

Estrategia y pronóstico del tipo de cambio nominal del dólar en Chile

Dr. Jonathan Alarcón I.*
Universidad Central de Nicaragua
jonathan@zdc.cl

Resumen: Los métodos de pronóstico constituyen una herramienta fundamental en los procesos de toma de decisiones que ayudan en la administración de la incertidumbre asociada al futuro, penalización que arremete inexorable a toda empresa, de ello y gracias al desarrollo de utillajes tecnológicas, de técnicas de modelación e ingeniería financiera se abordara con una perspectiva estratégica la importancia del pronóstico del tipo de cambio esperado en la búsqueda de rendimientos en exceso por momentos de trasformación favorables.

En concreto este manuscrito se ocupara la serie del tipo de cambio del dólar observado dada la relevancia que tiene para la economía mundial. Para estudiar esta sucesión se efectuaron transformaciones a la serie original utilizando métodos estadísticos y de ingeniería financiera con la finalidad de hacer modelable su comportamiento, paralelamente se identificaron y utilizaron otras divisas que en calidad de variables independientes pudieran explicar la variabilidad del tipo de cambio del peso chileno con respecto al dólar. Los modelos considerados ordenados en función de su error medio porcentual (MAPE) fueron 1) La metodología ARIMA 2; 1; 1; 2) Método de Suavizado exponencial doble, 3) Promedio móvil simple, de orden 1.

Abstract: forecasting methods are an essential tool in decision-making processes that help in managing the uncertainty associated with future inexorably onrushing penalty to all enterprises it and through the development of technological tools, techniques modeling and financial engineering are addressed with a strategic perspective the importance of exchange rate forecast in pursuit of expected excess returns favorable moments of transformation.

Specifically this manuscript series Dollar exchange rate occupied observed given its relevance for the world economy. To study this sequence changes were made to the original series using statistical methods and financial engineering with the aim of making formable behavior, they were identified and used alongside other currencies as independent variables could explain the variability of the exchange rate of the peso Chile against the dollar. The models considered ordered according to their average percentage error (MAPE) were 1) The ARIMA 2 methodology; 1; 1; 2) Double Exponential Smoothing Method, 3) simple moving average of order 1.

Palabras Claves: Series temporales, Tipo de Cambio, Pronósticos y Rendimientos en Exceso.

* Ph. D Business Administration por Cass Europe, Ph. D por UCN, Master en Investigación por UCN, MBA por la Universidad de Sevilla, Ingeniero M/Finanzas Por la UVM. Actualmente es Director General de la Consultora Financiera Consigliere y como director de administración y finanzas de Hiutul (Realidad virtual), Ishtar (Asesoría jurídica). Docente de la Universidad de Playa Ancha, Profesor de estrategia en UNAB, y catedrático de Finanzas Corporativas en UCN.

Introducción

Al revisar la literatura tradicional o clásica sobre el mercado cambiario, este ha evolucionado pasando de un estado de acuerdo de Breton Wood (Friedman 1975, Grubel 1969, Klostock 1965, Snider 1966) hasta uno donde el precio de una divisa está determinado en parte, tanto por factores microeconómicos como macroeconómicos o fundamentales. Dado el contexto económico global que enmarca y que de alguna manera condiciona, el rumbo de nuestra economía, es importante - como mínimo - caracterizar el comportamiento del precio del dólar, también llamada por algunos como moneda global (y de esta forma intentar anticipar medidas que minimicen, por ejemplo, el riesgo de pérdida de riqueza o logren mejores usos de dineros ociosos; en esta línea numerosos autores han documentado para las denominadas monedas fuertes¹, el éxito logrado en la proyección del valor futuro de la divisa a través de reglas técnicas (Taylor y Allen, 1992; Levich y Thomas, 1993; Nelly, 1997, entre otros).

En virtud de lo anterior deriva, por lo tanto la necesidad de analizar y de aplicar empíricamente métodos que desde la perspectiva del análisis "técnico" tienen vigencia en el mercado forex, con el propósito de vaticinar el valor de esta divisa. Como lo muestra De Zwart et al. (2007) se registran retornos significativos a través de estrategias de inversión para seis monedas de países con economías emergentes, entre ellas la chilena. Dado lo anterior y en consideración de lo encontrado por Martin (2001) referente a los retornos sobre los costos de transacción, es a bien tratar de generar algún modelo que permita desarrollar estrategias de inversión.

El objetivo del presente artículo es analizar la serie temporal del dólar cotizado en pesos chilenos – CLP/USD-, expresados a través de su indicador agregado observado², y de esta manera identificar el mejor método de pronóstico posible que permita modelar y pronosticar su comportamiento futuro; complementariamente se examinará el comportamiento de otras divisas con

¹En general, una moneda fuerte es aquella comerciada globalmente y que puede servir como un depósito de valor confiable y estable en el tiempo.

²Para este la autoridad competente lo define como: "es un promedio de las transacciones realizadas el día anterior entre bancos y empresas, no considerando las operaciones entre bancos." De aquello se desprenden las siguientes consideraciones que para efectos de este estudio es menester mencionar: Tiene un rezago estadístico de un día. Es un indicador estático, pues solo tiene un valor que representa el total de las transacciones de t-1. Existe un gran sesgo al excluir a las transacciones entre bancos, pues aunque ellas no sean consumidores finales del bien.

el propósito de identificar variables explicativas-independientes que logren generar altos grados de significancia y medidas de bondad de ajuste (coeficiente de determinación, entre otros). Para dar mayor robustez empírica al experimento, se realizaron estimaciones utilizando modelos univariantes abarcando periodos de tiempo de quince años. Igualmente se analizó la serie temporal mediante modelos multivariantes por extensiones de al menos 5 años.

