

Trabajo Fin de Grado

**Análisis del tipo de cambio euro dólar
durante el periodo 2008 – 2017:**

**Expansiones cuantitativas del Banco Central
Europeo y la Reserva Federal de los EE. UU.**

Autor

Daniel Tremps Adell

Director

Jorge Bielsa Callau

Facultad de Economía y Empresa

2018

RESUMEN

El Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976) trata de predecir, entre otras cosas, los efectos a medio y corto plazo que tendrían las políticas monetarias sobre el tipo de cambio. Siguiendo este modelo analizamos el periodo entre 2008 – 2017 tanto desde el lado de la Eurozona, como de los Estados Unidos ya que en dicho periodo el Banco Central Europeo y la Reserva Federal de los Estados Unidos llevaron a cabo diversas expansiones monetarias. En concreto, analizamos empíricamente los efectos sobre el tipo de cambio de las políticas monetarias llevadas a cabo en dicho periodo, comparándolas con los resultados teóricos del modelo de Dornbusch tanto en el medio como en el corto plazo.

Palabras clave: Overshooting, Dornbusch, BCE, FED, tipo de cambio, euro, dólar.

ABSTRACT

The Dornbusch's Overshooting Model (1976) tries to predict, among other issues, the medium and short term effects that monetary policies would have on the exchange rate. Following this model, we analyze the period between 2008 - 2017 from the Eurozone and the United States sides, since in this period both, the European Central Bank and the Federal Reserve of the United States, carried out various expansive monetary policies. More precisely, we analyse empirically the effects of the monetary policies carried out in this period, with the theoretical results of the model both in the medium and in the short term.

Keywords: Overshooting, Dornbusch, ECB, FED, Exchange rate, euro, dolar.

ÍNDICE

1.- Introducción.....	3
2.- Aspectos teóricos.....	5
2.1.- Modelo dinámico.....	5
2.1.1.- Equilibrio estacionario.....	6
2.1.2.- Efectos de la política monetaria.....	7
2.2.- Estudios posteriores.....	9
3.- Análisis de la situación actual del mercado de divisas.....	12
3.1.- Análisis a largo plazo.....	13
3.1.1.- Expansión monetaria de la Eurozona en el largo plazo (2008-2017).....	13
3.1.2.- Expansión monetaria de los Estados Unidos en el largo plazo (2008-2017).....	16
3.2.- Análisis a corto plazo.....	18
3.2.1.- Efectos sobre el tipo de cambio de la expansión monetaria del BCE en el corto plazo.....	19
3.2.2.- Efectos sobre el tipo de cambio de la expansión monetaria de la Fed en el corto plazo.....	22
4.- Conclusiones.....	28

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- INTRODUCCIÓN

El análisis del tipo de cambio es de gran importancia en la economía, especialmente en la actualidad, dada la gran globalización existente. Es por ello por lo que en este trabajo hemos analizado el comportamiento de los mercados de divisas durante los años 2008 – 2017, basándonos en el Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976).

Hemos elegido el análisis de dicho periodo por ser una de las situaciones más excepcionales vividas hasta la fecha, especialmente desde la creación del euro, dado que desde 2001 no se había dado una expansión monetaria tan pronunciada y prolongada en el tiempo, dividida además en diferentes fases, lo que nos facilita la comprobación del cumplimiento del Modelo de Wilson, (1979) para los casos en los agentes anticipen las políticas y del Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976) para los casos en los que no se anticipan.

El efecto de “Overshooting” o sobre-reacción es denominado así debido a que se produce inicialmente una apreciación o depreciación excesiva de la moneda nacional, debido a las diferentes velocidades de reacción de las variables por las políticas monetarias llevadas a cabo por los bancos centrales, para, posteriormente, retroceder hasta el que será el tipo de cambio de equilibrio dada la nueva situación macroeconómica. Este ha sido el punto de partida de nuestro trabajo, si bien es cierto que el Modelo de Overshooting de Dornbusch podría no adecuarse perfectamente a la situación tan extraordinaria vivida en los últimos años.

El motivo de la elección de este tema ha sido poder estudiar como las políticas monetarias no convencionales llevadas a cabo por los bancos centrales afectan a los tipos de cambio. Para ello, hemos decidido centrarnos en el tipo de cambio del euro frente al dólar, dado que, tanto la Reserva Federal de los Estados Unidos, como el Banco Central Europeo, han llevado a cabo recientemente políticas monetarias expansivas mediante expansiones cuantitativas o QE por sus siglas en inglés (Quantitative Easing).

Para la realización del trabajo de contrastación del cumplimiento de esos modelos ha sido necesaria la obtención y elaboración de una extensa base de datos. En concreto, para poder analizar el tipo de cambio mensual, era preciso recopilar datos de los tipos de interés de ambos bancos centrales, así como índices de precios al consumo en ambas zonas. Todo ello requiere además de una armonización entre los datos, dado que no todos pueden obtenerse con los mismos intervalos temporales ni en los mismos formatos. Además, cabe destacar la dificultad para recuperar desde las bases de datos algunos de ellos, especialmente la base monetaria del BCE.

El trabajo se divide en dos grandes bloques. En primer lugar, hemos realizado un análisis teórico del modelo, tratando de comprender los aspectos formales de este, así como su funcionamiento, de manera que podamos analizar de forma teórica los efectos de un incremento en la oferta monetaria. También hemos analizado algunos de los estudios posteriores al modelo de Dornbusch, los cuales solucionan o mejoran ciertos aspectos del modelo básico. Si bien es cierto que el propósito de este trabajo no es aportar nuevos elementos a estos modelos, sí que es recomendable realizar un pequeño acercamiento a los mismos, dado que podrían ser adecuados para comprender mejor la situación actual del mercado de divisas.

En segundo lugar, hemos pasado a realizar un análisis empírico basado en el Modelo de Overshooting de Dornbusch para la situación concreta por la que ha pasado el tipo de cambio del euro/ dólar. En concreto, nos centrándonos con especial interés en los periodos actuales, en los que tanto la Reserva Federal de EE. UU. como el Banco Central Europeo han llevado a cabo políticas monetarias no convencionales, ampliando la oferta monetaria en diversas ocasiones mediante las denominadas expansiones cuantitativas. Para la realización de este análisis hemos optado por analizar en primer lugar los efectos a medio plazo de dichas políticas, tanto desde el punto de vista de la Eurozona, como del de los EE. UU.

