	1,1016	1,1131	1,1246
15-sep-16	1,1014	1,1130	1,1245
16-sep-16	1,1013	1,1128	1,1243

Fuente: Peña, L., 2017, pág. 64

Tabla 2.8 Modelos ARCH – GARCH, con los criterios AKAIKE, SCHWARZ y la raíz del error cuadrático medio.

Modelo	Akaike	Schwarz	RECM
1) ARCH(1,0) Normal Gaussiano	-8.1879	-8.1669	0.083030
2) GARCH(1,1) Normal Gaussiano	-8.2583	-8.2332	0.087120
3) GARCH(1,1) t Student	-8.3367	-8.3073	0.083560
4) GARCH(1,1) GED	-8.3322	-8.3028	0.096099
5) TGARCH(1,1) GED	-8.3449	-8.3113	0.082840
6) EGARCH(1,1) GED	-8.2981	-8.2687	0.091226
7) IGARCH(1,1) Normal Gaussiano	-8.1816	-8.1648	0.084810

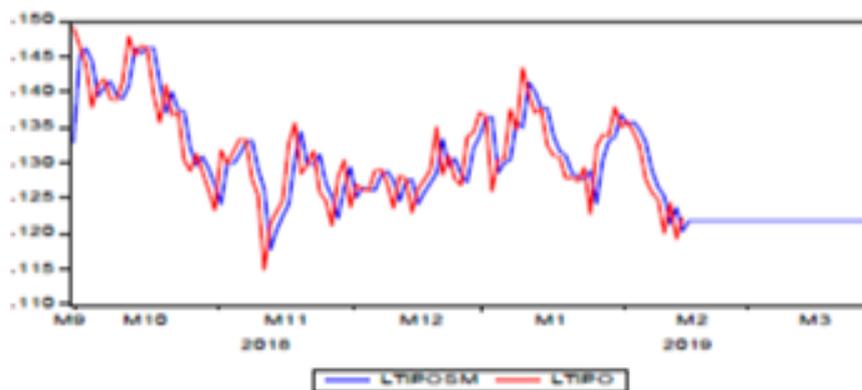
Fuente: Peña, L. 2017, pág. 65

Tabla 2.9 Resultado de la predicción utilizando TGARCH (1,1), rango de predicción 1 de septiembre al 16 de septiembre, año 2016.

Fecha	Estimación por intervalo Lim. Inf 95% de confiabilidad	Estimación Puntual TGARCH 1,1	Estimación por intervalo Lim. Sup 95% de confiabilidad
1-sep-16	1,1164	1,1260	1,1357
2-sep-16	1,1162	1,1259	1,1355
5-sep-16	1,1161	1,1258	1,1354
6-sep-16	1,116	1,1256	1,1353
7-sep-16	1,1158	1,1255	1,1351
8-sep-16	1,1157	1,1254	1,135
9-sep-16	1,1156	1,1252	1,1349
12-sep-16	1,1154	1,1251	1,1347
13-sep-16	1,1153	1,1250	1,1346
14-sep-16	1,1152	1,1248	1,1345
15-sep-16	1,115	1,1247	1,1344
16-sep-16	1,1149	1,1246	1,1342

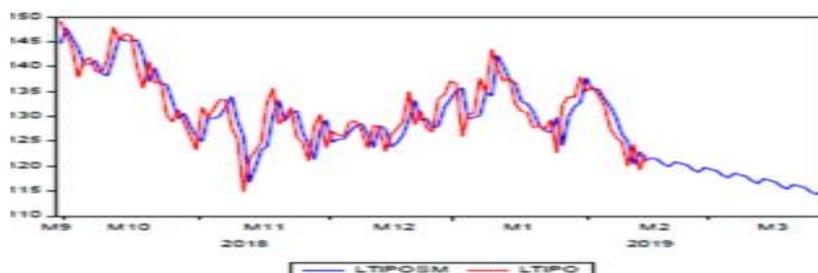
Fuente: Peña, L., 2017, pág. 69

Figura 2.10 Resultado de la predicción utilizando el método de alisado simple.



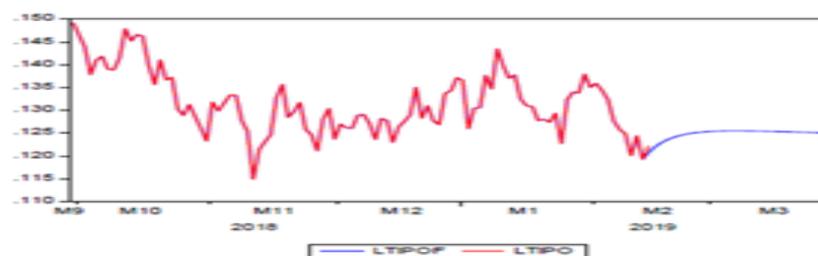
Fuente: Molina, R., 2019, pág. 81

Figura 2.11 Resultado de la predicción por la metodología Holt – Winters



Fuente: Molina, R., 2019, pág. 82

Figura 2.12 Resultado de la predicción por la metodología Box – Jenkins.



Fuente: Molina, R., 2019, pág. 87

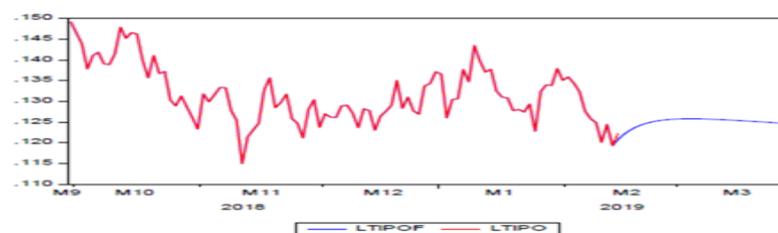
Tabla 2.13 Criterios Akaike y Schwarz obtenidos para los modelos de la familia ARCH

GARCH.

Modelos	Akaike	Schwarz
ARCH (1,0)	-8.172365	-8.040479
GARCH (1,1)	-8.232297	-8.034033
TGARCH (1,1,1)	-8.244705	-8.060065
EGARCH (1,1,1)	-8.222912	-8.038103
IGARCH (1,1)	-8.175673	-8.043786

Fuente: Molina, R., 2019, pág. 88

Figura 2.13 Resultado de la predicción con el modelo TGARCH.



Fuente: Molina, R., 2019, pág. 89

Tesis	Fecha, Autor y PAR	Muestra y Pronóstico	Metodologías Empleadas	RECM
Pronóstico del tipo de cambio euro dólar mediante la aplicación de técnicas econométricas.	Junio 2014 Lic. Raydel Jimeno Liens	Enero 2004 – Marzo 2014 Largo Plazo + de 6 meses EUR/USD	1. Métodos de Alisado Exponencial Holt Winters 2. Metodología Box Jekins. 3. Vectores Auto Regresivos y Cointegración	Alisado Simple 0.032099 Alisado No estacional 0.031695 Alisado Aditivo 0.031153 Alisado Multiplicativo 0.031154 IMA(1) 0.022616
Predicción de los tipos de cambio mediante el análisis de series de tiempo.	Marzo 2017 Lázaro Peña Amat	Enero 2012 – Agosto 2016 Corto plazo próximos 15 días. EUR/USD	1. Métodos de Alisado Exponencial Holt Winters 2. Metodología Box Jekins. 3. Modelos ARCH – GARCH	Alisado Aditivo 0.004232 Alisado Multiplicativo 0.004274 ARI (2, 1) 0.084429 TGARCH (2, 1) 0.082840
Diagnóstico del tipo de cambio a corto plazo considerando el poder predictivo de las técnicas contrastadas	Abril 2019 Reinaldo Molina Fernández	Septiembre 2018 – Febrero 2019 Corto plazo próximos 15 días. EUR/USD	1. Métodos de Alisado Exponencial Holt Winters 2. Metodología Box Jekins. 3. Modelos ARCH – GARCH	Alisado Simple 0.004337 Alisado No estacional 0.004023 Alisado Aditivo 0.003983 Alisado Multiplicativo 0.003982 ARIMA(1, 1, 1) 0.001569 TGARCH(1, 1, 1) 0.001529

Tabla 2.15 Resumen de las investigaciones cubanas sobre pronósticos de tipos de cambio, realizadas entre los años 2009 y 2019

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.16 Resultado de las ponderaciones propuestas del análisis fundamental.

Máximo	Variaciones	Mínimo	Resultado Ponderación
38.55655	42.725371	46.89419	16
36.14677	40.055035	43.9633	15
33.73698	37.3847	41.03242	14
31.3272	34.714364	38.10153	13
28.91741	32.044028	35.17064	12
26.50763	29.373692	32.23976	11
24.09784	26.703357	29.30887	10
21.68806	24.033021	26.37798	9
19.27828	21.362685	23.4471	8
16.86849	18.69235	20.51621	7
14.45871	16.022014	17.58532	6
12.04892	13.351678	14.65443	5
9.639138	10.681343	11.72355	4
7.229353	8.011007	8.792661	3
4.819569	5.3406714	5.861774	2
2.409784	2.6703357	2.930887	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.17 Resultado obtenidos en la correlación de las variables estudiadas con el tipo de cambio EUR/USD para el período comprendido entre enero de 2014 y diciembre de 2014.

Zona Euro				
	Comportamiento	Correlación	Sentido Corr.	Significancia
Inflación	Decrece	0,77	Incorrecto	Alta
PIB	Crece	-0,23	Incorrecto	Leve
Interés	Decrece	0,92	Correcto	Fuerte
Balanza	Crece	-49%	Incorrecto	Leve

EUA				
	Comportamiento	Correlación	Sentido Corr.	Significancia
Inflación	Decrece	0,81	Correcto	Fuerte
PIB	Decrece	0,31	Incorrecto	Leve
Interés	Estable		Incorrecto	
Balanza	Estable	0,15	Incorrecto	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.18 Criterios para la ponderación de las variables estudiadas para el período comprendido entre enero de 2014 y diciembre de 2014.

Países	PIB	Tendencia	Punto	Influye	Punto	Suma
EUA	3,40%	No				
UE	0,10%	No				
	Interés					
EUA	0,25%	Estable	0	No	0	0
UE	0,16%	Decrece	-1	Fuerte	-1	-2
	Balanza Comercial Billones USD					
EUA	-41,2	Estable	0	No	0	0
UE	15,3	No	0	No	0	0
	Inflación					
EUA	0,10%	Decrece	1	Fuerte	1	2
UE	0,40%	No	0	No	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.21 Resultado obtenidos en la correlación de las variables estudiadas con el tipo de cambio EUR/USD para el período comprendido entre octubre de 2015 y septiembre de 2016.

Zona Euro				
	Comportamiento	Correlación	Sentido Correlación	Significancia
Inflación	Crece	-0,28	Correcto	Leve
PIB	Crece	0,26	Correcto	Leve
Interés	Decrece	-0,85	Incorrecto	Fuerte
Balanza	Crece	0,2	Correcto	Leve
EUA				
	Comportamiento	Correlación	Sentido Correlación	Significancia
Inflación	Crece	0,68	Correcto	Alta
PIB	Crece	-0,52	Correcto	Alta
Interés	Crece	0,23	Incorrecto	Leve
Balanza	Crece	-0,23	Correcto	Leve

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.22 Criterios para la ponderación de las variables estudiadas para el período comprendido entre octubre de 2015 y septiembre de 2016.

Países	PIB	Tendencia	Punto	Influye	Punto	Suma
EUA	1,60%	No	0		0	0
UE	0,34%	No	0		0	0
	Interés					
EUA	0,47%	No	0	No	0	0
UE	0,02%	No	0	No	0	0
	Balanza Comercial Billones USD					
EUA	-42,9	Crece	1	Leve	1	2
UE	22	Crece	1	Leve	1	2
	Inflación					
EUA	0,10%	Crece	-1	Alta	-1	-2
UE	0,10%	Crece	-1	Leve		-1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.25 Resultado de la correlación de las variables estudiadas con el tipo de cambio EUR/USD, período comprendido entre abril de 2018 y marzo de 2019.