El artículo se conforma de cuatro secciones: la primera corresponde al marco teórico, en donde se hacen explícitos los conceptos básicos que dan soporte al tema por desarrollar, entre estos destacan las principales técnicas para el modelo de las variables, adicionalmente se hace un repaso de la evolución de los distintos regímenes cambiarios que han operado en Chile desde 1984 hasta la fecha. En la segunda parte del artículo, se procede a detallar los principales aspectos metodológicos que respaldan el análisis de la serie. En el tercer apartado se revisan y contrastan los modelos estimados. En cuarto lugar se muestra la discusión sobre lo relevante que puede ser considerar estos factores al momento de generar estrategias de inversión, cobertura, protección de riesgo o minimización de pérdidas. Por último, se presentan las principales conclusiones que derivan del ejercicio de modelaje efectuado.

1. Marco Teórico

1.1 BALANZA DE PAGOS, TIPO DE CAMBIO Y MERCADO DE DIVISAS

Al resultado de la sumatoria de las transacciones realizadas entre los residentes de un determinado país y los demás residentes del orbe se le denomina "Balanza de pagos", según (Eiteman, Stonehill, & Moffet, 2000) es un "estado de cuenta estadístico que, durante un periodo específico, resume sistemáticamente las transacciones económicas de una nación con relación al resto del mundo".

Las transacciones económicas implican el intercambio de valores, éstos se hacen de manifiesto por ejemplo, al cuantificar la exportación e importación de bienes y servicios, los flujos de ingresos, los flujos de capital e incluso el pago de subsidios. Dichas actividades comerciales develan en común una conexión específica entre las monedas de los países involucrados y que por lo tanto exige el cálculo del valor de las mismas en términos del poder de compra de otras monedas, a tal conexión se le conceptualiza como "tipo de cambio".

El mercado de divisas corresponde a la estructura institucional, de naturaleza tanto física como virtual, que facilita los medios requeridos para hacer efectivo el cambio e intercambio de dinero de un país, por su correspondiente equivalente expresado en otras monedas. Las transacciones que tienen lugar en el mercado de divisas, involucran la interacción entre compradores y vendedores de la más amplia variedad, entre los que destacan las familias, las empresas, intermediarios financieros, bancos centrales, corredores de divisas, etc.

Entre otras razones, se demandan divisas en virtud de las necesidades que los individuos manifiestan por bienes y servicios (indistintamente se trate de bienes de consumo o capital) ofrecidos en otros países, o bien derivado de las necesidades de diversificar portafolios de inversiones, otra razón por cual los agentes de mercado demandan divisas es para evitar pérdidas de tipo transaccional y también para obtener beneficios derivados de la especulación. (Appleyard & Field, 1995), por las razones precitadas reviste particular importancia la necesidad de pronosticar el tipo de cambio, para con ello generar estrategias de inversión, diversificación y minimización de riesgos/perdidas.

1.2 TÉCNICAS DE PRONÓSTICO

Usualmente se hace referencia a dos metodologías principales para predecir el tipo de cambio: el análisis fundamental y el análisis técnico. Con respecto al primero existen dos vertientes principales, el método de la balanza de pagos y el del mercado de activos.

El método de la balanza de pagos implica dilucidar los impulsos que explican el funcionamiento de la oferta y la demanda de divisas, las cuales determinan el tipo de cambio de equilibrio, por lo cual es fundamental explicar las fuerzas que explican el comportamiento de déficit (comercial, cuenta corriente, etc.) los flujos de capital y el nivel y tenencia de reservas monetarias internacionales. En el mismo orden de importancia, se hace necesario el análisis de coyuntura económica que contextualice la evolución de indicadores como la tasa de crecimiento de la economía, el gasto público, el crecimiento de los precios así como los agregados monetarios. Por su parte, el método del mercado de activos se enfoca en las tasas de interés relativas y de las relación de estas con el déficit en su cuenta corriente, este método considera que no influyen tanto los acontecimientos que están ocurriendo o ya han ocurrido (como en el caso del método de la balanza de pagos), sino que son las expectativas de los agentes que se interrelacionan en el mercado, lo que afecta los tipos de cambio.

Por otro lado, el análisis técnico se dedica a estudiar las tendencias pasadas, bajo la suposición de que la "historia se repite". El análisis técnico no establece relaciones de causalidad, se interesa por la tendencia descrita por los tipos de cambio. Este análisis implica la utilización de series de tiempo, y modela el comportamiento de la variable de interés mediante la aplicación de herramientas matemáticas y estadísticas. Para Nelly (1997) un análisis técnico es parte de las herramientas que guían las decisiones de intercambio entre agentes participantes del mercado cambiario. Sus preceptos son: (i) toda la información relevante se encuentra contenida en los precios históricos de un activo; (ii) el precio de los activos se mueve siguiendo patrones o tendencias; (iii) la historia se tiende a repetir. En los mercados internacionales de divisas los métodos de proyección previamente citados son empleados ampliamente incluso de forma complementaria.

1.3 REGÍMENES CAMBIARIOS

El régimen cambiario es el marco en que se determina el valor y las oscilaciones del tipo de cambio, según Mc Connell & Blue (2000) usualmente se conceptualizan dos tipos "puros" de sistemas o

regímenes de tipo de cambio:

- Los regímenes de tipo de cambio fijos, en donde la máxima autoridad monetaria determina las razones de cambio a las que se intercambian las monedas y realiza los ajustes que se consideren necesarios para mantener los niveles establecidos.

- Los regímenes de tipo de cambios flexibles o flotantes en donde el libre juego de la oferta y la demanda, y no la intervención de alguna instancia gubernamental, determinan los niveles o razones de intercambio de divisas.

Es menester indicar que entre los regímenes previamente citados es posible la coexistencia de una amplia variedad de categorías que oscila entre los regímenes fijos y los flexibles, entre los cuales se pueden citar: los fijos a una moneda o canasta de monedas y por otro lado otros regímenes que implican la flotación u oscilación del tipo de cambio con respecto a alguna meta o parámetros predefinidos tales como bandas o límites.