Posteriormente hemos analizado cómo las políticas monetarias expansivas han afectado al tipo de cambio en el corto plazo, centrándonos en los diferentes periodos en los que ambos bancos centrales han puesto en marcha las mencionadas políticas. Para el caso de la Eurozona solo hemos analizado un periodo, dado que el BCE únicamente llevó a cabo una expansión cuantitativa, mientras que la Fed decidió realizar tres expansiones cuantitativas. Es por esta razón por la que hemos analizado independientemente cada una de ellas. Hemos tenido la fortuna de que dichas políticas no han coincidido en el tiempo, por lo que no se han visto afectadas entre sí, lo que simplifica el estudio y, especialmente, nos permite realizar el análisis siguiendo el Modelo de Overshooting de Dornbusch.

Concluimos el trabajo con un breve resumen de los principales hechos que sugiere el análisis de los datos a la luz del modelo utilizado. En la medida en que los datos se adapten a lo que predeciría el modelo, estaríamos ante una validación del mismo. Si por el contrario los datos lo desmienten, trataremos, al menos, de indicar qué extensiones o variables omitidas podrían estar detrás de ese hecho.

2.- ASPECTOS TEÓRICOS

La base teórica para la realización de este trabajo es el Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976), el cual es un modelo dinámico de una economía abierta, que se basa en los siguientes supuestos:

- Nos encontramos con dos economías, una nacional y el resto del mundo, siendo la economía nacional pequeña, por lo que no puede influir significativamente en la situación del exterior, de este modo las variables del resto del mundo son exógenas para la economía nacional.
- Abiertas financiera y comercialmente al exterior.
- La economía nacional está parcialmente especializada, es decir, los bienes que produce son sustitutivos imperfectos de los bienes del resto del mundo, por lo que el precio de los bienes nacionales se verá influido por el precio de los bienes exteriores.
- Hay perfecta movilidad de capitales internacional y los inversores son neutrales al riesgo.

Centrándonos en el Modelo de Overshooting de Dornbusch, vamos a suponer que la economía fluctúa en torno a un estado estacionario fijo a medio plazo, y que además el tipo de cambio es flexible y que, el gasto público se financia con bonos.

A corto plazo el tipo de cambio tiene un ajuste inmediato, mientras que el mercado de bienes no se ajusta instantáneamente. Ello provoca una asimetría en la velocidad de ajuste de los mercados, pudiendo distinguir entre el corto y el medio plazo para el ajuste del tipo de cambio y el mercado de bienes respectivamente.

2.1.- MODELO DINÁMICO

- **Paridad descubierta del tipo de interés:** Los tipos de interés interno y externo convergen si los tipos de cambio no experimentan variaciones:

$$(1) \quad \dot{e}^e = r - r^*$$

Siendo \dot{e}^e la tasa de depreciación esperada de la moneda nacional frente a la extranjera, r el tipo de interés de la economía nacional y r^* el tipo de interés de la economía mundial.

- La demanda agregada del bien es una función creciente respecto al tipo de cambio real, y del gasto público, pero decreciente del tipo de interés real:

$$(2) \quad y^d = \delta(e + p^* - p) - \sigma(r - \dot{p}^e) + g \quad \delta > 0 \quad \sigma > 0$$

Tipo de cambio real: El tipo de cambio nominal compensará las variaciones en los precios relativos entre países, restableciendo el tipo de cambio real.

$$(3) \quad e^r = e + p^* - p \quad e^r: \text{ln tipo de cambio real}; e: \text{ln tipo de cambio nominal};$$

- **Ecuación de oferta agregada a medio plazo:**

$$(4) \quad \dot{p} = \alpha(y^d - y_N) \quad \alpha > 0$$

$y_N = \ln(Y_N)$ siendo Y_N el nivel de producción del equilibrio estacionario.

- **Ecuación de equilibrio del mercado de dinero:**

$$(5) \quad m - p = \theta y_N - \lambda r \quad \theta > 0 \quad \lambda > 0$$

Siendo:

$$m - p = \ln(M/P)$$

- Recordemos que las variaciones en precio y tipo de cambio son inmediatas, por lo que:
 - (6) $\dot{p}^e = \dot{p}$
 - (7) $\dot{e}^e = \dot{e}$

Las letras minúsculas denotan las variables expresadas en logaritmos, de forma que las variaciones en el tiempo de los logaritmos de las variables se interpretan como la tasa de variación de la variable, por ejemplo \dot{e} sería la tasa de variación del tipo de cambio nominal.

2.1.1.- EQUILIBRIO ESTACIONARIO

Sintetizando el modelo llegamos a las siguientes **dos ecuaciones de equilibrio**, con dos variables endógenas, la tasa de variación de los precios y la tasa de variación del tipo de cambio.

$$(8) \quad \dot{p} = \frac{\alpha}{1 - \alpha\sigma} \left[-\left(\delta + \frac{\sigma}{\lambda}\right)p + \delta e + \frac{\sigma}{\lambda}m + g + \delta p^* - \left(\frac{\sigma\phi}{\lambda} + 1\right)y_N \right]$$

$$(9) \quad \dot{e} = \frac{1}{\lambda} (p - m + \phi y_N) - r^*$$

El equilibrio estacionario corresponderá a la situación en la que $\dot{e} = \dot{p} = 0$.

Si $\dot{e} = 0$:

$$(10) \quad p = \lambda r^* + m - \phi y_N$$

$$\left. \frac{dp}{de} \right|_{\dot{e}=0} = 0$$

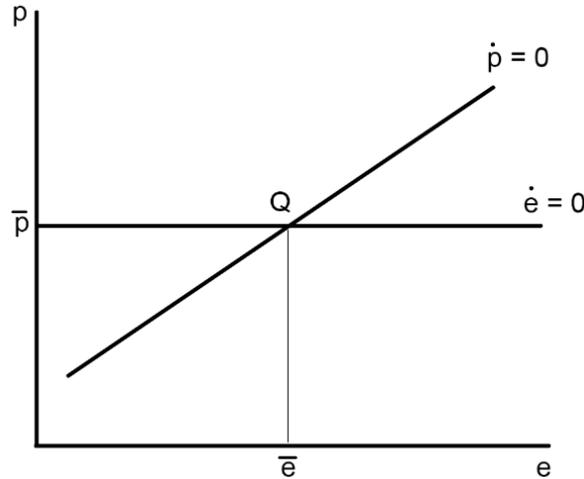
Y si $\dot{p} = 0$:

$$(11) \quad p = \frac{1}{\delta + \frac{\sigma}{\lambda}} \left[\delta e + \frac{\sigma}{\lambda}m + g + \delta p^* - \left(1 + \frac{\sigma\phi}{\lambda}\right)y_N \right]$$

$$\left. \frac{dp}{de} \right|_{\dot{p}=0} = \frac{\delta}{\delta + \frac{\sigma}{\lambda}} > 0$$

Todos aquellos puntos que satisfagan dichas ecuaciones harán que el sistema se encuentre en equilibrio estacionario.