Zona Euro				
	Comportamiento	Correlación	Sentido Correlación	Significancia
Inflación	Estable	0,77	Incorrecto	Alta
PIB	Decrece	0,86	Correcto	Fuerte
Interés	Estable	0		
Balanza	Decrece	0,61	Correcto	Alta
EUA				
	Comportamiento	Correlación	Sentido Correlación	Significancia
Inflación	Estable	-0,07	Incorrecto	Baja
PIB	Decrece	-0,19	Correcto	Baja
Interés	Crece	-0,76	Correcto	Alta
Balanza	Estable	0,14	Incorrecto	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.26 Criterios para la ponderación de las variables estudiadas para el período comprendido entre abril de 2018 y marzo de 2019.

Países	PIB	Tendencia	Punto	Influye	Punto	Suma
EUA	3,20%	Estable	0		0	0
UE	0,30%	Estable	0		0	0
	Interés					
EUA	2,22%	Crece	1	Alta	1	2
UE	0,00%	Estable	0	No	0	0
	Balanza Comercial Billones USD					
EUA	-51,3	Estable	0	No	0	0
UE	16,3	Decrece	-1	Alta	-1	-2
	Inflación					
EUA	0,20%	Estable	0	No	0	0
UE	1,80%	Estable	0	No	0	0

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3 Propuesta de procedimiento ajustado para la predicción de los tipos de cambio.

El presente capítulo tiene como objetivo, exponer la aplicación de la propuesta de procedimiento ajustado para la predicción del tipo de cambio EUR/USD a corto plazo.

A- Exposición del procedimiento

El procedimiento que se expondrá se basa en el utilizado por las investigaciones consultadas, ajustando sus resultados de acuerdo con la propuesta formulada en el capítulo anterior para considerar la influencia del análisis fundamental.

A continuación se expone la estructura del procedimiento ajustado, con una breve síntesis de su contenido, para dedicar el resto del capítulo a un ejemplo ilustrativo que facilite la comprensión al lector.

I- Preparación de la serie

a. Información básica

Se deben definir los aspectos siguientes: par objeto de predicción, horizonte temporal objeto de predicción, período de la base de datos, fuente de obtención de los datos.

b. Caracterización de la serie

Se debe mostrar un resumen del comportamiento del par durante el período objeto de análisis.

II- Análisis de las variables fundamentales

Se debe presentar un análisis de corte fundamental de las economías que componen el par sujeto a predicción, durante el período definido para el análisis, para las variables macroeconómicas siguientes: Producto Interno Bruto (PIB), balanza comercial, tasa de interés e inflación.

a- Economía "A" – la de la moneda base en el par.

- b- Economía “B” – la de la moneda contraparte en el par.

III- Aplicación de las técnicas econométricas

Se procesará la información con fines de predicción, utilizando las técnicas siguientes:

- a- Alisamiento exponencial

Esta técnica es precisa en la realización de pronósticos en un rango de tiempo inmediato, se caracteriza por ser sencilla y su principal limitación se da, en que no logra capturar la volatilidad de la serie.

Se utiliza el alisamiento exponencial simple, doble y el de Holt-Winters.

El alisamiento exponencial Holt-Winters es una ampliación de los métodos de alisamiento exponencial simple, corrigen insuficiencias del modelo inicial como la no captación en la serie de la tendencia y la estacionalidad. Inicialmente se identificó el Holt-Winters sin estacionalidad limitado a la identificación de la tendencia y luego los modelos aditivos y multiplicativos que consideraban en la proyección el comportamiento de los componentes de tendencia y estacionalidad.

Como bien se explicó el Holt-Winters sin estacionalidad logra modelar la presencia de tendencia en la serie, a través de un promedio ponderado de sus valores históricos y un promedio del movimiento de la tendencia. Se recomienda su uso en series que presenten tendencia pero estén libres del factor estacional.

En una versión más avanzada se encuentran los Holt-Winters aditivo y multiplicativo que incorporan los componentes de tendencia y estacionalidad. Estos componentes por lo general están presentes en las series de corte económico.

- b- Modelación ARIMA, metodología Box-Jenkins

El objetivo de esta metodología es acertar con un modelo probabilístico que logre contener las características principales del comportamiento de la serie en un período de tiempo prolongado.

Para el desarrollo de esta metodología se transita por las etapas siguientes:

I. Verificar la estacionariedad de la serie, trabajar con una serie estacionaria en el tiempo, es la base para la realización de buenos pronósticos.

II. Una vez lograda la estacionariedad será necesario proceder a la identificación, que no es más, que el proceso mediante el cual se identifican los modelos que tienen las mejores condiciones para trabajar.

III. Con los modelos identificados se pasa a la etapa de estimación, este es el momento en el que se corren cada uno de los modelos identificados y se obtienen las propiedades de cada uno de ellos.

IV. Al tener corridos cada uno de los modelos y contar con las propiedades de cada uno de ellos, es necesario evaluarlos y de la evaluación determinar los modelos a través de los que es factible trabajar y dentro de estos los que tienen las mejores condiciones.

V. Una vez concluida la evaluación se cuenta con todos los elementos para determinar cuál es el mejor de los modelos y proceder a la realización del pronóstico.

c- Modelos ARCH-GARCH

Los modelos que componen la denominada familia ARCH-GARCH son creados para el análisis de series financieras, ya que son capaces de captar la volatilidad de la serie. Como modelos logran sus pronósticos asociados al comportamiento de la volatilidad.

Entre sus principales características destaca, que no son modelos lineales, la varianza no es constante y depende de sus valores pasados; todo esto sucede sin que cambie la

estructura de la varianza. Por todo lo anterior es que se denominan modelos de Heterocedasticidad Condicional.

El primer paso a efectuar antes de aplicar cualquiera de estos modelos es evaluar su factibilidad, para esto se sugiere verificarlos a través de la prueba de Hipótesis del efecto ARCH.

- IV- Ajuste de los resultados mediante el análisis fundamental
 - a- Proyección de la tendencia de la serie.
 - b- Estimación de los rangos del comportamiento del par.

Se deben seguir los pasos detallados en el capítulo anterior

B- Ilustración del procedimiento

I- Preparación de la serie

a. Información básica

Siguiendo la lógica del capítulo anterior, el par escogido es el EUR/USD por ser el empleado en las tres investigaciones que se sistematizan en el presente trabajo y por su relevancia como par al estar entre los más utilizados a nivel internacional.

El horizonte temporal a pronosticar son 44 días fuera de la muestra, comenzando por el 18 de marzo de 2020 y extendiendo la predicción hasta el 30 de abril del propio año.

La serie objeto de estudio se compone de un conjunto de observaciones del par EUR/USD, tomadas en el período comprendido entre el 1 de octubre de 2019 y el 17 de marzo de 2020. Los datos tienen una frecuencia diaria, de lunes a viernes y acumulan un total de 169 observaciones. (Ver Apéndice C, Figura 3.1).

Los datos utilizados para la conformación de este trabajo fueron obtenidos fundamentalmente del sitio [investing.com](https://www.investing.com), sitio, especializado en informaciones económico

financieras, con una amplia y confiable base de datos, resultó de mucha utilidad para la elaboración de la investigación.

b. Caracterización de la serie

En el período analizado, el par EUR/USD mantuvo un comportamiento promedio de 1.1065 EUR/USD, alcanzando su valor más bajo el 20 de febrero de 2020 con la cifra de 1.0785 EUR/USD y su valor más alto el 9 de marzo de 2020 con la cifra de 1.1449 EUR/USD. Como promedio las variaciones se desviaron de la media en 0.0107 EUR/USD lo que se traduce en términos relativos como una variación menor al 1%.

Las cifras anteriores ilustran un comportamiento estable del par, el que se mantuvo hasta concluir el mes de enero del año 2020, mes en que registra la menor volatilidad histórica. Las principales variaciones se dieron en el tramo correspondiente a febrero y marzo del propio año y se considera que estos bruscos movimientos al alza y a la baja estuvieron dados por causa del coronavirus.

A continuación, se presenta con mayor detalle los resultados que desde el análisis fundamental se evalúan como determinantes del comportamiento del par para el período objeto análisis.

II- Análisis de las variables fundamentales

a- Economía de la eurozona

Producto Interno Bruto (PIB)

En el cuarto trimestre de 2019 la economía de la eurozona frenó su ritmo de crecimiento a un 0,1%, registrando su menor ritmo desde principios del año 2013. Estos resultados se deben a la caída del PIB de Francia e Italia y al estancamiento de la economía alemana.

Entre enero y febrero de 2020 el PIB de la eurozona cayó drásticamente, motivado por la propagación del coronavirus en Europa. Las contracciones mensuales registradas ascendieron a la cifra 3,8%, entre las variables que más incidieron destacan; el consumo, la inversión y el gasto público.

El PIB de la eurozona destaca para el período con una tendencia decreciente, lo que indica e influye sobre la depreciación de la moneda.

Balanza comercial

La balanza comercial de la eurozona registró en el mes de octubre de 2019 un saldo positivo de más de 28 mil millones de euros, resultado alcanzado por la expansión de las exportaciones y la caída de las importaciones. En los meses de noviembre y diciembre se mantuvieron los saldos positivos en la balanza comercial, pero los ritmos de crecimiento fueron menores, dada una ligera caída de las exportaciones que se vio compensada con una mayor reducción de las importaciones.

A inicios del año 2020 la actividad comercial se vio favorecida, creciendo el superávit comercial sobre los 23 mil millones de euros en los meses de enero y febrero de 2020, para este momento los resultados eran posibles gracias al crecimiento de las exportaciones y la caída de las importaciones.

En sentido general se evalúa que para el período la balanza comercial mantuvo un comportamiento ligeramente al alza, rondando los 20 mil millones como promedio mensual, es decir aproximadamente mil millones más que la media alcanzada en los últimos doce meses. Este comportamiento incide favorablemente sobre la moneda, tributando a su apreciación.

Tasa de interés

El Banco Central Europeo mantiene en cero las tasas de interés desde el año 2016. Para paliar los impactos negativos de la economía mantiene como política la compra de deuda pública y privada, la que ha reforzado a inicios del año 2020 para paliar la inminente crisis ante la pandemia del coronavirus. Mantener las tasas bajas incide sobre la depreciación de la moneda.

Inflación

La inflación en la eurozona tuvo un ligero crecimiento en el cuarto trimestre de 2019, no llegando a alcanzar la cifra del 2% definida como meta por el Banco Central Europeo.

A inicios del año 2020, específicamente para el mes de febrero, los resultados mostraron un ligero descenso de la tasa de inflación, situándose en 1,2%. Entre las variables que más influyeron se encuentra la caída del precio de la energía. Entre los países que más inciden en este resultado se encuentran Italia, Portugal y Grecia, con índices que no superan el 1%.

Se considera que la inflación en el período tomado como muestra mantiene una tendencia decreciente, lo que indica e influye a la apreciación de la moneda.

b- Economía de Estados Unidos

Producto Interno Bruto

Entre octubre de 2019 y febrero de 2020, período en que se enmarca esta investigación, el PIB de la economía estadounidense pasó de un 2,1%, cifra de cierre del cuarto trimestre de 2019 a un -4,8% resultado de los primeros meses del primer trimestre de 2020, las principales causas se comentan a continuación:

Al cierre del año 2019 el PIB no mostró significativas variaciones con relación a los resultados del segundo y tercer trimestre del propio año, mantuvo la cifra del 2,1%. Los

resultados responden a la caída de la inversión fija empresarial, esta variable fue la que determinó el resultado. No obstante, variables como la balanza comercial y el gasto de los consumidores mantuvieron resultados positivos que tributaron favorablemente al crecimiento del PIB contrarrestando su caída.

Para inicios del año 2020 se comenzaban a sentir los primeros efectos del coronavirus sobre la economía estadounidense, el PIB cayó en el primer trimestre aproximadamente un 5%.

Considerando los elementos anteriores puede concluirse que el PIB para el período muestra una tendencia decreciente, lo que indica e influye sobre la depreciación de la moneda.

Balanza comercial

Al cierre del cuarto trimestre de 2019, la balanza comercial fue la variable que más aportó al PIB, las exportaciones crecieron un 2,1% y las importaciones sufrieron una contracción del 8,4%.