1.3.1 Evolución de los regímenes cambiarios

A lo largo de la historia ha sido práctica usual que el poder de compra de determinada moneda fije su valor en función de materiales auríferos o argénteos, dicha práctica favoreció por tanto, que durante el periodo comprendido entre 1876 – 1913 se adoptara el patrón oro, o bien, un sistema monetario en el que, según (Eiteman, Stonehill, & Moffet, p, 31) “cada país fijaba la tasa a la que su –papel– moneda se convertiría a su peso en oro”, entre otras características vale destacar que este sistema limitaba el crecimiento de la oferta monetaria en virtud de las posibilidades de cada nación para incrementar marginalmente sus tenencias o reservas de oro; al dar inicio la primera guerra mundial, mermaron los flujos comerciales y en general el libre flujo de mercancías, razón por la cual se suspendió el uso de este sistema.

Durante el periodo comprendido entre 1914 – 1944, y específicamente durante el primer lustro de los años veinte, hubo fuertes intentos por retornar al patrón oro, sin embargo no fue posible reinstaurar a cabalidad dicha práctica, algunos resultados indeseables como altas tasas de desempleo y el estancamiento económico, así como la crisis de 1929 constituyeron razones de peso que apuntaban hacia la búsqueda de sistemas de convertibilidad más flexibles.

Poco después de finalizada la segunda guerra mundial (a partir de 1944 y al hasta el año 1973), dio inicio un nuevo orden político y económico, el cual comenzó a tomar forma a partir de la creación de un nuevo sistema monetario internacional, fue en Bretton Woods que se establecieron las bases materiales, enarboladas a partir de acuerdos de posguerra y que entre otros, dieron origen a la creación de nuevas instituciones como el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento así como al Fondo Monetario Internacional. Durante este nuevo periodo el dólar estadounidense se convirtió en el principal medio de cambio y en general depósito de valor y fue acuñado por los Bancos centrales de diversos países alrededor del mundo. Fue en 1971 que Estados Unidos de Norteamérica anunció que el dólar no seguiría siendo referente para el intercambio de divisas, en 1973 se comenzó a permitir como práctica común "que las monedas, en su mayoría, flotaran a niveles determinados por las fuerzas del mercado" (Eiteman, Stonehill, & Moffet, 2000, p 34.)

A partir de 1973, se experimentaron periodos de alta volatilidad u oscilación de los tipos de cambio, esto significó prácticamente la imposibilidad de realizar pronósticos acertados con respecto al valor futuro de las divisas, siendo el marco alemán, el yen japonés y el dólar estadounidense, las monedas consideradas como fuertes. Las crisis petroleras de finales de 1973 y la de 1979, entre otras, que tuvieron lugar durante las décadas de los ochenta y los años noventa favorecieron la utilización de sistemas de tipos de cambio más flexibles.

Según Schmidt-Hebbel (2006) La evolución en los regímenes cambiarios ha significado que "La mayor parte de los países del mundo se movió hacia un esquema de tipo de cambio flexible, con un incremento de la proporción de países bajo flotación desde un 15% en 1990 a un 45% en el año 2004." Dicho comportamiento se ha constituido desde entonces prácticamente en una tendencia mundial.

1.3.2 El caso chileno

Chile ha experimentado con la utilización de varios tipos de regímenes cambiarios, a continuación se presenta una breve descripción de la evolución en el uso de los sistemas utilizados durante la historia reciente (1984 a la fecha), así como de sus principales características:

Banda cambiaria reptante, 1984-1999: Según Schmidt-Hebbel (2006), La adopción este sistema a

mediados de los años 1980 se hizo con el objetivo de “promover y proteger un tipo de cambio real competitivo, haciendo frente a una aguda restricción de recursos externos y un muy elevado desempleo”. El autor precitado menciona que “ la mantención de la banda cambiaria reptante hasta el año 1999 generó frecuentes conflictos entre ambos objetivos, que se resolvieron a favor de la meta inflacionaria, modificándose los parámetros de la banda” siendo que durante el periodo de vigencia el Banco Central Chileno aplicara profundos y frecuentes cambios a las dimensiones que definen la banda, a saber: a) la composición de la canasta de monedas de referencia, b) las reglas preanunciada de devaluación de la paridad central, c) realineaciones no anunciadas de la paridad central y d) amplitud de la banda.

Flotación, 1999 hasta la fecha: El sistema de bandas se abandonó en setiembre de 1999, dando lugar a la utilización de régimen caracterizado por la flotación libre. Según Agosin Trumper, Navarrete Castillo & Serra D’Aprile (2008) “uno de los argumentos más relevantes para elegir este régimen es que este permite un mejor ajuste a los shocks externos, que son los que más afectan a Chile, ya que la economía interna se ha ordenado y mantenido relativamente estable...”. A partir de la puesta en práctica de este sistema el Banco Central Chileno ha intervenido tres veces “La primera intervención ocurrió en el 2001 durante la crisis de convertibilidad en Argentina, que empeoró con los atentados del 9/11. El 2002, a causa de las perturbaciones asociadas a las elecciones presidenciales de Brasil. Y luego en Abril del 2008, a causa de la compleja situación que atravesaban los mercados financieros debido a la crisis hipotecaria de los Estados Unidos.

1.4 MODELOS CUANTITATIVOS PARA LA PRONOSTICO DE SERIES

Básicamente los modelos cuantitativos se pueden clasificar, de acuerdo con la información que utilizan, en multivariantes o econométricos, y en univariantes o de series de tiempo.

1.4.1 Modelos Econométricos

Los modelos econométricos tratan de explicar el comportamiento de una o más variables en función de la evolución de otras variables que se consideran explicativas. Según Wooldrige (2001, p.2) “los métodos econométricos son importantes en prácticamente todas las ramas de la economía aplicada”, éstos se fundamentan en el análisis empírico de los datos, toda vez que se procura validar relaciones

o teorías apriorísticas que involucran variables claramente definidas. En términos generales, una teoría económica, es una simplificación de la realidad que puede operacionalizarse mediante un modelo econométrico el cual “consta de ecuaciones matemáticas que describen diversas relaciones”. (Wooldrige, 2001, p.2). La relación funcional entre dos variables en el marco de un modelo econométrico se define como modelo de regresión lineal, el cual implica básicamente una relación de causalidad entre las variables involucradas.