Gráfico 2.1.- Equilibrio estacionario en el modelo de Dornbusch



(FUENTE: Elaboración propia)

Con:

$$(12) \quad \bar{p} = \lambda r^* + m - \phi y_N$$

$$(13) \quad \bar{e} = \left(\lambda + \frac{\sigma}{\delta} \right) r^* + m + \left(\frac{1}{\delta} - \phi \right) y_N - \frac{g}{\delta} - p^*$$

2.1.2.- EFECTOS DE LA POLÍTICA MONETARIA.

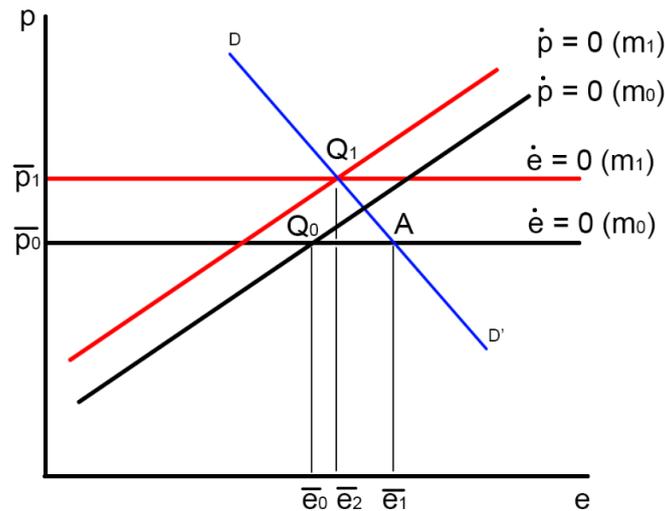
Comenzamos en este apartado con la cuestión principal de este trabajo, ¿Cómo afecta la política monetaria al tipo de cambio?, en concreto vamos a analizar teóricamente los efectos de una política monetaria expansiva.

Si diferenciamos los valores de p y de e en el equilibrio respecto a m vemos que:

- $dp = dm > 0$
- $de = dm > 0$

Es decir, al aumentar la cantidad de dinero, ambas funciones deberán desplazarse hacia arriba, alcanzando un nuevo equilibrio estacionario al que llamaremos Q_1 .

Gráfico 2.2.- Efecto de la política monetaria expansiva en el modelo de Dornbusch



(FUENTE: Elaboración propia)

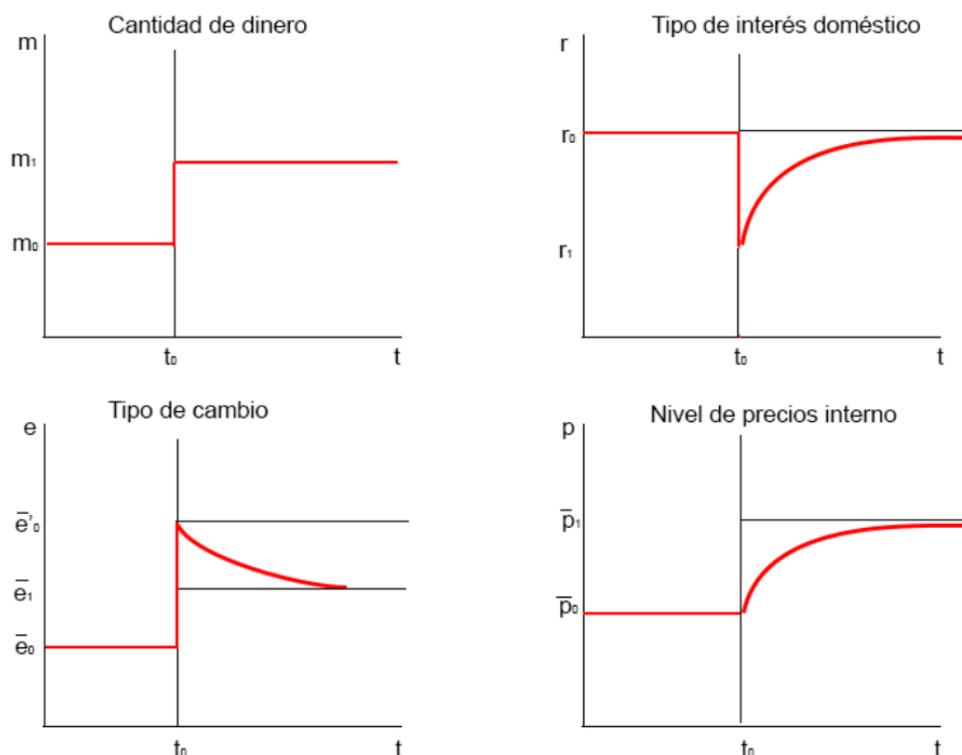
Para alcanzar este nuevo equilibrio pasaremos por las siguientes fases:

1. Aumentará el tipo de cambio (depreciación) manteniendo los precios constantes, pasando de $Q_0 \rightarrow A$.
2. Se seguirá la senda de equilibrio DD' , pasando de $A \rightarrow Q_1$ es decir, aumentarán los precios y disminuirá el tipo de cambio (apreciación).

Un aumento de la cantidad de dinero produce un exceso de oferta, ello se traduce en un exceso de demanda de bonos, subiendo así su precio y bajando el tipo de interés, lo que hace que se deprecie la moneda por la salida de capitales, dado que los activos denominados en moneda extranjera son más rentables.