En el primer trimestre de 2020, el déficit comercial estadounidense aumentó debido a la caída de las exportaciones en aproximadamente 6,7%, incidiendo mayormente la caída en las ventas de vehículos motorizados y autopartes. En el caso de las importaciones, estas cayeron aproximadamente un 2,4% por causa del coronavirus.

La balanza comercial para el período mantiene un comportamiento estable, el alza del cuarto trimestre de 2019 se compensó con la caída experimentada entre enero y febrero de 2020. Este tipo de comportamiento no ilustra una posible incidencia sobre los tipos de cambio.

Tasa de interés

El Comité Federal de Mercado Abierto acordó para el cuarto trimestre de 2019 mantener la tasa de interés en 1,75%, considerando el crecimiento a 2,1% del PIB, que el

mercado laboral mantenía su fortaleza y se incrementaba el gasto de los hogares, entre otros indicadores que evidencian el moderado crecimiento de la economía.

En el primer trimestre de 2020, ante la caída económica de Estados Unidos, la Reserva Federal decidió llevar las tasas de interés cercanas a cero, con el fin de estimular la inversión, desestimular el ahorro y fomentar el consumo.

El primer trimestre de 2020 marcó la tendencia decreciente de la serie correspondiente a la tasa de interés. La tendencia marcada para la serie analizada tributa a la depreciación de la moneda.

Inflación

La inflación al cierre del cuarto trimestre de 2019 registró incrementos mensuales promedios de 0,1%, motivados por el incremento de los costos de la energía, los alquileres y los servicios médicos fundamentalmente. No obstante estos incrementos, la inflación se mantuvo por debajo del 2% marcado por la FED como meta para el año 2019.

En enero continuó el incremento de los precios de la energía y se incorporó al alza el coste de los alimentos. Para febrero el costo de la energía bajó, pero se mantuvieron elevados el precio de los alimentos, los alquileres y los servicios médicos, en ambos meses la inflación mantuvo la discreta cifra de incremento de un 0,1% interanual como promedio.

Para el período se evalúa de estable el comportamiento de la inflación, considerándose que las cifras de incremento interanual alcanzadas no son significativas y se encuentran por debajo de las metas fijadas por la Reserva Federal, elementos que vaticinan que esta variable no está interpretando movimientos significativos del valor del dólar. Este tipo de comportamiento no ilustra una posible incidencia sobre los tipos de cambio.

Una vez evaluadas desde el análisis fundamental las variables tomadas como muestra en cada una de las economías, pudiera concluirse por los resultados obtenidos que en el corto plazo el EUR debe tender a apreciarse con relación al USD.

Con los criterios del análisis fundamental se propone pasar a la próxima etapa donde se desarrollan las técnicas econométricas para la predicción de los tipos de cambio.

III- Aplicación de las técnicas econométricas

Para la aplicación de estas técnicas se empleó el paquete econométrico Eviews 10, se aplicaron los modelos correspondientes al alisamiento exponencial, alisamiento Holt-Winters, la metodología Box Jenkins y la familia ARCH-GARCH, la totalidad de estos modelos se ejecutaron por el método de los mínimos cuadrados ordinarios.

Se considera válido mencionar que, para controlar la variabilidad de los datos en el horizonte temporal analizado, se trabajó la serie en logaritmos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos, para fundamentar la selección del modelo que mejor ajuste los datos.

a. Alisamiento exponencial:

Esta técnica es precisa en la realización de pronósticos en un rango de tiempo inmediato, se caracteriza por ser sencilla y su principal limitación se da, en que no logra capturar la volatilidad de la serie. En el Apéndice C, Figura 3.2 se muestran los pronósticos realizados con las técnicas de alisamiento simple y doble. En la Tabla 3.1 se muestran los errores cuadráticos medios de los modelos de alisamiento empleados. (Ver Anexo No. 1)

Se utilizó una constante de alisamiento próxima a la unidad, lo que indica que las observaciones más recientes tienen una ponderación mayor y por tanto influyen con más fuerza sobre la variable a predecir.

Tabla 3.1 Raíces de los errores cuadráticos medios de los modelos de alisamiento simple y doble.

No.	Modelo	RECM
1	Simple	0.003744
2	Doble	0.003904

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

De estos métodos el que mejor ajusta el comportamiento de la serie es el de alisamiento simple con una raíz del error cuadrático medio de 0.003744.

En el Apéndice C, Figura 3.3, se ilustra el resultado de la predicción obtenida con los métodos de alisamiento simple y doble, de conjunto con los límites inferior y superior que corresponden a cada uno de estos modelos.

El modelo de alisamiento simple prevé que el comportamiento del EUR con relación al USD en el período comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril del año 2020 no muestre grandes variaciones con relación a la media. Este comportamiento está definido por un imperceptible movimiento a la depreciación del EUR con relación al USD. (Ver Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Resultados de la predicción método de alisamiento simple, rango de tiempo comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril, año 2020.

3/18/2020	1.116399	4/09/2020	1.116399
3/19/2020	1.116399	4/10/2020	1.116399
3/20/2020	1.116399	4/13/2020	1.116399
3/23/2020	1.116399	4/14/2020	1.116399
3/24/2020	1.116399	4/15/2020	1.116399
3/25/2020	1.116399	4/16/2020	1.116399
3/26/2020	1.116399	4/17/2020	1.116399
3/27/2020	1.116399	4/20/2020	1.116399
3/30/2020	1.116399	4/21/2020	1.116399
3/31/2020	1.116399	4/22/2020	1.116399
4/01/2020	1.116399	4/23/2020	1.116399
4/02/2020	1.116399	4/24/2020	1.116399
4/03/2020	1.116399	4/27/2020	1.116399
4/06/2020	1.116399	4/28/2020	1.116399
4/07/2020	1.116399	4/29/2020	1.116399
4/08/2020	1.116399	4/30/2020	1.116399

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10.

Alisamiento Exponencial Holt-Winters

El alisamiento exponencial Holt-Winters es una ampliación de los métodos de alisamiento exponencial simple, corrigen insuficiencias del modelo inicial como la no captación en la serie de la tendencia y la estacionalidad. Inicialmente se identificó el Holt-Winters sin estacionalidad limitado a la identificación de la tendencia y luego los modelos aditivos y multiplicativos que consideraban en la proyección el comportamiento de los componentes de tendencia y estacionalidad.

Como bien se explicó, el Holt-Winters sin estacionalidad logra modelar la presencia de tendencia en la serie, a través de un promedio ponderado de sus valores históricos y un promedio del movimiento de la tendencia. Se recomienda su uso en series que presenten tendencia pero estén libres del factor estacional.

En una versión más avanzada se encuentran los Holt-Winters aditivo y multiplicativo que incorporan los componentes de tendencia y estacionalidad. Estos componentes por lo general están presentes en las series de corte económico. En el Apéndice C, Figura 3.4 se muestran los resultados obtenidos con los modelos de alisamiento exponencial Holt-Winters, de la que se extraen las raíces de los errores cuadráticos medios que se precisan en la Tabla 3.3

Tabla 3.3 Raíces de los errores cuadráticos medios obtenida con la metodología Holt – Winters.

No.	Modelo	RECM
3	Sin Estacionalidad	0.003573
4	HWAditivo	0.003492
5	HWMultiplicativo	0.003475

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Como se puede apreciar, de todos los métodos empleados, el que mejor ajusta es el Holt – Winters multiplicativo, al presentar la menor raíz del error cuadrático medio con un resultado de 0.003475. (Ver Anexo No. 2)

En el Apéndice C, Figura 3.5 se ilustra el resultado de la predicción obtenida con la metodología Holt – Winters de conjunto con los límites inferiores y superiores que corresponden a cada uno de los modelos. La predicción realizada con el modelo Holt – Winters multiplicativo, en el período comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril del año 2020, indica una apreciación del EUR con relación al USD, ver Tabla 3.4

Tabla 3.4 Predicción con el método Holt – Winters multiplicativo, rango de tiempo comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril, año 2020.

3/18/2020	1.116072	4/09/2020	1.119626
3/19/2020	1.116499	4/10/2020	1.119867
3/20/2020	1.116738	4/13/2020	1.121589
3/23/2020	1.118419	4/14/2020	1.120582
3/24/2020	1.117444	4/15/2020	1.120234
3/25/2020	1.117111	4/16/2020	1.120671
3/26/2020	1.117541	4/17/2020	1.120911
3/27/2020	1.117780	4/20/2020	1.122648
3/30/2020	1.119474	4/21/2020	1.121630
3/31/2020	1.118489	4/22/2020	1.121278
4/01/2020	1.118151	4/23/2020	1.121716
4/02/2020	1.118583	4/24/2020	1.121957
4/03/2020	1.118823	4/27/2020	1.123708
4/06/2020	1.120531	4/28/2020	1.122679
4/07/2020	1.119535	4/29/2020	1.122322
4/08/2020	1.119192	4/30/2020	1.122762

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

b. Modelación ARIMA, metodología Box-Jenkins.

El objetivo de esta metodología es acertar con un modelo probabilístico que logre contener las características principales del comportamiento de la serie en un período de tiempo prolongado.

Para el desarrollo de esta metodología se transita por las etapas siguientes:

VI. Verificar la estacionariedad de la serie, trabajar con una serie estacionaria en el tiempo, es la base para la realización de buenos pronósticos.

VII. Una vez lograda la estacionariedad será necesario proceder a la identificación, que no es más, que el proceso mediante el cual se identifican los modelos que tienen las mejores condiciones para trabajar.

VIII. Con los modelos identificados se pasa a la etapa de estimación, este es el momento en el que se corren cada uno de los modelos identificados y se obtienen las propiedades de cada uno de ellos.

IX. Al tener corridos cada uno de los modelos y contar con las propiedades de cada uno de ellos, es necesario evaluarlos y de la evaluación determinar los modelos a través de los que es factible trabajar y dentro de estos los que tienen las mejores condiciones.

X. Una vez concluida la evaluación se cuenta con todos los elementos para determinar cuál es el mejor de los modelos y proceder a la realización del pronóstico.

La aplicación de la metodología Box-Jenkins comienza con la necesidad de que la serie sea estacionaria, para esto, se evalúa con un conjunto de herramientas, si la serie en cuestión cumple o no, con los requisitos de estacionariedad, los resultados se muestran debajo.

La evaluación se efectuó con la serie en niveles y en logaritmo. En el Apéndice C, Figura 3.6 se muestran los gráficos, correlogramas y test de raíces unitarias Phillips – Perron con un nivel de confianza del 95%.

Tanto la serie a nivel, como su transformación logarítmica, arrojaron un comportamiento no estacionario, este se percibe en los gráficos con la presencia del componente tendencial, en el correlograma donde los coeficientes de autocorrelación fluctúan

lentamente en señal de ausencia de estacionariedad y los resultados del test de raíces unitarias muestran que la probabilidad es superior al 0,05%, indicando la imposibilidad de rechazar la hipótesis nula.

Para lograr la estacionariedad de la serie, es necesario aplicarle una primera diferencia, lo que por lo general corrige la presencia del componente tendencial y a su vez logra estabilizar las observaciones.

A partir de este momento el trabajo se desarrollará con la serie en logaritmo, llevándose a nivel antes de concluir cada una de las metodologías para evaluar la calidad de las predicciones alcanzadas.

Luego de aplicar la primera diferencia, se procede nuevamente a verificar el cumplimiento de estacionariedad y se obtienen los resultados que se muestran en el Apéndice C, Figura 3.7.

Como se puede apreciar en el análisis gráfico, en el correlograma y en los resultados estadísticos obtenidos luego de la primera diferencia, la serie alcanzó la estabilidad requerida para la realización de los pronósticos. En el gráfico se aprecia la no existencia del componente tendencial, en el correlograma las barras por lo general no superan las líneas discontinuas que indica la significancia del modelo y en las pruebas de raíces unitarias las probabilidades obtenidas son inferiores al 0.05%.