1.4.2 Modelos Univariantes

En este enfoque no se necesita conocer ninguna relación de causalidad o explicativa del comportamiento de la variable endógena, ni en su defecto, ninguna información relativa al comportamiento de otras variables explicativas, ya que en este caso no existe este tipo de variables. Según Vallejos (2012) en la mayoría de las áreas del saber es posible disponer de observaciones de una variable estadística a través del tiempo. El análisis de series de tiempo pretende extraer toda la información que sea posible desde los datos con el fin de determinar patrones o comportamientos que permitan conjeturar los valores futuros.

Algunos autores como Parisi A, Parisi F. Díaz (2006) han remarcado la importancia estratégica que tiene para la comunidad financiera, la aplicación de técnicas de predicción, ya sea del tipo de cambio, o de la magnitud que alcance el exceso de la comercialización del activo subyacente. Esto encaja dentro de la finalidad de toda empresa o asesor financiero busca, es decir, maximizar el valor de mercado de la empresa, esto se enfoca a través de dos de las grandes decisiones financieras, a saber ¿en que invertir? y ¿Cómo financiar?; analizada esas dos interrogantes se entiende que poder pronosticar con una certeza significativa el precio de una variable como lo es la cotización nominal del dólar en el mercado local. Siguiendo los resultados obtenidos por Leung et al. (2000), es permisible conseguir rendimientos en exceso con estrategias de pronósticos de cambios de signos (sentido), superando las consideraciones de un inversionistas pasivo como lo demuestra Brown et al. (1998).

1.4.3 Modelos ARIMA

La metodología de los modelos ARIMA fue formalizada por Box y Jenkins en 1976, por eso también se les denomina modelos Box-Jenkins. Los modelos ARIMA forman parte de la rama de la Estadística

que se denomina “Análisis de series de tiempo” y se fundamentan en la teoría de los procesos estocásticos.

El nombre de estos modelos ARIMA procede de las siglas en inglés de Autorregresive, integrated and moving average. Su significado es Modelos integrados (I) autorregresivos (AR) y de medias móviles (MA). Este enfoque parte del hecho que la serie temporal que se trata de predecir es generada por un proceso estocástico o aleatorio cuya naturaleza puede ser caracterizada mediante un modelo. Esta metodología se resume en cuatro fases: 1. Identificar el posible modelo, 2. Estimar parámetros AR y MA mediante máxima verosimilitud, 3. Diagnóstico y 4. Predicción.

Una variante de este tipo de modelos es el SARIMA, el cual favorece el tratamiento del componente estacional de serie.

2. Principales aspectos metodológicos

Tal y como se indicó anteriormente, en el presente artículo se procedió a analizar el tipo de cambio del peso chileno por dólar estadounidense (CLP/USD) en su valor nominal observado, así como el de algunas de las principales divisas que, alcanzaron un grado de correlación relevante con respecto al peso Chileno, esto con el objetivo de identificar relaciones significantes entre dichas divisas, de manera tal que permita adicionar elementos para la elaboración del método de pronóstico por estimar.

En esta investigación fueron utilizadas entre otras técnicas estadísticas: el coeficiente de correlación lineal, regresiones lineales (simples y múltiples), medias móviles, suavización exponencial, algoritmo ARIMA, adicionalmente se analizaron los errores entre la variación del valor del dólar en el mercado chileno y las variaciones de precio tomada por algunas de las demás divisas, estas últimas seleccionadas en función de la correlación observada con el (CLP/USD), así como por factores cualitativos como lo son, a manera de ejemplo: la proximidad geográfica, como lo es México a Estados Unidos, dado que se podría presumir que los mercados de estos países están más conectados a nivel comercial; y de esta forma tratar de identificar indicios que demuestren algún grado de significancia o dependencia entre ellos, que sirva para predecir el precio del dólar.

Se utilizan los valores del (CLP/USD) en forma logarítmica y como variable tricotómica³. A partir de la aplicación de las técnicas precitadas se hará énfasis en la descripción e interpretación de los resultados, los cuales se obtuvieron mediante la utilización de distintos programas estadísticos⁴.

3. Resultados

3.1 Descripción estadística de la serie

El periodo de análisis para la variable en consideración corresponde al comprendido entre el primero de enero de 1999 y hasta el 31 de diciembre de 2014.

Tal y como se observa en el cuadro 1, en promedio el Tipo de cambio (CLP/USD) para la serie analizada es de 556,84 y presenta un bajo coeficiente de variabilidad (13,27%), asimismo se observa un leve sesgo positivo⁵, y un grado de curtosis cercano a una distribución normal. (Ver tabla y gráficos adjunto).

Como es de esperar, características análogas se sostienen al transformar la serie con logaritmo de base diez, dicha transformación se realiza con el propósito de disminuir la variabilidad inherente a la serie.

En virtud del pequeño tamaño que presenta el coeficiente de variabilidad de la serie, tanto en términos observados y aún más en la transformación logarítmica, se procede a considerar la serie como homogénea, y por ello se procede a efectuar las pruebas estadísticas para comprobar dicha afirmación, antes de proseguir con el modelamiento necesario.

Al seguir las ideas propuestas en los párrafos precedentes es a bien considerar el efecto de las expectativas y los soportes utilizados en los análisis técnicos sobre esta variable, pues aunque tendiere a comportarse como una serie con poca variabilidad, es entendible que el efecto de la magnitud de la escala medición instan a suavizar los efectos extremos de la serie.

³Entiéndase como tal aquella que muestra tres direcciones del vector representativo de la serie, estos son incremento, decrecimiento y mantenerse horizontal.