El efecto Overshooting o “sobrerreacción” es debido a que los agentes prevén esta depreciación de la moneda nacional, por lo que aumentan la demanda de divisas, produciéndose así una depreciación inmediata de la moneda, teniendo de este modo una moneda muy devaluada. Posteriormente, con unos tipos de interés más bajos, se produce un incremento de la actividad económica, que a su vez hace aumentar nuevamente el tipo de interés y el nivel de precios, así como disminuir el tipo de cambio (apreciar parcialmente la moneda).

Gráfico 2.3.- Fases del Modelo de Overshooting de Dornbusch.



(FUENTE: Elaboración propia)

Esto es lo que sucederá según el modelo original de Dornbusch en caso de que se realice una política monetaria expansiva que no ha sido anunciada previamente. Veamos ahora algunas matizaciones y extensiones de ese marco básico inicial.

2.2.- ESTUDIOS POSTERIORES

Si bien es cierto que este modelo puede representar fielmente el comportamiento de los mercados de divisas ante ciertos componentes exógenos como el aumento de la base monetaria, también presenta ciertos problemas, como expresa Rogoff, K. (2002) *“El problema básico con el modelo de Dornbusch es eso, mientras que parece capturar importantes puntos de inflexión en la política monetaria bastante bien (por ejemplo, la deflación de Volcker de principios de los 80 en los Estados Unidos y la deflación de Thatcher de finales de los 70 en Gran Bretaña), el modelo no parece capturar todas las otras grandes oscilaciones del tipo de cambio que se producen regularmente.”*

Es por ello por lo que el modelo de Dornbusch ha servido como base a diferentes estudios, los cuales tratan de explicar las oscilaciones de los tipos de cambio que el modelo de Dornbusch no logra predecir. Según Rogoff, K. (2002) *“Tal vez la predicción empírica más sólida del modelo sea la observación de Jeffrey Frankers (1979) que, bajo un conjunto razonablemente general de suposiciones, que incluyen que los shocks monetarios deben ser una fuente predominante de perturbaciones, un modelo generalizado de Dornbusch predice que el tipo de cambio real y el diferencial de interés real se correlacionarán positivamente. Es decir, las altas tasas de interés reales subirán*

la tasa de cambio real. La generalización de Frankers es importante, ya que si un aumento en la oferta monetaria indica una inflación futura elevada, tendrá efectos muy diferentes sobre los tipos de interés nominales a largo plazo que si el aumento en la oferta monetaria se considera una relajación temporal. Centrarse en las tasas de interés reales esulta para solucionar este problema.”

Es decir, Rogoff, K. y Fankers J. llegan a la conclusión de que se debe distinguir entre dos tipos de shocks monetarios, por un lado, aquellos que afecten a la inflación futura, es decir, que tengan efectos reales sobre la economía, y por otro lado, aquellos shocks monetarios que los agentes consideren únicamente como temporales, los cuales podrían no tener efectos sobre la economía real a largo plazo.

Otro modelo que deberíamos estudiar es el modelo de Wilson, C. A. (1979), el cual se diferencia del modelo original de Dornbusch en que se asume que los agentes siguen unas expectativas racionales, es decir, los agentes llevan a cabo predicciones a largo plazo correctamente con la información de la que disponen, dado que las expectativas son insesgadas, eficientes y consistentes. Ello implica pueden predecir que el tipo de cambio será mayor que el actual ante una política monetaria expansiva, y tal como describe Bellido et al (2005) ello “*constituye una razón más para adquirir activos en moneda extranjera, con el consiguiente aumento del tipo de cambio. Como resultado, el tipo de cambio se eleva por encima de su valor de largo plazo, es decir, sobrerreacciona.*”

Este modelo mide los efectos de las políticas anticipadas, por el que los agentes son capaces de anticipar los efectos que una determinada política monetaria va a tener sobre los mercados desde el momento en el que estos tengan información acerca de dicha política.

Si bien es cierto que los efectos de equilibrio de las variables son los mismos a medio plazo que en el modelo básico de Dornbusch, los ajustes que se siguen hasta alcanzar dicho equilibrio son diferentes.

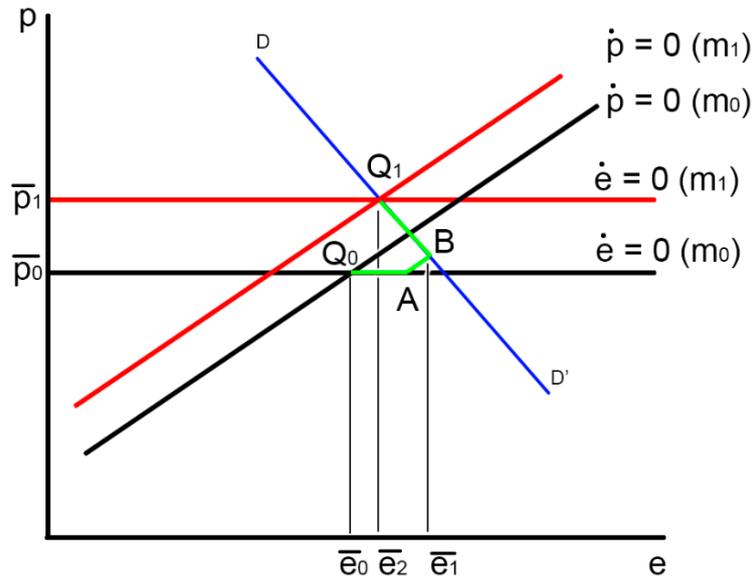
Supongamos que los agentes saben que se va a llevar a cabo una política monetaria expansiva y también conocen las consecuencias de ella, por lo que prevén una depreciación de la moneda debido a una disminución del tipo de interés interno, que hará que salgan capitales y, por tanto, la esperada depreciación. Dada esta situación, los agentes decidirán comprar divisas, lo que provocará un exceso de demanda de estas, depreciando la moneda nacional anticipadamente y aumentando el tipo de cambio ($Q_0 \rightarrow A$). En este punto la depreciación de la moneda nacional provoca un aumento de la competitividad, produciéndose un exceso de demanda de bienes, que provocará que suban los precios ($A \rightarrow B$).

Recordemos que, en este momento, todavía no se ha llevado a cabo la política monetaria, por lo que los efectos sobre el tipo de cambio y los precios comenzarán antes de que se lleve a cabo dicha política.