El correlograma, además de ser útil para la evaluación de si la serie cumple o no con el supuesto de estacionariedad, también es de gran ayuda en la identificación de los modelos que mejor ajustan el comportamiento de la serie. Estos se muestran en el correlograma donde las barras sobresalen los intervalos de confianza. En el caso de los autorregresivos la identificación se obtiene de la autocorrelación parcial y para las medias móviles de la autocorrelación simple. En ambos, las barras superan los intervalos de confianza en los

retardos 2 y 8, por tanto, para la identificación de los posibles modelos se utilizarán combinaciones que consideren esta información obtenida del correlograma. (Ver Apéndice C, Figura 3.8).

Se identificaron 15 posibles modelos, probándose la significancia de todos los parámetros de cada uno ellos, solo 9 cumplieron con los criterios exigidos ver Tabla 3.5, llámese la probabilidad menor de 0,05% y una t-statistic superior a 2. De los 9 modelos escogidos el MA(2)MA(8) es el que cuenta con el menor criterio AKAIKE con -8.463902, escogiéndose para efectuar la predicción. (Ver Anexo No. 3)

Tabla 3.5 modelos ARIMA que cumplen los criterios exigidos, con sus correspondientes criterios AKAIKE y SCHWARZ.

No.	Modelo	AKAIKE	SCHWARZ
1	AR(2)	-8.415503	-8.345816
2	AR(2)AR(8)	-8.445904	-8.352987
3	AR(2)MA(2)	-8.407006	-8.314089
4	AR(2)MA(8)	-8.458959	-8.366042
5	AR(8)	-8.427036	-8.357349
6	AR(8)MA(2)	-8.450695	-8.357778
7	MA(2)	-8.418873	-8.349186
8	MA(2)MA(8)	-8.463902	-8.370986
9	MA(8)	-8.442154	-8.372466

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Una vez identificado el posible modelo, fue necesario examinar si los residuos que de este se generan están o no correlacionados, para así evaluar la posibilidad de obtener una buena predicción.

Para la evaluación, se procedió a comprobar el cumplimiento del supuesto de ruido blanco empleándose la prueba de Q-Ljung Box, los resultados obtenidos en la columna de la probabilidad marginal asociada a este estadístico mostró que todos los valores obtenidos

fueron superiores al 0,05% que es el nivel de significación definido para alfa, lo que indica que la prueba es significativa, por tanto los residuos no están correlacionados, validándose de esta manera la posibilidad de uso del modelo para obtener una buena predicción. Ver Apéndice C, Figura 3.9, resultado de la prueba de Ruido Blanco Q-Lung Box.

Cumplidas las comprobaciones anteriores, se procedió a generar la predicción con el modelo MA(2)MA(8). El resultado obtenido fue favorable, evidenció que a través de esta metodología se obtiene un modelo que asimila las características fundamentales de la serie sujeta a análisis, proyectando de una manera acertada su comportamiento futuro, ver apéndice C figura 3.10. Evidencia de lo anterior es la raíz del error cuadrático medio obtenida 0.004266, que aunque no es menor que la del modelo Holt - Winters Multiplicativo 0.003475 denota un gran ajuste en la predicción que se alcanza.

Mencionar que con independencia que el modelo Holt - Winters Multiplicativo muestre una raíz del error cuadrático medio inferior a la obtenida con el modelo ARIMA, este último tiene mucha más consistencia y confiabilidad a la hora de hacer pronósticos en un mediano y largo plazo, ya que logra traducir el comportamiento de la serie a partir del estudio y análisis de sus componentes pasados, limitante de los modelos anteriormente visto.

Como se estaba trabajando con la serie en logaritmo, una vez concluida con la predicción, fue necesario realizar la transformación de la serie obtenida, llevándola a nivel, y así mostrar los resultados alcanzados.

En el Apéndice C, Figuras 3.11 y 3.12 se muestra el resultado de la predicción con el modelo MA(2)MA(8) y el resultado de conjunto con los límites inferior y superior que le corresponden a un nivel de confianza del 5%, respectivamente.

Como resultado del modelo MA(2)MA(8), se prevé que el comportamiento del EUR con relación al USD en el período del pronóstico que está comprendido entre el 18 de marzo

y el 30 de abril del año 2020 sea a la apreciación, lo que coincide con los resultados de la mayoría de los modelos de alisamiento. Ver Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Predicción con el modelo MA(2)MA(8), rango de tiempo del pronóstico, del 18 de marzo al 30 de abril, año 2020.

3/18/2020	1.111275	4/09/2020	1.117114
3/19/2020	1.107455	4/10/2020	1.117301
3/20/2020	1.111889	4/13/2020	1.117488
3/23/2020	1.113174	4/14/2020	1.117675
3/24/2020	1.114275	4/15/2020	1.117861
3/25/2020	1.116420	4/16/2020	1.118048
3/26/2020	1.115249	4/17/2020	1.118235
3/27/2020	1.115435	4/20/2020	1.118422
3/30/2020	1.115622	4/21/2020	1.118609
3/31/2020	1.115808	4/22/2020	1.118796
4/01/2020	1.115995	4/23/2020	1.118983
4/02/2020	1.116181	4/24/2020	1.119170
4/03/2020	1.116368	4/27/2020	1.119357
4/06/2020	1.116554	4/28/2020	1.119544
4/07/2020	1.116741	4/29/2020	1.119731
4/08/2020	1.116928	4/30/2020	1.119918

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del Eviews – 10

c. Modelos ARCH-GARCH

Los modelos que componen la denominada familia ARCH-GARCH son creados para el análisis de series financieras, ya que son capaces de captar la volatilidad de la serie. Como modelos logran sus pronósticos asociados al comportamiento de la volatilidad.

Entre sus principales características destaca, que no son modelos lineales, la varianza no es constante y depende de sus valores pasados; todo esto sucede sin que cambie la estructura de la varianza. Por todo lo anterior es que se denominan modelos de Heterocedasticidad Condicional.

El primer paso a efectuar antes de aplicar cualquiera de estos modelos es evaluar su factibilidad, para esto se sugiere verificarlos a través de la prueba de Hipótesis del efecto ARCH.

El resultado de esta prueba dio una probabilidad de R al cuadrado de 0,0013, cifra menor que 0,5, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula. El rechazo de la hipótesis nula

revela que la serie si sigue un proceso ARCH y por tanto es factible el desarrollo de estos modelos. (Ver Anexo No. 4)

Con el resultado anterior, se procedió a correr cada uno de los modelos de esta familia y seleccionar el que presente el mejor criterio de selección Akaike y Schwarz, estos son los mismos criterios que utilizamos en la modelación ARIMA y, como se conoce, la selección a realizar está en función del modelo que presente el menor valor, a continuación se muestran los resultados obtenidos. Ver Tabla 3.7

Tabla 3.7 Criterios Akaike y Schwarz de los modelos ARCH – GARCH.

MODELOS	AKAIKE	SCHWARZ
ARCH	-8.545977	-8.429832
GARCH	-8.352545	-8.213171
TGARCH	-8.700188	-8.537584
IGARCH	-8.617501	-8.524584

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del Eviews - 10

Como se puede apreciar en la Tabla 3.7 el modelo que mejor ajusta es el TGARCH al presentar el menor de los criterios Akaike y Schwarz, como el signo es negativo se escoge el mayor de los números que es el de menor valor. (Ver Anexo No. 5)

Identificado el TGARCH como el mejor de los modelos, se procede a efectuar el pronóstico para el período comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril de 2020, los resultados se muestran en el Apéndice C, Figura 3.13.

La raíz del error cuadrático medio obtenida asciende a 0.002056, siendo este el mejor de los resultados de la totalidad de los pronósticos efectuados, ya que es el que logra la menor raíz del error cuadrático medio.

En el Apéndice C, Figura 3.13, se puede observar que los datos con los que se están trabajando son en logaritmo siendo necesarios linealizarlos para poder tener una mejor comprensión y uso del resultado alcanzado. A continuación en el Apéndice C, Figura 3.14, se

muestra el resultado de linealizar la serie y en el Apéndice C, Figura 3.15, se precisa la predicción de conjunto con sus límites.

Los gráficos de pronósticos obtenidos con el método TGARCH, evidencian una apreciación del EUR con relación al USD para el período comprendido entre el 17 de marzo y el 30 de abril del año 2020. (Ver Tabla 3.8). Este resultado es coincidente con los alcanzados con el modelo ARIMA y con los de la mayoría de los métodos de alisamiento.

Tabla 3.8 Resultados de la predicción con el método TGARCH, rango de tiempo comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril, año 2020.

3/18/2020	1.115071	4/09/2020	1.120598
3/19/2020	1.114449	4/10/2020	1.120888
3/20/2020	1.115857	4/13/2020	1.121178
3/23/2020	1.116396	4/14/2020	1.121468
3/24/2020	1.117007	4/15/2020	1.121758
3/25/2020	1.117775	4/16/2020	1.122048
3/26/2020	1.117703	4/17/2020	1.122339
3/27/2020	1.117992	4/20/2020	1.122629
3/30/2020	1.118282	4/21/2020	1.122920
3/31/2020	1.118571	4/22/2020	1.123210
4/01/2020	1.118860	4/23/2020	1.123501
4/02/2020	1.119150	4/24/2020	1.123791
4/03/2020	1.119439	4/27/2020	1.124082
4/06/2020	1.119729	4/28/2020	1.124373
4/07/2020	1.120019	4/29/2020	1.124664
4/08/2020	1.120308	4/30/2020	1.124955

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del Eviews - 10

Una vez aplicadas cada una de las metodologías y seleccionados los modelos que mejor ajustan en cada una de ellas, es momento de comparar los resultados y seleccionar el que mejor ajuste la serie.

Para una correcta identificación y selección se muestra la Tabla 3.9, que ilustra las raíces de los errores cuadráticos medios (RECM) y las tendencias de cada uno de los

modelos. Para la evaluación de la tendencia es necesario tener presente que el comportamiento promedio de la serie es de 1.1064 EUR/USD.

Tabla 3.9 Resultados alcanzados con los modelos de pronóstico empleados, criterio de selección RECM, descripción de la tendencia del pronóstico.

Modelo	RECM	Tendencia del Pronóstico
Alisamiento exponencial simple	0,003744	El comportamiento del pronóstico es a una ligera depreciación del EUR con relación al USD. El máximo valor que alcanza en la previsión es de 1.1163 EUR/USD manteniendo este comportamiento de manera lineal durante todo el rango de pronóstico.
Holt – Winters multiplicativo	0,003475	El EUR se aprecia con relación al USD, las observaciones obtenidas en la previsión oscilan por un valor medio de 1.1196 EUR/USD, alcanzando su máximo valor 1.1237 EUR/USD en fecha 27 de abril de 2020.
MA(2)MA(8)	0,004266	El EUR se aprecia con relación al USD, las observaciones obtenidas en la previsión oscilan por un valor medio de 1.1164 EUR/USD, alcanzando su máximo valor 1.1199 EUR/USD en fecha 30 de abril de 2020.
TGARCH	0,002056	El EUR se aprecia con relación al USD, las observaciones obtenidas en la previsión oscilan por un valor medio de 1.1201 EUR/USD, alcanzando su máximo valor 1.1249 EUR/USD en fecha 30 de abril de 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del Eviews 10

De la totalidad de los modelos presentados el que mejor ajusta la serie es el TGARCH al tener la menor raíz del error cuadrático medio (RECM). Como se puede observar en la tabla este modelo indica una apreciación del EUR con relación al USD.

IV- Ajuste de los modelos mediante el análisis fundamental:

- a. Proyectar la tendencia de la serie:

Se propone como primer paso evaluar como ajustan las cuatro variables en cada una de las economías con la variable tipo de cambio, este análisis se realiza a través de

la correlación. De esta manera se logra identificar si las variables están ajustando en sentido correcto y en caso de ser así en qué medida lo hacen.

Es necesario partir de entender qué indica la expresión EUR/USD, que no es más que cuantos USD equivalen a un EUR. Como la expresión está en función de un EUR, las variaciones del par indican si el EUR se aprecia o deprecia siempre con relación al USD, por tanto, se entiende que cuando una moneda se aprecia la otra se deprecia.