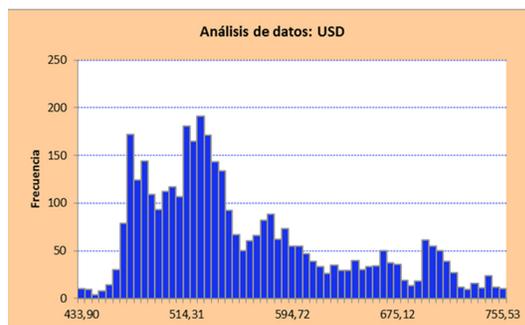
⁴• Excel 2013, aplicación de la *suite* Microsoft Office 2013 • Oracle© Crystal Ball, Fusion Edition, Release 11.1.2.0.00 (el cual se ejecuta como complemento de Excel), • Xlstat (el cual se ejecuta como complemento de Excel).

⁵Lo que implica que la mayor parte de los datos encuestados se encuentran a la izquierda que la media, pero, las variaciones más altas son a la derecha de la media.

Sin perjuicio de lo anterior es necesario considerar los efectos fundamentales que definen y guían dichas inclinaciones.

Cuadro 1
Estadísticas descriptivas

Estadística Descriptiva del USD	
Pruebas	3,741
Media	2,74
Mediana	2,73
Modo	2,67
Desviación estándar	0,06
Varianza	0,00
Sesgo	0,6575
Curtosis	2,50
Coefficiente de variabilidad	0,0202
Mínimo	2,63
Máximo	2,88
Ancho de rango	0,25



Fuente: Elaboración Propia Bases estadísticas del Banco Central, dólar observado, 1999-2014

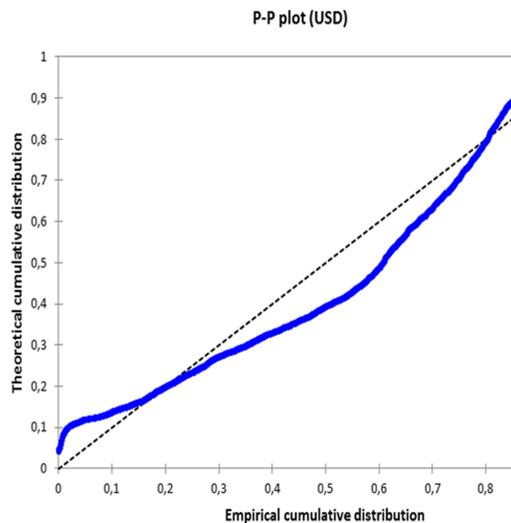
3.2 Distribución y estacionalidad

3.3 Al analizar la distribución de la variable (CLP/USD) y aplicar pruebas para determinar si esta se comporta como una distribución normal, se tiene que al aplicar las pruebas correspondientes: Shapiro-Wilk, Anderson-Darling y Jarque-Bera, contra un parámetro de contraste alfa de 0,0001, y planteando como hipótesis nula que la distribución se comporta como una distribución normal y como supuesto alternativo, que los datos no siguen dicha distribución, se concluye que se rechaza la hipótesis nula, es decir los datos no se distribuyen como una campana de Gauss. El riesgo de rechazar la hipótesis nula cuando esta verdadera es menor 0,01%.

3.4 Gráfico 1

Contraste CLP/USD Curva Normal

Fuente: Bases estadísticas del Banco Central, dólar observado, 1999-2014, Elaboración Propia



3.5 Al efectuar las pruebas de homogeneidad de Pettitt's, test de homogeneidad normal (SNHT) y Neumann, en todos ellos el p-valor⁶ computado es menor a 0,0001, contra un parámetro de contraste de hipótesis nula alfa 0,05, por lo tanto no se rechaza la hipótesis alternativa, de que la distribución no mantiene características de homogeneidad. El riesgo de rechazar la hipótesis nula cuando esta verdadera es menor 0,01%.

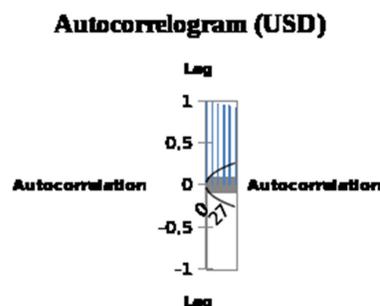
3.6 Autocorrelación

3.7 Al aplicar el análisis gráfico mediante las pruebas de Autocorrelograma y Autocorrelograma-Parcial, se obtiene en el primer caso que los rezagos mantienen correlación fuerte y positiva, con valores cercanos a 1, decreciendo lentamente. Para los primeros 30 desfases analizados el mayor grado de correlacionalidad se muestra al primer rezago con un 0,0014. Para el caso de la autocorrelación parcial es destacable el valor obtenido en el segundo periodo, siendo el que ostenta una mayor magnitud con sentido negativo.

3.8 Gráfico 2

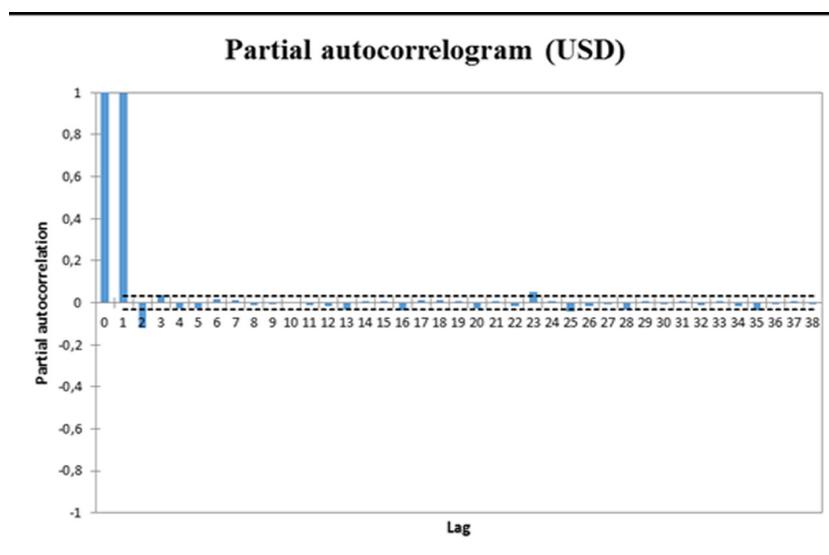
3.9 Autocorrelograma y autocorrelación parcial

Cuadro 2
Grado de Correlación USD otras Divisas



⁶Los valores computados fueron generados con la técnica de Montecarlo en 10000 simulaciones y con un grado de confianza del 99%.