Una vez se lleva a cabo la política monetaria expansiva se seguirá la senda hacia el equilibrio de medio plazo de la misma manera que en el caso no anticipado. En esa trayectoria final, el precio seguirá aumentando, mientras que el tipo de cambio disminuirá en alguna medida debido a la sobrerreacción que ha sufrido ($B \rightarrow Q_1$). La diferencia fundamental con el caso estándar no anticipado del modelo de Dornbusch es que, al

realizarse una parte del ajuste en precios (y en output) con anterioridad a la realización de la política, la sobre-reacción será menor con toda seguridad. En función del tiempo de antelación del anuncio, bien pudiera ocurrir que dicha sobre-reacción fuese apenas perceptible.

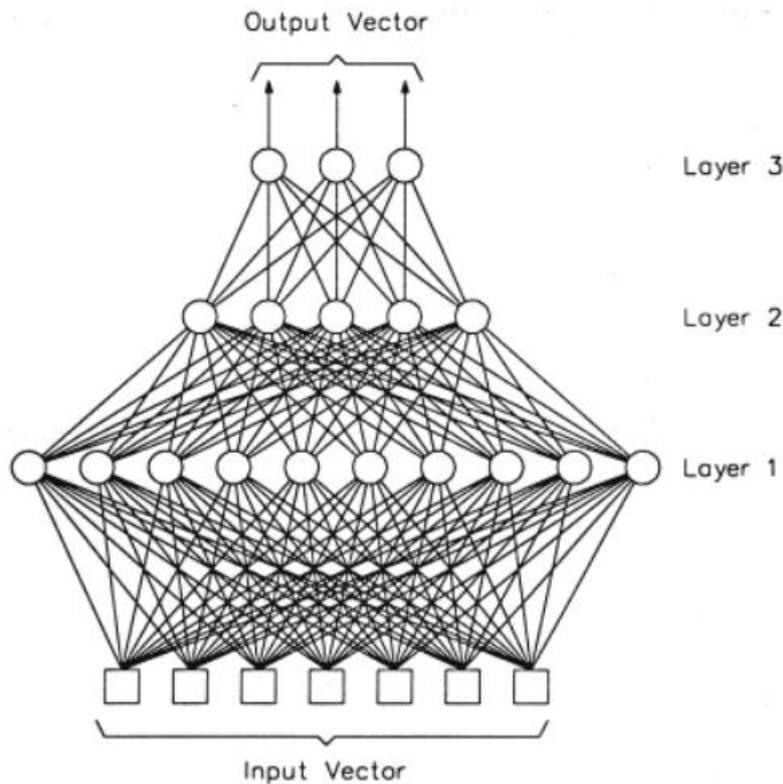
Gráfico 2.4.- Efecto de la política monetaria expansiva anticipada



(FUENTE: Elaboración propia)

Otros modelos actuales, que deberíamos nombrar, son los llamados multi-layer perceptron (MLP), aunque no vamos a profundizar en ellos en exceso. Estos modelos basados en la tecnología Deep Learning, cuentan con una serie de nodos de entrada, por los cuales le hacemos llegar la información que deseamos, en nuestro caso podrían ser datos pasados del tipo de cambio, tipos de interés, IPCs... Posteriormente, el modelo dispone de unas neuronas que procesan la información y nos devuelven los valores de las variables que deseamos.

Dichos modelos, según los análisis realizados por Dunis, C., & Williams, M. (2002), ofrecen los mejores resultados en el tipo de cambio EURUSD, enfrentándose a modelos econométricos y otros modelos de redes neuronales, siendo el MLP el que mejores resultados obtuvo, con unos beneficios anuales de 5.82% sin incluir los costes.



(FUENTE: Fundamentals Of Statistics)

3.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO DE DIVISAS.

En este apartado nos vamos a centrar en el estudio de la situación actual en el mercado del tipo de cambio Euro-Dólar (EURUSD en adelante), más concretamente analizaremos cómo las políticas monetarias expansivas por parte de la Reserva Federal de los Estados Unidos (Fed en adelante), así como de dichas políticas realizadas por el Banco Central Europeo (BCE), han afectado al tipo de cambio.

Para ello hemos recopilado los datos mensuales del tipo de cambio, tomando el referido al momento del cierre de cada mes. Dichos datos han sido obtenidos de la base de datos privada del bróker ActivTrades (2017). Este tipo de cambio está referido en dólares por euro, de manera que si el tipo de cambio sube, el euro se aprecia (y el dólar se deprecia), es por ello por lo que, al analizar los movimientos desde el punto de vista de la Zona Euro, debemos tener en cuenta que van a ser inversos a los movimientos estudiados en los aspectos teóricos estudiados en el apartado 2.

Por otro lado, los datos de las bases monetarias han sido obtenidos de las bases de datos de la Fed (2017), así como del BCE (2017).

Todos los datos han sido tratados de manera que se pudiesen combinar y ordenar en un mismo fichero, dado que ni las fechas de publicación ni las unidades coincidían en todos los casos. Es por ello por lo que se ha procedido a expresar ambas bases monetarias en millones de dólares y de euros en cada caso.

El análisis se ha dividido en dos partes principales, por un lado, un análisis a medio plazo durante el periodo de la crisis (2008-2017), y, por otro lado, un análisis a corto plazo en los periodos posteriores a las expansiones monetarias, centrándonos principalmente en las expansiones cuantitativas o QE por sus siglas en inglés.