Lo anterior se explica para que sea más sencillo entender, porque las correlaciones del par con las mismas variables en cada una de las economías tienen una interpretación diferente. Para la economía de la eurozona, para que las variables ajusten en sentido correcto el resultado de la correlación del tipo de cambio del par con la inflación tiene que ser negativo y con el resto de las variables, positivo. De manera inversa sucede con las mismas variables en la economía estadounidense. Los resultados se muestran en la Tabla 3.10.

Como próximo paso se evalúa el comportamiento de las variables en un término de 12 meses, para definir la tendencia en caso de existir. En los casos que las variables no muestren una tendencia clara, se considera que no influyen sobre el tipo de cambio. De si existir la tendencia, se precisa si es creciente o decreciente para determinar su influencia sobre el tipo de cambio, los resultados se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Correlación de las variables estudiadas con el tipo de cambio EUR/USD para el período comprendido entre marzo de 2019 y febrero de 2020.

Zona Euro				
	Comportamiento	Correlación	Sentido correlación	Significancia
Inflación	Decrece	0.57	Incorrecto	Alta
PIB	Decrece	0.23	Correcto	Leve
Interés	Estable	No	No	No
Balanza	Crece	-0.4	Incorrecto	Leve

EUA				
	Comportamiento	Correlación	Sentido correlación	Significancia
Inflación	Estable	0.32	Correcto	Leve
PIB	Decrece	0.24	Incorrecto	Leve
Interés	Decrece	0.4	Incorrecto	Leve
Balanza	Estable	0.31	Incorrecto	Leve

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificada la correlación del tipo de cambio con cada una de las variables en las dos economías, de haber evaluado el sentido en que está ajustando la correlación, la significancia de esta y la tendencia que toman las variables en los 12 meses tomados para el análisis, se cuenta con los elementos necesarios para realizar la ponderación de la totalidad de las variables.

Para la ponderación se consideran las variables que muestran tendencias y el resultado de la ponderación indica que están influenciando sobre la variable de manera correcta según la lógica económica. Según la tabla 3.10 estas variables son, para la economía de la eurozona el PIB con un decrecimiento y para la estadounidense ninguna de las variables.

Una vez evaluado el resultado de la correlación y la tendencia, es necesario remitirse a la significancia para saber en qué medida un movimiento de la variable afecta el tipo de cambio. Estas medidas son importantes para definir cuándo algunas de las variables este influyendo en ambas economías cual lo está haciendo en mayor medida. Como se puede apreciar en la tabla 3.9, se definen un conjunto de parámetros para establecer las comparaciones, estos se detallan a continuación: fuerte entre un 80 y un 100%, alta entre un 50 y un 79%, leve entre un 20 y un 49% y baja entre un 0 y un 19%.

Una vez definidos los elementos precisados anteriormente se propone ponderar los resultados para cada una de las economías y definir la apreciación de la moneda para la economía que resulte con un mayor nivel de ponderación. (Ver Tabla 3.11).

Tabla 3.11 Ponderación de las variables estudiadas para el período comprendido entre marzo de 2019 y febrero de 2020.

Países	PIB	Tendencia	Punto	Influye	Punto		Suma
EUA	1,00%	No	0		0		
UE	-0,48%	Decrece	-1	Leve	-1		-2
	Interés						
EUA	1,85%	No	0	No	0		0
UE	0,00%	Estable	0	No	0		0
	Balanza Comercial Billones USD						
EUA	-51,1	No	0	No	0		0
UE	17,9	No	0	No	0		0
	Inflación						
EUA	0,20%	Estable	0	No	0		0
UE	1,20%	No	0	No	0		0

Fuente: Elaboración propia

Una vez ponderados los resultados, estos se consolidan y cuantifican. Los criterios a la apreciación corresponden a la economía estadounidense que a pesar de no obtener puntos se mantuvo en una mejor condición. Los criterios ponderados para la economía de la eurozona tributaron a una ponderación negativa que puso de manifiesto la tendencia del EUR a depreciarse con relación al USD. (Ver Tabla 3.12).

Tabla 3.12 Resultados consolidados de las variables estudiadas para el período comprendido entre marzo de 2019 y febrero de 2020.

Países	PIB	Interés	Balanza comercial	Inflación	Total	Resultado
EUA	0	0	0	0	0	Apreciación
UE	-2	0	0	0	-2	

Fuente: Elaboración propia

b. Considerando que los resultados de la ponderación permiten más allá de predecir la tendencia, determinar los valores estimados y los rangos entre los que puede moverse, a continuación se desarrollan los pasos que lo posibilitan atendiendo a los mismos criterios del capítulo anterior:

Se determinan los valores límites que pueden alcanzar las ponderaciones y cuanto pueden equidistar entre ellas.

Como próximo aspecto se mantuvo el período de tiempo de 10 años para la definición de los valores extremos experimentados por el par y su máxima variación.

En el período mencionado, el par tiene sus extremos en el rango comprendido entre 1,5009 como valor máximo y 1,0516 como valor mínimo, teniendo una variación máxima de 42,7%.

Combinando los resultados de los incisos a y b, se asume que el límite inferior de ponderación -8 puntos donde el EUR se deprecia con relación al USD se precisa con el valor más bajo alcanzado en el período mencionado que es de 1.0516. Para el caso del límite superior de ponderación que es de 8 puntos se precisa el valor máximo que alcanzó el EUR con relación al USD que fue de 1.5009. De esto se concluye que para el máximo nivel de ponderación de 16 puntos la variación del par fue de 42,7%. Aplicando una regla de 3 se definen las variaciones que puede alcanzar el par atendiendo al resto de los criterios de ponderación.

Como próximo paso se definen los rangos entre los que se pueden mover las predicciones atendiendo a límites inferiores y superiores.

Se mantiene el rango de movimiento considerando los resultados del coeficiente de variación, para el período alcanzó la cifra de 9,8%.

Para los límites se tomaron cada uno de los pronósticos y se les aplicó el coeficiente de variación, sumándose el resultado para la determinación del límite superior y restándose para el límite inferior.

Una vez definidas las propuestas de variaciones y sus límites, todo atendiendo a los resultados de la ponderación, se realiza la predicción. Para esto se realiza el cálculo de la media aritmética de la serie la que asciende a 1.1065, a este resultado se le calcula la incidencia de la variación en función de la ponderación alcanzada y los límites definidos y se alcanzan los siguientes resultados:

Los resultados de la predicción indican que el par en el período comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril del 2020 como promedio tomara el valor de 1.0504, oscilando entre los límites de 1.0452 y 1.0556

En la Tabla 3.13 se presenta la combinación del análisis econométrico con el fundamental para potenciar la determinación de la dirección del comportamiento del tipo de cambio para el par EUR/USD entre el 18 de marzo y el 30 de abril de 2020.

Tabla 3.13 Combinación de los modelos Alisado, ARIMA y ARCH – GARCH con el Análisis Fundamental y resultados del par para el período comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril de 2020.

Alisado Exponencial		ARIMA		ARCH-GARCH		Método Fundamental			Realidad
Míni mo	Máxi mo	Míni mo	Máxi mo	Míni mo	Máxi mo	Míni mo	Predicci ón	Máxi mo	Resultado
1.1161	1.1228	1.1075	1.1199	1.1144	1.1250	1.0452	1.0504	1.0556	1.0967
Aprecia		Aprecia		Aprecia		Deprecia			Deprecia

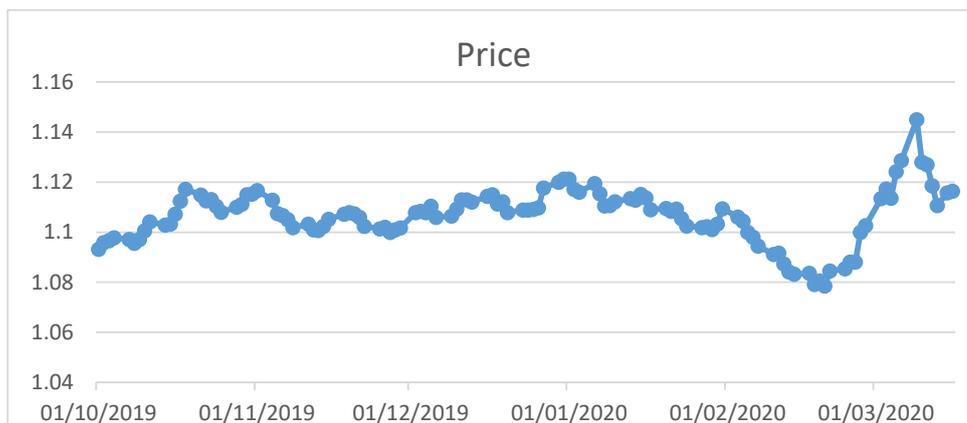
Fuente: Elaboración propia

El resultado del análisis fundamental es el único coincidente con el comportamiento real del par para el período comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril de 2020. Por lo

que se considera como una útil herramienta para la validación de los resultados obtenidos a través de las técnicas econométricas.

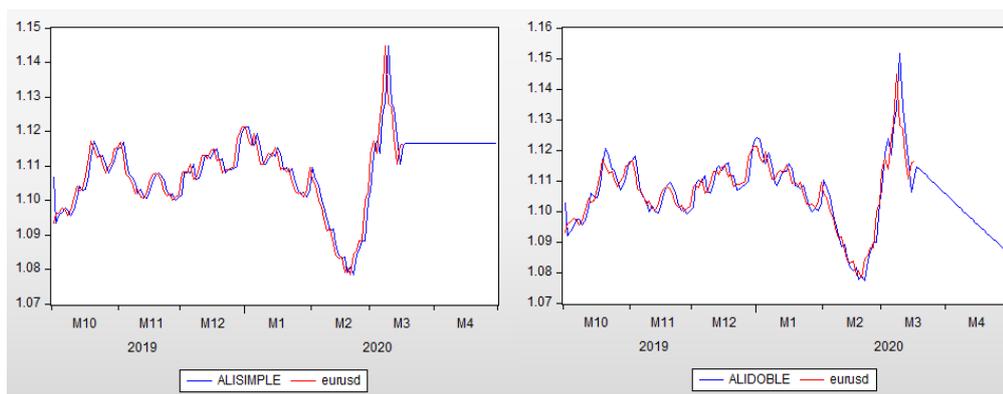
Apéndice C

Figura 3.1 Comportamiento par EUR/USD período 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020.