Autocorrelación Parcial



Fuente: Bases estadísticas del Banco Central, dólar observado, 1999-2014, Elaboración Propia

4. Grado de correlación

4.1 Correlación USD con divisas Fuertes

En virtud de un contexto caracterizado por la globalización económica y el alto grado de integración económica mundial, es esperable que exista alguna interdependencia entre la variabilidad de otras divisas con respecto al dólar estadounidense, dicha relación puede ser explorada al calcular el coeficiente de correlación (lo cual no significa que una alta correlación implique necesariamente causalidad). Se procedió a realizar el cálculo del coeficiente de correlación entre el dólar y las conocidas como divisas fuertes en el mercado cambiario, a saber; euro, yen, libra esterlina, franco suizo y dólar australiano, el cual fue contrastado durante el periodo de análisis y de ello se obtuvo:

- Solo la libra esterlina (GBP), presenta un coeficiente fuerte y positivo de correlación estadística, la cual alcanza el 72%.
- El franco suizo (CHF), logra un valor cercano a 0, de lo que se infiere que no existe relación estadística entre esta divisa y el dólar estadounidense.
- El dólar australiano, logra una leve relación negativa, siendo la única de este grupo que permitiría disminuir riesgo de mercado con estrategias de diversificación.

4.2 Correlación fuerte de USD y otras monedas

Frente al grado de correlación estadística, se logra visualizar que:

- Al menos 8 divisas mantienen un grado de correlación superior al 80%. Es destacable el grado de correlación que logra el peso mexicano (MXN) y el dólar.
- El peso colombiano (COP) carece de relación, con un grado estadístico en extremo próximo a cero.
- Tanto el bolívar venezolano (VEF) como el real brasileño (BRL), mantienen correlaciones negativas.

Pronóstico de valores

4.3 Tomando como marco referencial la existencia de mercados de divisas interconectados se procede aplicar técnicas de regresión tomando como variable-dependiente el CLP/USD y siendo ésta explicada por las demás divisas que fueron detalladas en el cuadro 2, privilegiando aquellas que mantienen i) un alto grado de dependencia estadística o ii) de aquellas divisas denominadas como monedas fuertes. Concretamente las divisas ocupadas fueron: Dólar Australiano, Dólar Canadiense, Euro, Franco Suizo, Libra esterlina, Nuevo Sol Peruano, Peso Mexicano, Yen y Yuan.

4.4 Con respecto a los valores previstos por las regresiones efectuadas para predecir el valor del USD, se arrojaron resultados con un error medio porcentual (en adelante MAPE). = 1,52%, tras ajustar la regresión con un desfase de un periodo, para así poder ser aplicado en la proyección del valor de la serie sujeto de estudio.

4.5 Aunque el error medio porcentual pareciera ante un primer escrutinio algo menor, al transformar dicha proporción por el valor medio de la variable, ésta alcanza los ocho pesos, y en consideración a que es un error que extendió demasiado el diferencial para poder obtener ganancias descontadas el coste de la brecha cambiaria, se procede a ejecutar otro tipo de algoritmos. Entre ellos destacan.

4.6 Al aplicar técnicas a la serie tratada de manera estacional manualmente, se logran obtener los siguientes resultados en los tres mejores modelos, ordenados en función del MAPE.

- Método SARIMA⁷, con un MAPE = 0.030%, con los parámetros 2; 1; 2 / 1; 0; 1. Validado por los test de U de Theil de 0,9077 y Durbin-Watson de 2,0. Con estacionalidad manual de 7.
- Método de Suavizado exponencial doble, con un MAPE = 0,034%, con los parámetros alfa de 0,9990 y beta de 0,0025. Validado por los test de U de Theil de 1 y Durbin-Watson de 1,32.
- Promedio móvil simple, de orden 1. Validado por los test de U de Theil de 1 y Durbin-Watson de 1,31.

**Cuadro 3:
Resumen estadístico de métodos
de pronóstico del valor del USD/CLP**

Método/algoritmos	MAPE	Validación		Parámetros
		U de Theil	Durbin-W	
Suavizado exponencial doble	0,34	1,00	1,32	$\alpha=0,9990$ $\beta=0,0025$
Promedio Móvil Simple	0,34	1	1,34	Orden 1
Suavizado exponencial simple	0,34	1	1,31	$\alpha=0,9990$
Aditivo estacional	0,35	1,01	1,31	$\alpha=0,9920$ $\gamma=0,9990$
Aditivo de Holt-Winters	0,35	1,01	1,32	$\alpha=0,9920$ $\beta=0,0010$ $\gamma=0,9990$
Multiplicativo de Holt-Winters	0,35	1,02	1,29	$\alpha=0,9777$ $\beta=0,0020$ $\gamma=0,9990$
Multiplicativo estacional	0,35	1,02	1,29	$\alpha=0,9791$ $\gamma=0,9990$
Promedio Móvil doble	0,46	1,31	1,62	Orden 2

Elaboración propia utilizando out-put del programa Oracle Crystal Ball

4.7 Al considerar el modelo, de forma no-estacional y priorizar la minimización del error se logran los siguientes resultados, ordenado en función de su MAPE.

- La metodología ARIMA 2; 1; 1, con un MAPE= 0,29%, con un filtro de 95 valores atípicos. Validado por los test de U de Theil de 0,8537 y Durbin-Watson de 2,0. Sin estacionalidad.
- Método de Suavizado exponencial doble, con un MAPE = 0,034%, con los parámetros alfa de 0,9990 y beta de 0,0028. Validado por los test de U de Theil de 1 y Durbin-Watson de 1,15.
- Promedio móvil simple, de orden 1. Validado por los test de U de Theil de 1 y Durbin-Watson de 1,15.