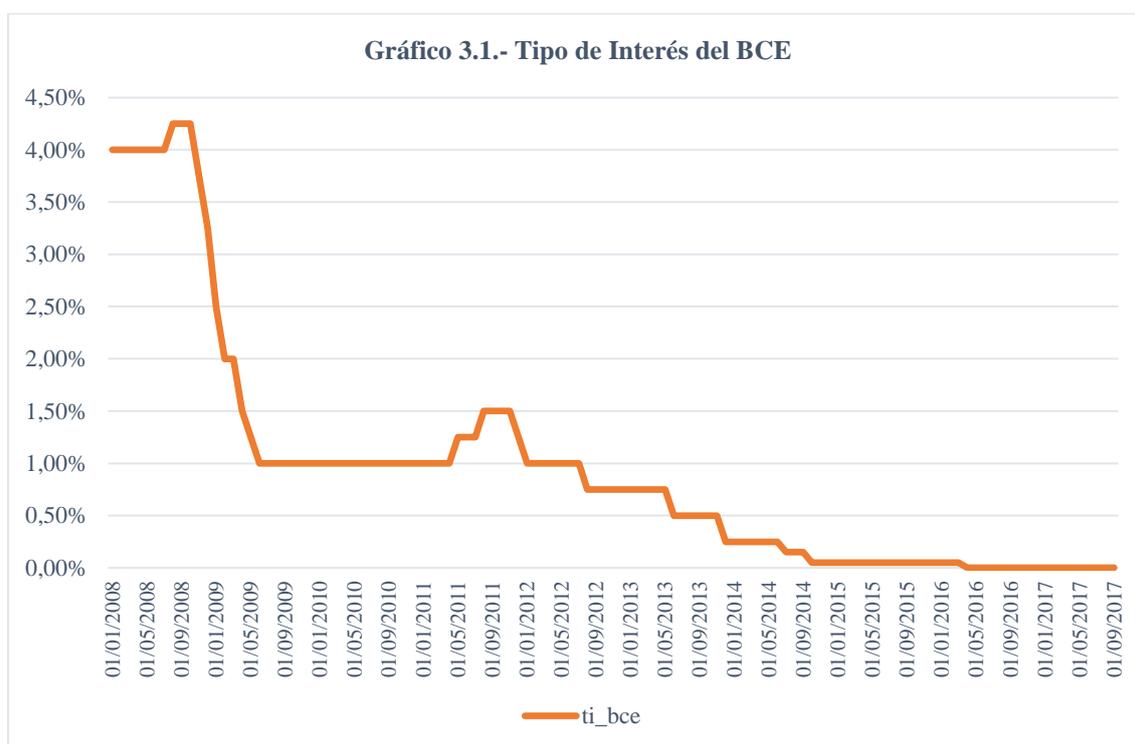
3.1.- ANÁLISIS A MEDIO PLAZO.

Analizaremos por un lado la expansión monetaria realizada por la Eurozona en el periodo 2008-2017 y sus efectos en el tipo de cambio, y, por otro lado, haremos el mismo análisis desde el punto de vista de EE.UU.

En este caso esperamos que una expansión monetaria provoque una depreciación de la moneda nacional en el medio plazo, pero habrá que esperar al análisis para saber si esto sucede en ambos casos, dado que estamos en una situación excepcional con dos fuertes expansiones monetarias en ambas zonas, si bien con una distribución temporal distinta.

3.1.1.- EXPANSIÓN MONETARIA DE LA EUROZONA EN EL PERIODO (2008-2017).

En este periodo, la Eurozona ha llevado a cabo unas profundas expansiones monetarias, en primer lugar, realizando bajadas escalonadas muy intensas de los tipos de interés como se observa en el gráfico 3.1. Es de esperar que estas bajadas tan intensas estén detrás de fuertes aumentos del dinero en circulación y, con ello, sensibles descensos en el tipo de interés nominal de mercado.



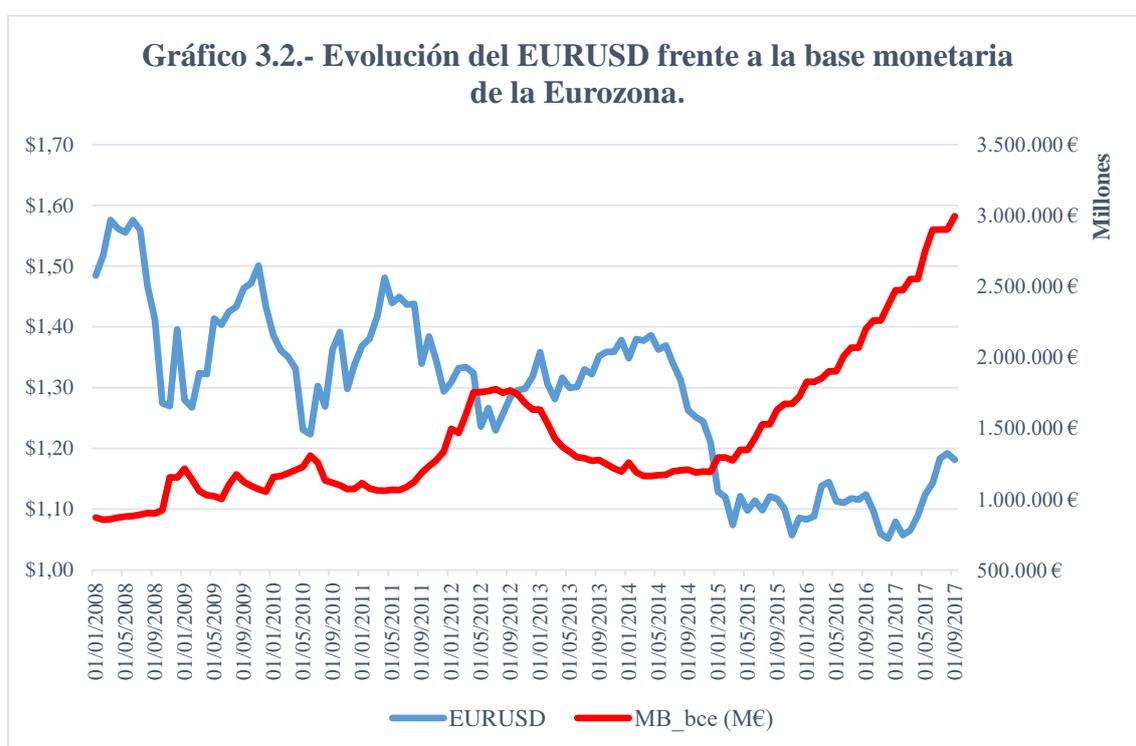
(FUENTE: BCE y elaboración propia)

A su vez, y debido a que las bajadas de tipos no eran suficientes, el BCE optó por realizar medidas no convencionales, llevando a cabo una expansión cuantitativa, o QE, mediante la cual se aumentó fuertemente y de manera continuada la base monetaria mediante la compra de deuda, tanto pública como privada. Esta política suplementaria pretende

continuar la bajada de los tipos nominales de mercado una vez que el tipo de intervención ha agotado su recorrido siendo prácticamente nulo a partir de 2014.

Dicha QE comenzó el 22 de enero de 2015, cuando Mario Draghi anunció la compra de 60.000 millones de euros mensuales de bonos gubernamentales, agencias e instituciones europeas. Esta expansión cuantitativa debía durar hasta septiembre de 2016, pero se anunció su continuidad hasta observar un avance continuado en la senda de la inflación.