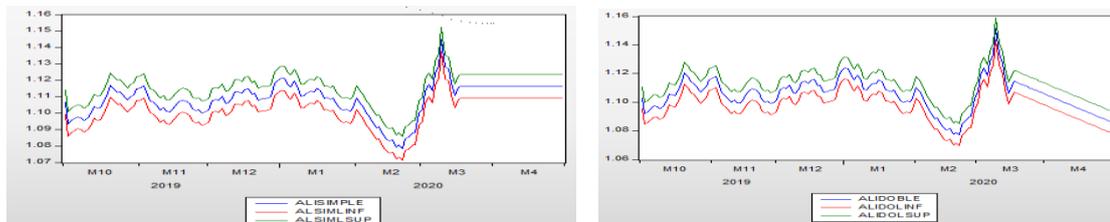
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del sitio investing.com

Figura 3.2 Pronóstico obtenido con los métodos de alisamiento exponencial simple y doble, período de muestra, del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



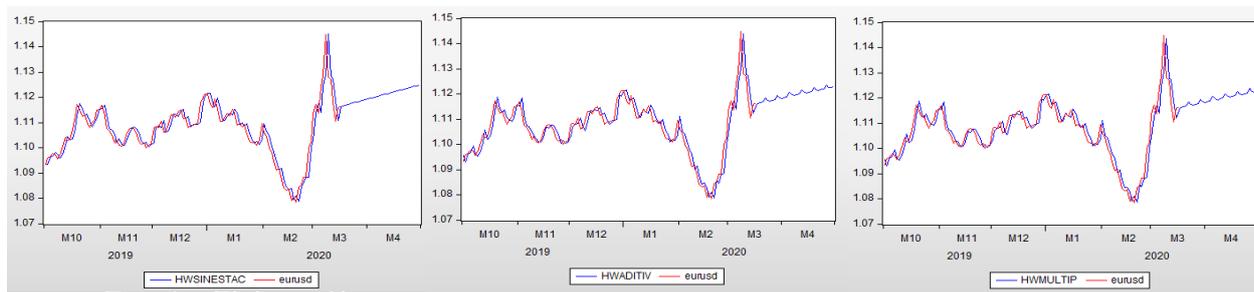
Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.3 Estimación EUR/USD de conjunto con sus límites, métodos alisamiento simple y doble, período de muestra, del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



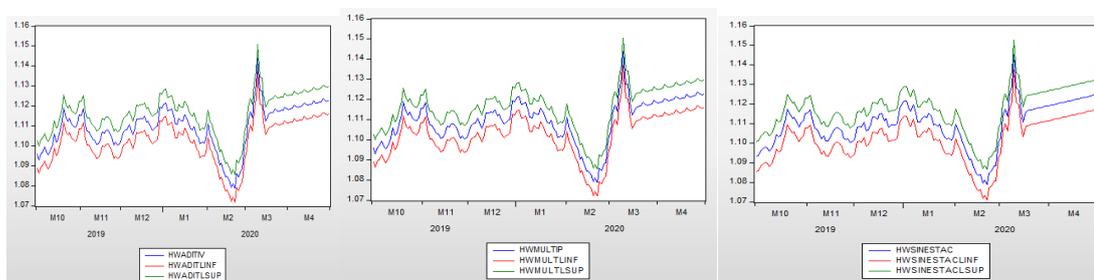
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.4 Pronóstico obtenido con los métodos de alisamiento exponencial simple y doble, período muestra 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



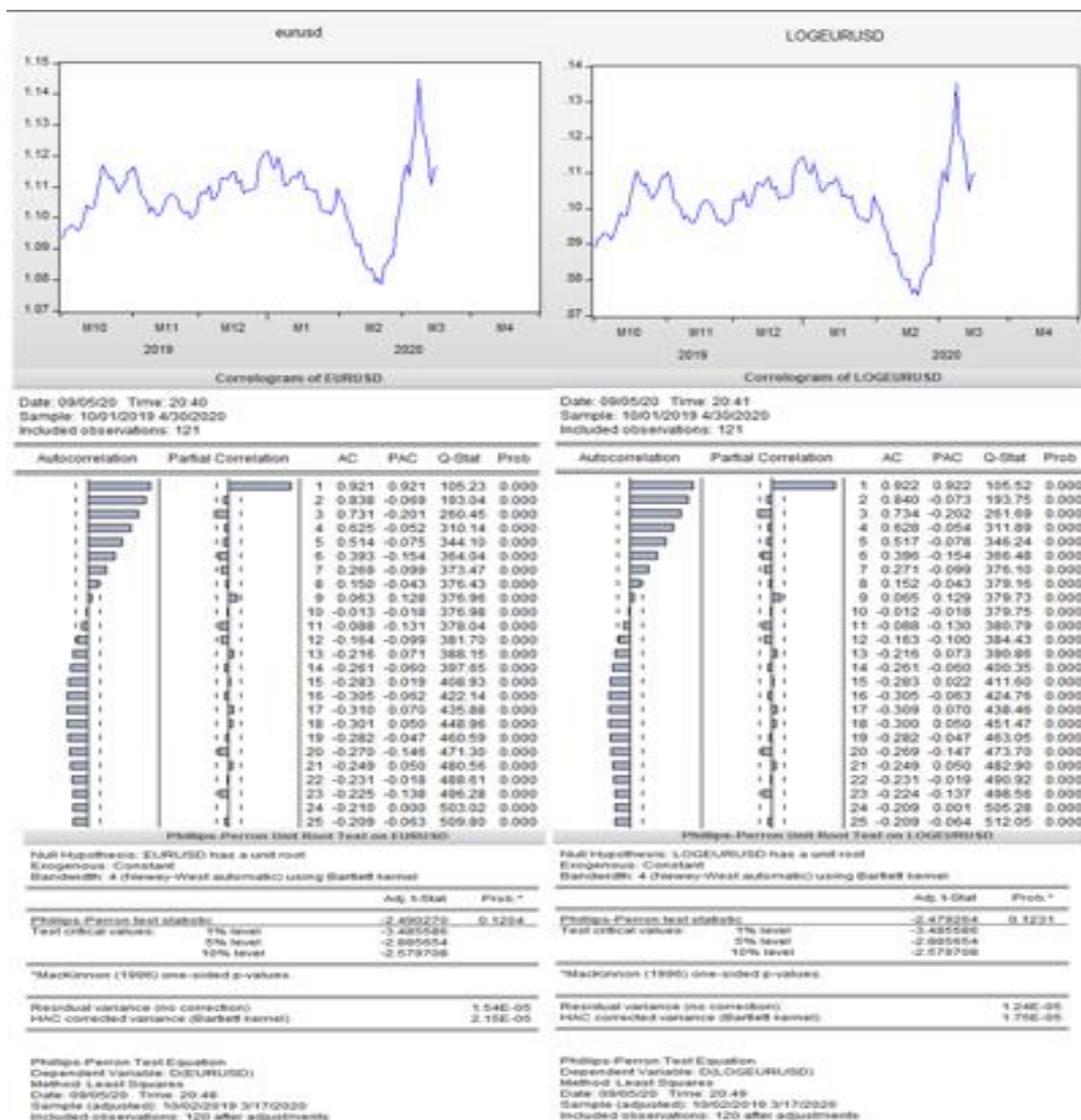
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.5 Estimación EUR/USD de conjunto con sus límites, Metodología Holt - Winters, período de muestra, del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



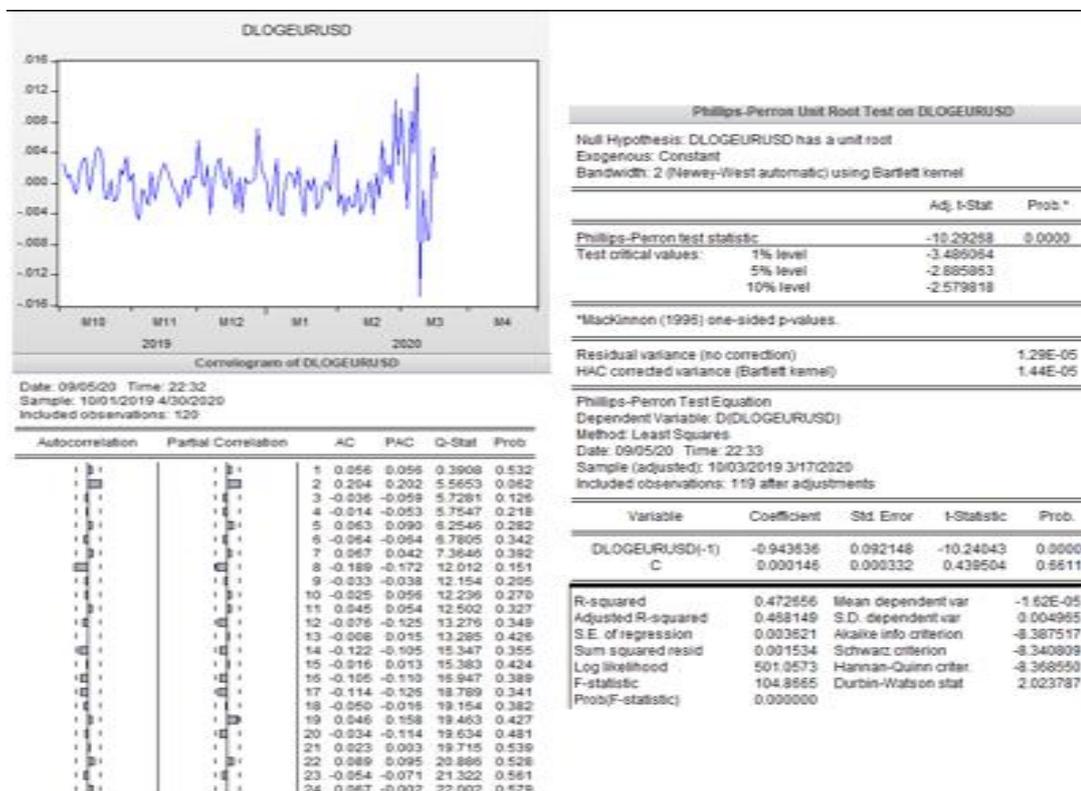
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.6 Correlograma y estadísticos de las series eurUSD y logeurUSD del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, para evaluar estacionariedad.



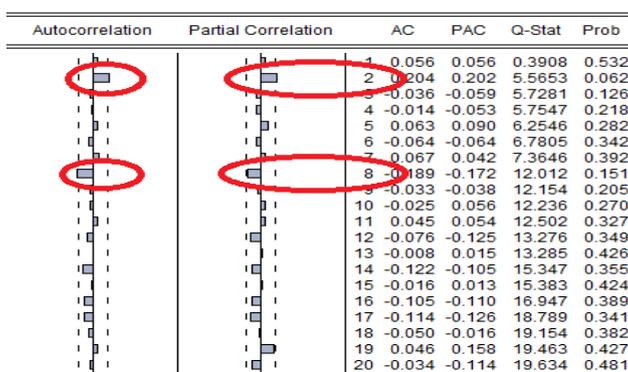
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.7 Correlograma y estadísticos de la serie dlogeurusd del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020 para evaluar estacionariedad.



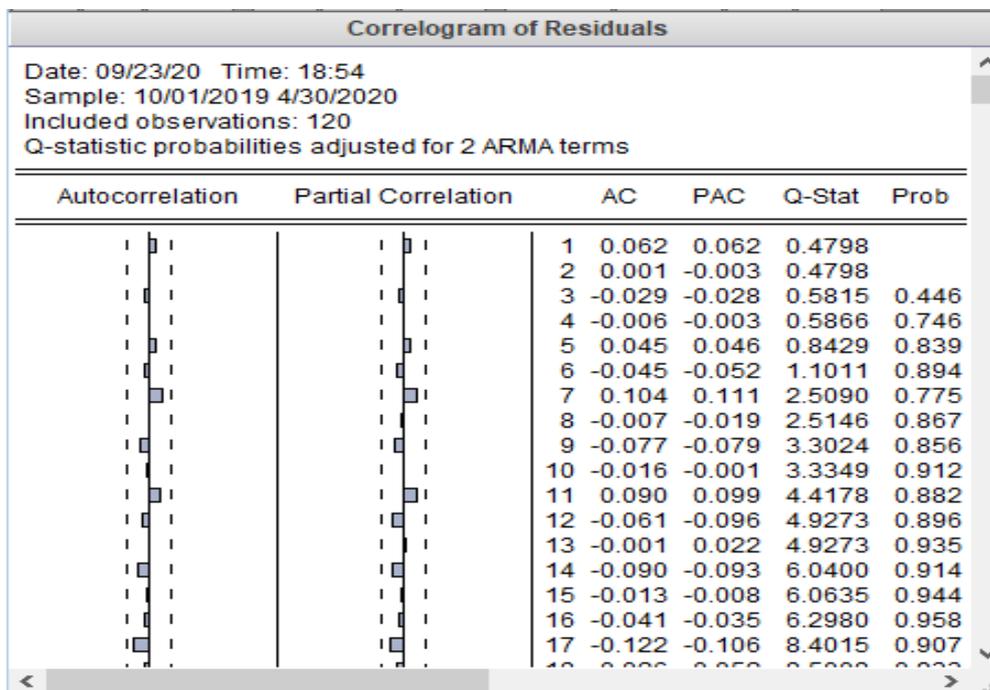
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10.

Figura 3.8 Correlograma de la serie dlogeurusd del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, para identificar los posibles modelos.