4.8 El comparar los dos métodos se determinó empíricamente que la metodología SARIMA, pese

⁷Estadística de ARIMA: Transformación Lambda = 1; BIC= 1,89; AIC = 1,88; AICc=1,88.

Coefficientes del Modelo ARIMA: AR (1) +0,2443 (Error estándar = 0,1107). AR (2) -0,2226 (Error Estándar = 0,0288).

MA (1) -0,1879 (Error estándar = 0,1116). MA (2) -0,0572 (Error Estándar = 0,0609).

S/AR(1) 0,9992 (Error estándar = 1,7706) S/MA(1) 0,9957 (Error Estándar = 5,6068)

a tener un MAPE menor que la obtenida con ARIMA y al contrastar con los valores reales que obtuvo la variable sujeto de estudio, se puede destacar:

- Para el periodo más próximo a ser contrastado empíricamente, es decir el 2 de enero de 2015, el algoritmo arroja un error ínfimo, inferior a los veinticinco centavos de pesos chilenos, sin embargo, al desplazarse y repetir las comparaciones esta diferencia tiende a crecer.
- Pese a la desviación entre el pronóstico y la estructura empírica, se mantienen los rezagos de tendencia dentro de los linderos previstos, replicando las variaciones en los módulos, en distintas escalas pero manteniendo los mismos sentidos.
- Los valores están dentro de los linderos definidos por sendos modelos.

Cuadro 4. Contraste valores del Pronóstico y Empíricos

Fecha	Inferior: 0,5%	SARIMA	ARIMA	USD real	Superior: 99,5%
01-01-2015	600,07	606,66	606,38	606,75	613,26
02-01-2015	594,98	606,50	606,48	606,75	618,03
03-01-2015	591,70	606,35	606,58	606,75	621,01
04-01-2015	589,47	606,33	606,60	606,75	623,19
05-01-2015	587,69	606,45	606,58	612,47	625,21
06-01-2015	586,11	606,65	606,57	616,76	627,19
07-01-2015	584,65	606,86	606,57	616,09	629,06
08-01-2015	583,36	607,11	606,57	614,09	630,87
09-01-2015	581,63	606,83	606,57	613,08	632,03
10-01-2015	580,03	606,60	606,57	613,08	633,18
11-01-2015	578,71	606,59	606,57	613,08	634,47
12-01-2015	577,61	606,73	606,57	614,03	635,85

*Las celdas demarcadas con verde contemplan los valores reales del periodo adyacente

Bases estadísticas del Banco Central, dólar observado, 1999-2014, Elaboración Propia

5.0 Estrategia y pronóstico

5.1 Desde la perspectiva empresarial tendemos a pensar que el éxito es el único resultado esperado por la organización y muchas veces, nuestros actos son omitidos por miedo a estar equivocados, generando con ello una cultura de mediocridad frente a los resultados, que si bien pueden ser positivos en un estricto rigor matemático, no necesariamente son los óptimos, derivados de la no realización de gestiones por no conocer tener la certeza del resultado favorable. Contemplando aquello se visualiza una contribución a la gestión financiera de la empresa la utilización de estrategias de inversión,

diversificación y minimización de pérdidas en conformidad a lo presentado como in-put estadístico de la modelación de la serie de tiempo del tipo de cambio del dólar, destacando que más allá de ser la panacea universal, es un indicador que al menos nos señala con suficiente certeza el sentido de variación del valor de la cotización en un horizonte de un día, que si bien no permite generar grandes rendimientos en exceso si logran en distintos planos cumplir con los objetivos de los enunciados propuestos, los cuales se procede a explicar:

- Minimizar perdidas: al tener un considerable certeza estadística del valor de la paridad USD/CLP con un día de rezago, se puede prever permutaciones en el tipo de cambio de transacciones que deba ejecutar la empresa, ya sea de financiamiento o de inversión, las cuales pueden ser mejoradas al disminuir la erosión monetaria derivada de un tipo de cambio desfavorable (que suba el USD, si se posee deuda o bien que baje la cotización si es el caso de la inversión). Si esto se cumple la implementación de metodologías como las descritas en este manuscrito permitirían al ejecutivo tomar decisiones con menor aversión a equivocarse, y muy seguramente pese a que no está garantizado que no erre, si se deja a entrever que aquellas que falle, tenderán a ser menos que las que acerté y más allá de eso, la sola decisión per se es mejor que la reacción de algunos responsables de estas decisiones financieras que por simple sobre-cuidado, no toman ninguna decisión y después simplemente traspasan la responsabilidad de los resultados a un *fenómeno de mercado*.

- Diversificar riesgos: si bien, es conocido por todo profesional de las finanzas que existe un límite de riesgo que puede ser diversificado, entendible que no todas las empresas pueden invertir en un numero tendiente a infinito de instrumentos de inversión, más si consideramos el tiempo y desgaste de recursos humanos que aquello significaría, se plantea y evidencia que es un estrategia plausible diversificar parte de esa variabilidad en transacciones con esta paridad, controlada aunque sea en un horizonte de un solo día de ventaja.

- Mejorar inversión: por último y en menor grado, esta podría ser ocupada muy escasamente como instrumento de inversión, obteniendo de ello rendimientos en exceso, si se dan las condiciones de; i) el tiempo de reacción de compra/venta de la divisa es menor que el tiempo de certeza relativa del pronóstico, ii) la variación del pronóstico es por una magnitud al menos

superior a la brecha cambiaria, mas comisión, mas prorrateo de costo empresarial del monitoreo y transacción y iii) el coste total de las transacciones erradas es menor que el rendimiento en exceso logrado con los aciertos.

6. Conclusiones

A partir del análisis realizado para la generación del presente manuscrito se puede concluir:

- Las desviaciones observadas en las técnicas de pronóstico efectuadas permiten inferir que no existe suficiente certeza para poder pronosticar el precio del dólar, utilizando modelos univariantes de serie de tiempo, más aún si se contempla que existe una brecha cambiaria entre el precio de compra y venta, el cual delimita el margen que se podría lograr al especular con esta variable.