En el gráfico 3.2 podemos ver la evolución de la base monetaria de la Eurozona. (MB_BCE) conjuntamente con el tipo de cambio EURUSD, observando dos fases claramente diferenciadas, una primera desde 2008-2015 con un aumento más moderado de la base monetaria, y una posterior fase a partir de 2015, con el inicio de la ya mencionada expansión cuantitativa.

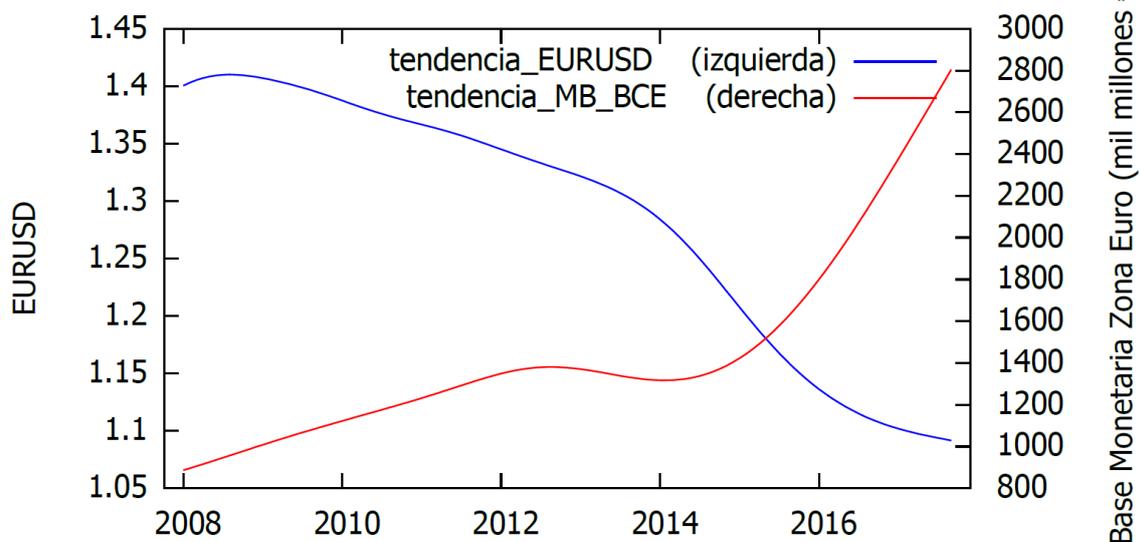


(FUENTE: ActivTrades, BCE y Elaboración propia)

Podemos apreciar como la expansión monetaria ha provocado una depreciación del euro, sin embargo, aparece demasiado ruido que nos impide ver con claridad la evolución de las variables, por lo que creemos que sería conveniente tratar los datos de manera que podamos eliminar dicho ruido.

Para ello hemos utilizado el filtro Hodrick-Prescott en el programa econométrico Gretl, descomponiendo las series en sus componentes tendenciales y cíclicas, de este modo podemos realizar un gráfico utilizando únicamente las tendencias de las series, pudiendo así apreciar mejor la evolución en este periodo.

Gráfico 3.3.- Tendencia del EURUSD y de la Base Monetaria de la Zona Euro

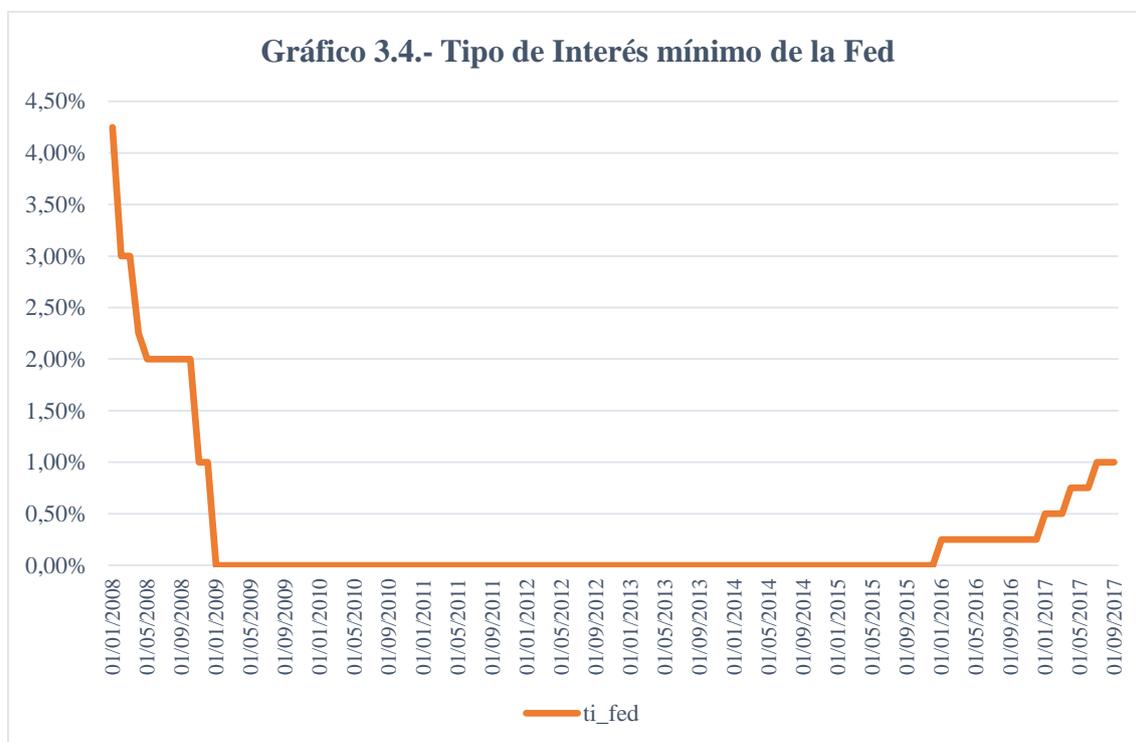


(FUENTE: ActivTrades, BCE y Elaboración propia)

Observando el gráfico 3.3 se puede llegar a la conclusión de que el aumento en la base monetaria de la Eurozona ha sido la causa de la depreciación del euro, o, dicho de otro modo, una expansión monetaria causaría una depreciación de la moneda nacional. Esto es obvio a partir de 2015, aunque es dudoso con anterioridad. En otras palabras, vemos como una expansión monetaria más pronunciada, como la ocurrida a partir de principios de 2015, coincidiendo con el inicio de la expansión cuantitativa, causaría una depreciación mayor del euro, lo cual concuerda con lo previsto en el modelo de Dornbusch. La evidencia no es tan fuerte antes de 2015 porque debemos tener en cuenta que al otro lado del Antártico también se estaban realizando políticas monetarias. Veamos esto en el siguiente epígrafe.