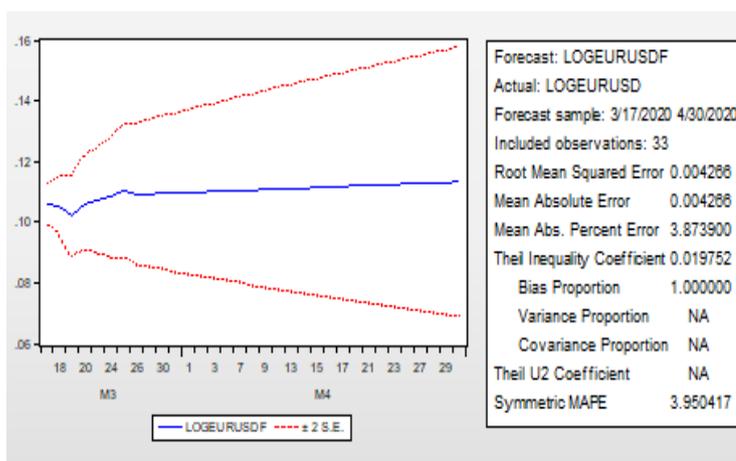
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.9 Resultado prueba de Ruido Blanco Q-Lung Box.



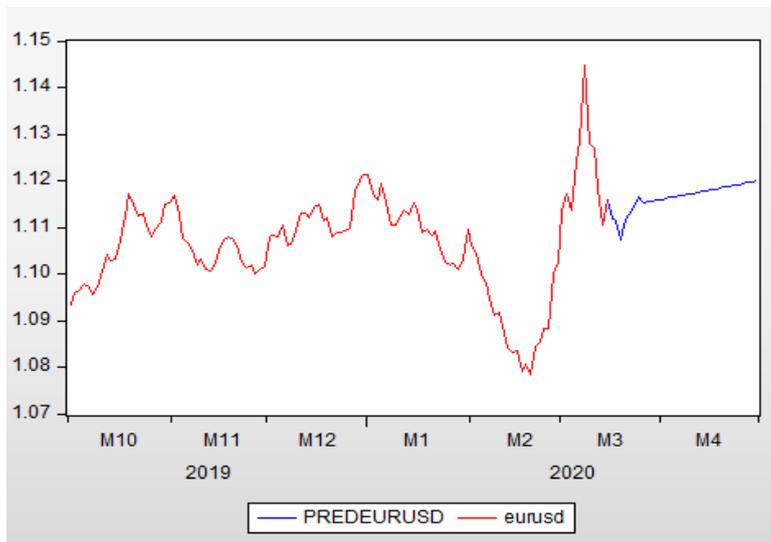
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.10 Resultado de la predicción con el modelo MA(2)MA(8), período de muestra, del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



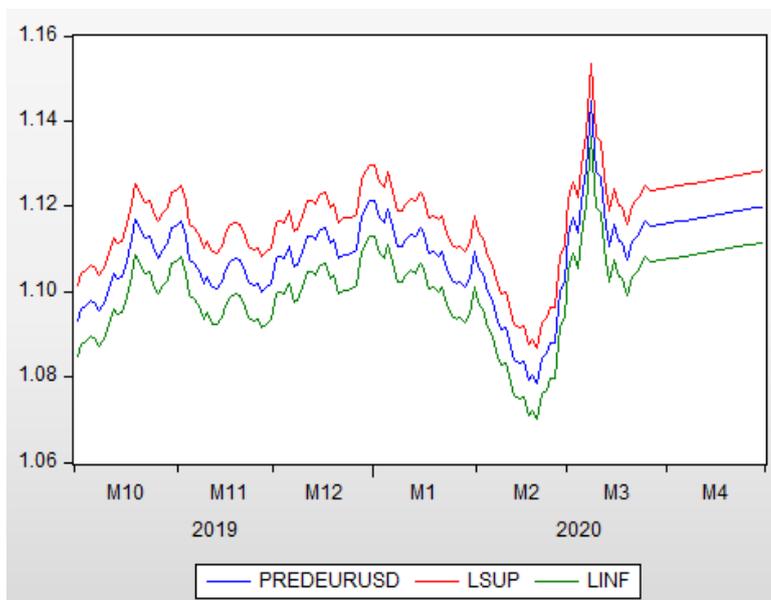
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del E-Views 10

Figura 3.11 Predicción con el modelo MA(2)MA(8), período de muestra 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



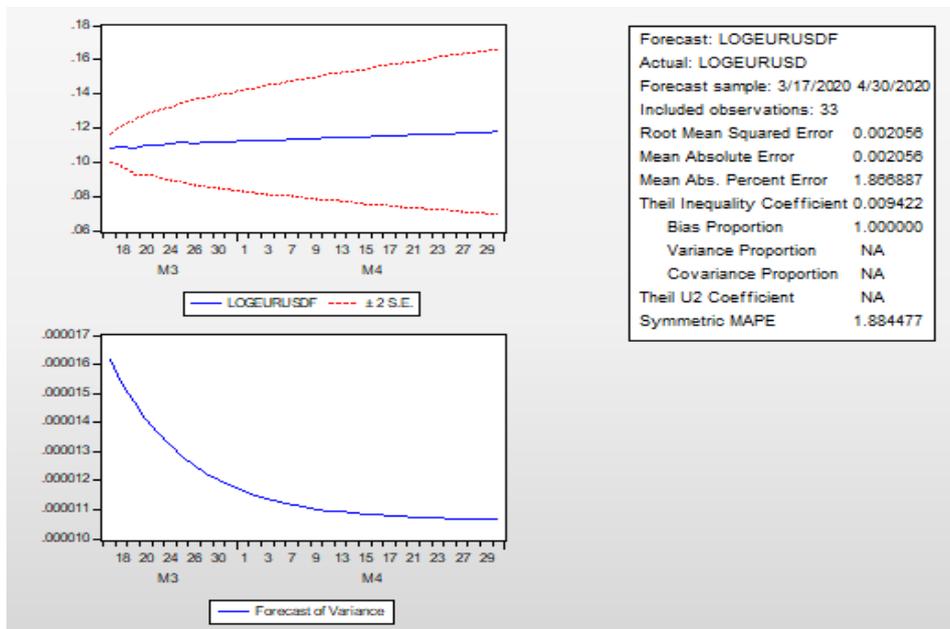
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del Eviews - 10

Figura 3.12 Predicción MA(2)MA(8) y límites, período de muestra 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



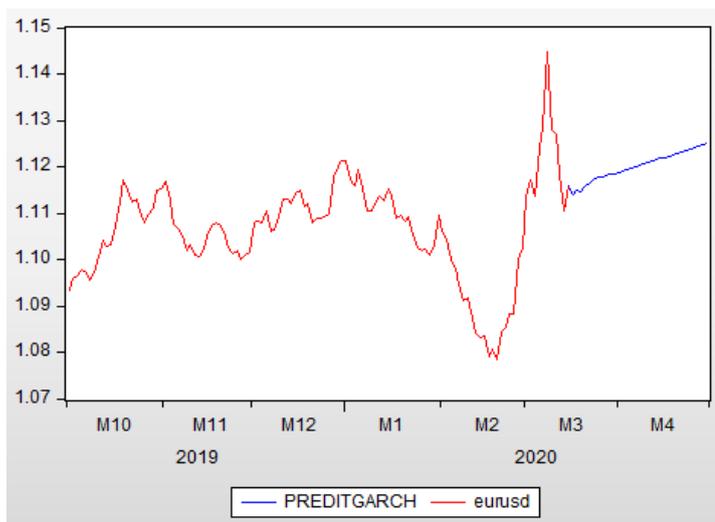
Fuente: Elaboración propia a partir de las salidas del Eviews - 10

Figura 3.13 Pronóstico TGARCH en logaritmo, período 13 de marzo al 30 de abril, año 2020.



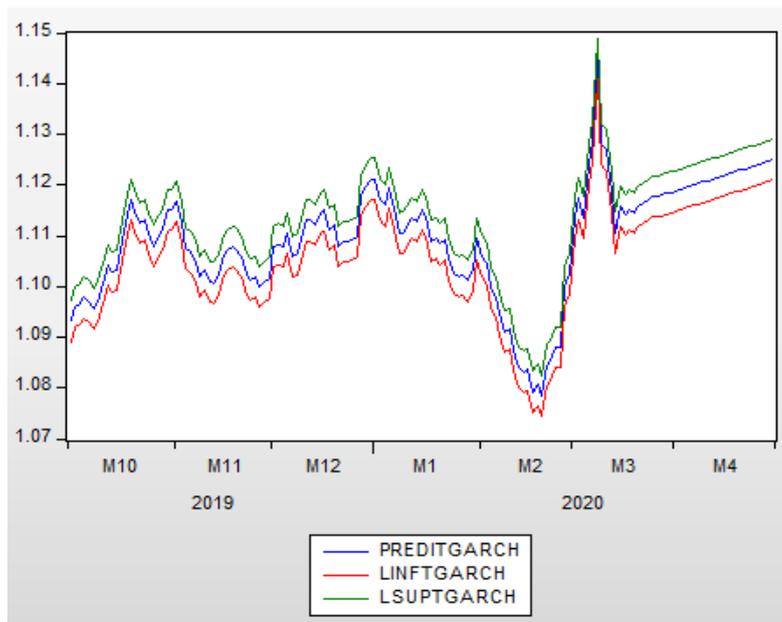
Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del Eviews - 10

Figura 3.14 Pronóstico linealizado TGARCH, período de muestra, del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del Eviews - 10

Figura 3.15 Pronóstico linealizado TGARCH con límites inferior y superior, período de muestra, del 1 de octubre de 2019 al 17 de marzo de 2020, pronóstico hasta el 30 de abril de 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del Eviews - 10

Conclusiones:

1. No existe un consenso sobre una jerarquización de métodos o combinaciones de estos para la predicción de los tipos de cambio. No obstante la mayoría de los autores coinciden en la necesidad de contrastar diferentes variantes de predicción y seleccionar la que reporte un mejor ajuste.

2. En las tesis examinadas sobre predicción de los tipos de cambio utilizando técnicas estadístico econométricas los resultados confluyen en que el modelo autorregresivo con heterocedasticidad condicional generalizado con umbral (TGARCH) es el que mejor logra capturar y ajustar la volatilidad de la serie, al modelizar con éxito los cambios temporales en su varianza condicional, recomendándose principalmente para largos períodos muestrales.

3. Se presenta desde el análisis fundamental las bases para una propuesta de procedimiento para la predicción de los tipos de cambio. En un primer momento se contrastaron los resultados de las investigaciones consultadas, con los criterios obtenidos del análisis fundamental, los que al compararse con los resultados reales del par permitieron determinar que en los tres contrastes efectuados los criterios obtenidos del análisis fundamental arrojaron una proyección adecuada.

4. Se realizó la previsión del comportamiento de los tipos de cambio para el periodo comprendido entre el 18 de marzo y el 30 de abril de 2020 empleando técnicas econométricas como los métodos de alisamiento, la metodología Box - Jenkins y los modelos de la familia ARCH-GARCH, los resultados indicaron una apreciación del EUR con relación al USD.

5. Se desarrolló el procedimiento propuesto estructurado en cuatro etapas; preparación de la serie, análisis fundamental del periodo objeto a predicción, aplicación de las técnicas estadísticas – econométricas y reevaluación mediante el análisis fundamental; como resultado, la reevaluación por el análisis fundamental indicó un ajuste en sentido contrario a las previsiones obtenidas por los métodos estadístico econométricos. Considerándose como válida la previsión obtenida por el análisis fundamental, la que indicaba una depreciación del EUR con relación al USD, criterio que se validó al compararse el resultado de la previsión con el comportamiento real del par.

Recomendaciones:

- 1- Incorporar el procedimiento propuesto dentro de las herramientas de pronóstico empleadas para la gestión del riesgo cambiario en el entorno económico financiero cubano.
- 2- Aplicar esta propuesta de procedimiento en el perfil académico para series de corte financiero.

Bibliografía:

Argález, J. et al. (2014). "Un paseo por los modelos GARCH y sus variantes". Revista Abstraction & Application. No. 10. Pp. 35-50.

Aznar, A. y Trivez, F. J. (1993). "Métodos de Predicción en Economía II". Análisis de series Temporales. Editorial Ariel Economía, Barcelona.

Badagián, A. L. (2011). "Análisis estadístico-económico de series temporales", materiales de estudio y lectura. Facultad DECON, Universidad de la República, Uruguay.