- Con respecto Spread de Clearing y el problema de la brecha cambiaria dentro del mercado semi-formal, se puede decir que el rendimiento acumulado de la divisa en dos semanas es sólo 27% de las veces es mayor al promedio convencional que las casas cambiarias utilizan como diferencial entre el precio de compra y el de venta del dólar, el cual tiempos con tendencias bajistas el cual alcanza a 8 pesos (CLP); en parámetros normales sólo un 22% de las veces supera los 10 pesos; y un 15% de las veces supera la brecha en rachas alcistas o de incertidumbre económica de 14 pesos. Por consiguiente la capacidad de liquidar este activo sin sucumbir en pérdidas por conceptos de diferencial del precio y compra, en general se retrasa más de dos semanas para que por lo menos su conversión sobrepase al menos el spread.

- Para pronosticar con certeza aplicable para maximizar beneficios económicos, en un horizonte temporal mayor, se necesitan otro tipo de tratamientos a la variable, o bien, de herramientas más complejas, puesto que dado el vertiginoso mundo de los mercados financieros contemporáneos, los flujos de información fluyen con la bastante rapidez para que se puedan aplicar mejoras que tiendan a modelar de mejor manera el comportamiento de dólar.

- Sin perjuicio de lo anterior, es destacable que este tipo de activo, mantiene un alto grado de liquidez y que dado el nivel de transacciones que ocupan esta moneda como base, el tamaño

que alcanza el mercado cambiario en sus distintos niveles, es siempre una buena opción para mantener excedentes en caso que la empresa quiera diversificar riesgo ampliando el tipo de instrumentos que pueda invertir.

Como última reflexión se mantiene lo mencionado con respecto al movimiento de vector de la serie, el cual que pese a que fue pronosticado con desviaciones en el módulo creciente, se aproxima empíricamente al sentido de cada variación, siendo esto, al menos una buena base para un estudio posterior, centrado no el pronóstico, si no en el sentido de la variación y como este en forma agregada puede generar rendimientos en exceso si se modela como implementar dichas estrategias financieras.

Como líneas de investigación a seguir se recomienda:

- Utilizar métodos de predicción modernos, como lo son los novedosos métodos de Redes Neuronales (perceptron multicapa y función de base radial) donde el autoaprendizaje de éstas podrían ser la variaciones acumuladas o puntuales que se repitan luego de cierto proceso o alcanzar ciertas fronteras.

Referencias bibliográficas

- Agosin Trumper, M., Navarrete Castillo, R. M., & Serra D'Aprile, C. (2008). Modelo del Tipo de Cambio Chileno, Revisión Bibliográfica y Modelo VAR del Tipo de de Cambio Nominal Chileno. Santiago, Chile.
- Appleyard, D. R., & Field, A. J. (1995). Economía Internacional. México: Irwin.
- Bernal C. (2010). Metodología de la Investigación. Universidad de la Sabana, Colombia: Prentice Hall.
- Brown, S., Goetzmann, W., Kumar, A. (1998). The Dow Theory: William Peter Hamilton's Track Record Reconsidered. The Journal of Finance 53, issue 4, pp. 1311- 1333
- Clark, T. (2004). "Can Out-of-Sample Forecast Comparisons Help Prevent Overfitting?" Journal of Forecasting 23(2): 115-39.
- Cerda, H. (1998). Los Elementos de la investigación. Bogotá: El Búho.
- De Zwart, G.J., T. Markwat, A. Swinkels y D. van Dijk (2007). "Chartists and Fundamentalists in Emerging Markets." Documento de Trabajo, Erasmus University. Enero.
- Díaz D, Parisi A, Parisi F. (2007). Modelos De Algoritmos Genéticos y Redes Neuronales En La Predicción De Índices Bursátiles Asiáticos, Cuadernos de economía Vol. 43, pp. 251-253.
- Eiteman, D. K., Stonehill, A. I., & Moffet, M. H. (2000). Las Finanzas en las empresas multinacionales. México: Pearson education.
- Engle R, Hendry and J.Richard (1983) "Exogeneity". Econometrica 51.
- Friedman M. (1975). The International Monetary System: Part I Mechanism and Operation, Staff Papers, vol. X, Julio 1963.
- Grubel. (1969). The International Monetary System. Penguin Books.
- Klostock F. El Mercado monetario internacional: estructura, amplitud e instrumentos. CEMILA 1965.
- Leung T., Daouk H., Chen An-Sing (2000). .Forecasting stock indices: a comparison of classification and level estimation models. International Journal of Forecasting (16) 2, pp. 173-190.
- LUCAS, R.E., Jr. (1972), "Expectations and the neutrality of money", Journal of Economic Theory, 4: 103-124.
- Martin, A. (2001) "Technical Trading Rules in the Spot Foreign Exchange Markets of Developing Countries." Journal of Multinational Financial Management 11(1): 59-68.
- Mc Connell, C. R., & Blue, S. L. (2000). Economía. Principios, problemas y políticas. Colombia: Mc Graw

Hill.

Montero. R (2013): Test de Causalidad. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España.

Sims, Ch (1980) Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48.

Schmidt-Hebbel, K. (Junio 2006). La Gran Transición de Regímenes Cambiarios y Monetarios en América Latina. Documentos de Política Económica, Banco Central de Chile., 5.

Snider, D. (1966). *International Monetary Relations*, Random House Inc. New York.

Taylor, M.P. y H. Allen (1992). "The Use of Technical Analysis in the Foreign Exchange Market." *Journal of International Money and Finance* 11(3):304-14.

Triffin, R. (1966). *The Evolution of the International Monetary System: Historical Reappraisal and Future Perspectives*. Princeton University, International Finance Section, Dep. of Economics Princeton, N. J.

Vallejos. (2012). Introducción a las Series Cronológicas, Documento de Trabajo, Universidad Federico Santa María, pp 3-4.

Wooldrige, J. M. (2001). *Introducción a la Econometría*. México: Thomson learning.