Bollerslev, T. (1986). "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity". Journal of Econometrics, volume 31, april 1986.

Box, G., Jenkins, G. and Gregory, G. (1994). Time Series Analysis: Forecasting and Control, Prentice-Hall, New Jersey.

Castillo, R. y R. Varela. (2005). "Econometría práctica: fundamentos de series de tiempo". Versión preliminar.

CincoDias El Pais "El PIB de la Eurozona creció un 1.8% en 2018 su ritmo más lento desde 2014".

Damodar, N. y Dawn, C. (2010). "Econometría" (Quinta Edición). Santa Fe Editorial MacGraw-Hill.

De Acre, R. y Klein, I. L. (1998). "Introducción a los modelos autorregresivos de heterocedasticidad condicional (ARCH)". Documento de trabajo. Instituto L. R. Klein.

De Arce, R. y Mahía, R. (2007). "Técnicas de previsión de variables financieras: Modelos ARIMA". (M.d. Citius, Ed.).

De la Oliva, F. (2016). "Gestión del riesgo financiero internacional". La Habana. Editorial Félix Varela.

De la Oliva, F. (2010). Materiales del curso de Gestión Financiera Internacional. Banco Central de Cuba.

De la Oliva, F. (2011). "Exposición económica al riesgo cambiario: ¿mito o realidad?", COFIN Habana.

Díaz, A. (2015). "Crisis de la zona euro: fallas estructurales y políticas de austeridad". www.elsevier.es.

Dinero.com. "Economía de Europa avanza levemente".

Dirkmaat, D. (2018). "La verdadera razón detrás del déficit comercial de EE.UU". mtrends@ufm.edu.

Dw.com "Por qué las tasas de interés son negativas en Europa".

Europapress.es. "El PIB de Estados Unidos mantiene su crecimiento en el 2,1% en el cuarto trimestre de 2019. 26 de marzo de 2020".

Expansion.com. "La inflación de la zona euro se modera al 1.9% en noviembre".

Federico, L. (2016). "El abecé de la economía en 2016: el mundo más allá del Brexit y Trump". lavanguardia.com.

García, A. (2019). "Diagnóstico del tipo de cambio a largo plazo. Procedimiento para un pronóstico del par EUR/USD". Tesis de diploma. Facultad de Contabilidad y Finanzas. Universidad de La Habana.

Hodrick, R. y Prescott, E. (1997). "Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation". Journal of Money, Credit, and Banking, vol. 29, No. 1, pp. 1-16.

Jimeno, R. (2014). "Pronóstico del tipo de cambio eur/usd mediante la aplicación de técnicas econométricas". Tesis de maestría. Facultad de Contabilidad y Finanzas. Universidad de La Habana.

Molina, R. (2019). "Diagnóstico del tipo de cambio a corto plazo considerando el poder predictivo de las técnicas contrastadas". Tesis de diploma. Facultad de Contabilidad y Finanzas. Universidad de La Habana.

Nytimes.com "La economía de Europa recupera el buen rumbo después de ocho años de crisis".

Peña, D. (2005) "Análisis de Series Temporales", Alianza editorial, Madrid.

Peña, L. (2017) "Predicción de los tipos de cambio mediante el análisis de series de tiempo" Tesis de maestría. Facultad de Contabilidad y Finanzas. Universidad de La Habana.

Pozzi, S. (2019). "La economía de estados unidos creció un 2,9% en 2018". elpais.com.

Rtve.es. "La economía de estados unidos se frenó en 2013 cuando su PIB creció un 1,9%".

Sevilla, A., "Inflación" Economipedia.

Solís M. y Espallargas, D. (2005). Monografía de econometría y series temporales. Departamento de estadística. Facultad de Economía. Universidad de La Habana.

Weber, C. S. (2014). "La Euro Crisis. Causas y síntomas". En <http://www.scielo.org.mx>

Wold, H. O. (1938) "A study in the analysis of Stationary Time Series", Amquist and Wicksell, Uppsala.

www.bbc.com "Economía estadounidense se contrae por primera vez en tres años".

www.efe.com "La eurozona ralentiza su crecimiento en 2018 lastrada por Alemania e Italia".

www.elmundo.es "Estados unidos sufre la mayor ola de frio en décadas".

Anexos

Anexo No. 1 Errores cuadráticos medios de los métodos de alisamiento simple y doble.

	A	B	C	D	E
1	Date: 03/29/20 Time: 18:06				
2	Sample: 10/01/2019 3/17/2020				
3	Included observations: 121				
4	Method: Single Exponential				
5	Original Series: LOGEURUSD				
6	Forecast Series: LOGEURSM				
7					
8	Parameters: Alpha				0.9990
9	Sum of Squared Residuals				0.001696
10	Root Mean Squared Error				0.003744
11					
12	End of Period Levels:	Mean			0.110109
13					

	A	B	C	D	E
1	Date: 03/29/20 Time: 18:07				
2	Sample: 10/01/2019 3/17/2020				
3	Included observations: 121				
4	Method: Double Exponential				
5	Original Series: LOGEURUSD				
6	Forecast Series: LOGEURSM				
7					
8	Parameters: Alpha				0.5640
9	Sum of Squared Residuals				0.001845
10	Root Mean Squared Error				0.003904
11					
12	End of Period Levels:	Mean			0.109272
13		Trend			-0.000824
14					

Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas del E-Views 10

Anexo No. 2 Errores cuadráticos medios de los métodos de alisamiento Holt-Winters, sin estacionalidad, aditivo y multiplicativo.

	A	B	C	D	E
1	Date: 03/29/20 Time: 18:13				
2	Sample: 10/01/2019 3/17/2020				
3	Included observations: 121				
4	Method: Holt-Winters No Seasonal				
5	Original Series: LOGEURUSD				
6	Forecast Series: LOGEURSM				
7					
8	Parameters:	Alpha			1.0000
9		Beta			0.0000
10		Sum of Squared Residuals			0.001545
11		Root Mean Squared Error			0.003573
12					
13	End of Period Levels:	Mean			0.110109
14		Trend			0.000236
15					

	A	B	C	D	E
1	Date: 03/29/20 Time: 18:14				
2	Sample: 10/01/2019 3/17/2020				
3	Included observations: 121				
4	Method: Holt-Winters Additive Seasonal				
5	Original Series: LOGEURUSD				
6	Forecast Series: LOGEURSM				
7					
8	Parameters:	Alpha			1.0000
9		Beta			0.0000
10		Gamma			0.0000
11		Sum of Squared Residuals			0.001475
12		Root Mean Squared Error			0.003492
13					
14	End of Period Levels:	Mean			0.110133
15		Trend			0.000187
16		Seasonals:	3/11/2020		-0.000447
17			3/12/2020		-0.000242
18			3/13/2020		-0.000292
19			3/16/2020		0.001004
20			3/17/2020		-2.35E-05
21					

	A	B	C	D	E
1	Date: 03/29/20 Time: 18:15				
2	Sample: 10/01/2019 3/17/2020				
3	Included observations: 121				
4	Method: Holt-Winters Multiplicative Seasonal				
5	Original Series: LOGEURUSD				
6	Forecast Series: LOGEURSM				
7					
8	Parameters:	Alpha			1.0000
9		Beta			0.0000
10		Gamma			0.0000
11	Sum of Squared Residuals				0.001461
12	Root Mean Squared Error				0.003475
13					
14	End of Period Levels:	Mean			0.110115
15		Trend			0.000187
16		Seasonals:	3/11/2020		0.995586
17			3/12/2020		0.997365
18			3/13/2020		0.997612
19			3/16/2020		1.009493
20			3/17/2020		0.999944
21					

Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas del E-Views 10

Anexo No. 3 Estadísticos del modelo MA(2)MA(8)

	A	B	C	D	E
1	Dependent Variable: D(LOGEURUSD)				
2	Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
3	Date: 09/23/20 Time: 22:03				
4	Sample: 10/02/2019 3/17/2020				
5	Included observations: 120				
6	Convergence achieved after 27 iterations				
7	Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
8					
9	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
10					
11	C	0.000167	0.000321	0.521425	0.6031
12	MA(2)	0.207169	0.066872	3.098010	0.0024
13	MA(8)	-0.299532	0.083794	-3.574636	0.0005
14	SIGMASQ	1.15E-05	1.24E-06	9.213009	0.0000
15					
16	R-squared	0.108750	Mean dependent var		0.000175
17	Adjusted R-squared	0.085701	S.D. dependent var		0.003602
18	S.E. of regression	0.003444	Akaike info criterion		-8.463902
19	Sum squared resid	0.001376	Schwarz criterion		-8.370986
20	Log likelihood	511.8341	Hannan-Quinn criter.		-8.426168
21	F-statistic	4.718096	Durbin-Watson stat		1.858615
22	Prob(F-statistic)	0.003825			
23					
24	Inverted MA Roots	.83	.59+.63i	.59-.63i	.00-.89i
25		-.00+.89i	-.59+.63i	-.59-.63i	-.83
26					

Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas del E-Views 10

Anexo No. 4 Prueba de hipótesis de efecto ARCH

	A	B	C	D	E
1	Heteroskedasticity Test: ARCH				
2					
3	F-statistic	11.14369	Prob. F(1,117)		0.0011
4	Obs*R-squared	10.34853	Prob. Chi-Square(1)		0.0013
5					
6					
7	Test Equation:				
8	Dependent Variable: RESID^2				
9	Method: Least Squares				
10	Date: 04/19/20 Time: 23:47				
11	Sample (adjusted): 10/03/2019 3/17/2020				
12	Included observations: 119 after adjustments				
13					
14	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
15					
16	C	8.16E-06	2.37E-06	3.436106	0.0008
17	RESID^2(-1)	0.294892	0.088338	3.338216	0.0011
18					
19	R-squared	0.086962	Mean dependent var		1.15E-05
20	Adjusted R-squared	0.079159	S.D. dependent var		2.44E-05
21	S.E. of regression	2.35E-05	Akaike info criterion		-18.46609
22	Sum squared resid	6.44E-08	Schwarz criterion		-18.41938
23	Log likelihood	1100.732	Hannan-Quinn criter.		-18.44712
24	F-statistic	11.14369	Durbin-Watson stat		2.076019
25	Prob(F-statistic)	0.001131			
26					

Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas del E-Views 10

Anexo No. 5 Estadísticos del modelo TGARCH

	A	B	C	D	E
1	Dependent Variable: D(LOGEURUSD)				
2	Method: ML ARCH - Normal distribution (OPG - BHHH / Marquardt steps)				
3	Date: 09/23/20 Time: 21:56				
4	Sample (adjusted): 10/02/2019 3/17/2020				
5	Included observations: 120 after adjustments				
6	Convergence achieved after 129 iterations				
7	Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
8	MA Backcast: 9/20/2019 10/01/2019				
9	Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
10	GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) +				
11	C(7)*GARCH(-1)				
12					
13	Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
14					
15	C	0.000259	0.000295	0.876211	0.3809
16	MA(2)	0.185109	0.111418	1.661393	0.0966
17	MA(8)	-0.065573	0.110017	-0.596021	0.5512
18					
19	Variance Equation				
20					
21	C	1.53E-06	8.05E-07	1.905278	0.0567
22	RESID(-1)^2	0.283564	0.161509	1.755715	0.0791
23	RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	-0.419393	0.184675	-2.270981	0.0231
24	GARCH(-1)	0.781808	0.136030	5.747330	0.0000
25					
26	R-squared	0.065323	Mean dependent var	0.000175	
27	Adjusted R-squared	0.049346	S.D. dependent var	0.003602	
28	S.E. of regression	0.003512	Akaike info criterion	-8.700188	
29	Sum squared resid	0.001443	Schwarz criterion	-8.537584	
30	Log likelihood	529.0113	Hannan-Quinn criter.	-8.634154	
31	Durbin-Watson stat	1.872108			
32					
33	Inverted MA Roots	.68	.48-.52i	.48+.52i	.00-.75i
34		-.00+.75i	-.48-.52i	-.48+.52i	-.68
35					

Fuente: Elaboración propia, a partir de las salidas del E-Views 10