3.1.2.- EXPANSIÓN MONETARIA DE LOS ESTADOS UNIDOS EN EL PERIODO (2008-2017).

Al igual que ocurre en el caso de la Eurozona, la Reserva Federal de los EE.UU. realizó una expansión monetaria en varias fases, comenzando con una bajada de los tipos de interés como se muestra en el gráfico 3.4. Puede verse a simple vista que esta política fue más rápida y agresiva que en Europa.



(FUENTE: FRED y elaboración propia)

Es decir, en este caso observamos una bajada más rápida y temprana que la llevada a cabo por el BCE. Es por ello por lo que la Reserva Federal tuvo que llevar a cabo una expansión cuantitativa antes que el Banco Central Europeo, dado que los tipos mínimos cayeron hasta el 0% mucho antes que en la Eurozona.

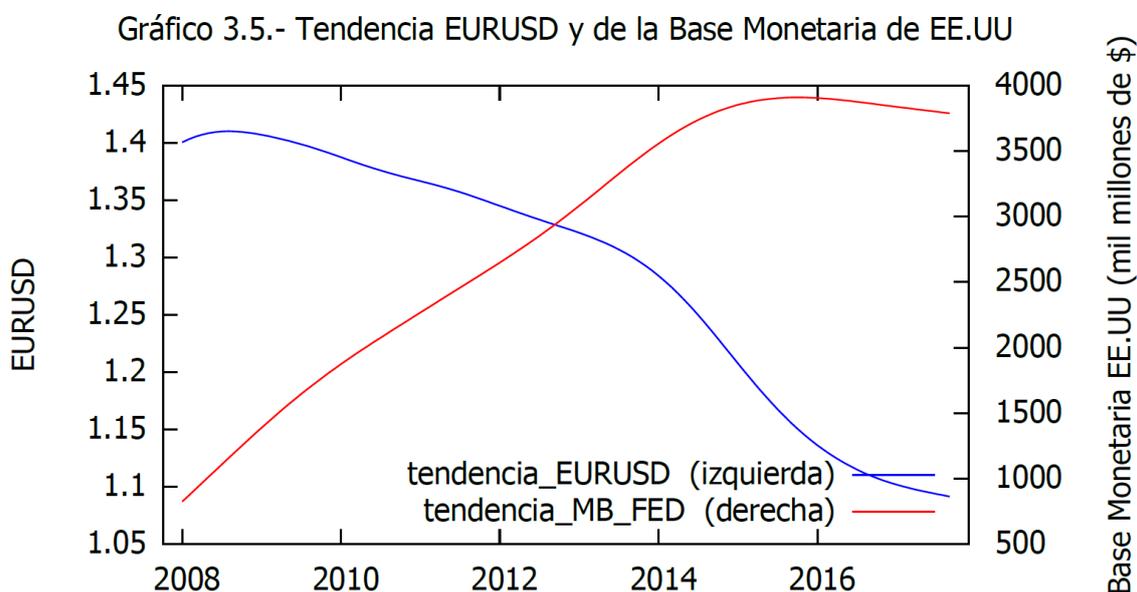
Como podemos leer en “*Quantitative Easing In Focus: The U.S. Experience*” (Forbes 2015) la expansión cuantitativa por parte de la Reserva Federal siguió tres fases.

En primer lugar, la llamada QE1 anunciada el 25 de noviembre de 2008, cuando la Fed anunció la compra de 600 mil millones \$ en deuda pública y valores hipotecarios (MBS), en un principio estas compras estarían esterilizadas mediante ventas del Tesoro, si bien es cierto que en marzo de 2009 se decidió ampliar la QE1, esta vez sin esterilizar, hasta marzo de 2010.

Posteriormente, el 3 de noviembre de 2010, la Reserva Federal anunció un programa de compra (QE2) de 600 mil millones \$ en bonos del Tesoro, concluyendo en junio de 2011.

La última fase fue la QE3, anunciada el 13 de septiembre de 2012, cuando la Fed se comprometió a comprar valores hipotecarios a razón de 40 mil millones \$ al mes, hasta que el mercado laboral mejorase. Esta última fase finalizó en octubre de 2014.

En el gráfico 3.5 podemos ver la evolución de la base monetaria de los EE.UU. (MB_FED) conjuntamente con el tipo de cambio EURUSD, para ello hemos utilizado el filtro Hodrick-Prescott en el programa econométrico Gretl.



(FUENTE: ActivTrades, Fed y elaboración propia)

En este caso vemos como la base monetaria de la Fed crece considerablemente desde 2008 hasta 2017, sin embargo, esto no provoca una depreciación del dólar a largo plazo, sino que este se aprecia respecto al euro, lo cual es una incongruencia con el modelo de Dornbusch.

Para resolver esta cuestión debemos tener en cuenta que en el largo plazo la paridad del poder adquisitivo⁽¹⁾ será, la que nos marque una apreciación o depreciación de la moneda. Es por ello por lo que hemos analizado la evolución de los IPC en este periodo a ambos lados del Atlántico.

Para este análisis hemos decidido cambiar el año base a 2008, de este modo podemos comparar la evolución de ambos índices, los cuales hemos plasmado en el gráfico 3.6, pudiendo observar como el índice de precios de Estados Unidos ha aumentado más que en el caso de la Eurozona, lo cual no explica que la tasa de variación del tipo de cambio sea negativa, es decir, que el dólar se aprecie –y el euro se deprecie– en el periodo desde 2008 – 2017 que estamos analizando.

(1) Paridad de poder adquisitivo: Establece que a largo plazo la variación del tipo de cambio real será nula, es decir, cualquier variación en los precios relativos de los bienes será compensada por el tipo de cambio.

$$\dot{\epsilon} = \pi^* - \pi$$

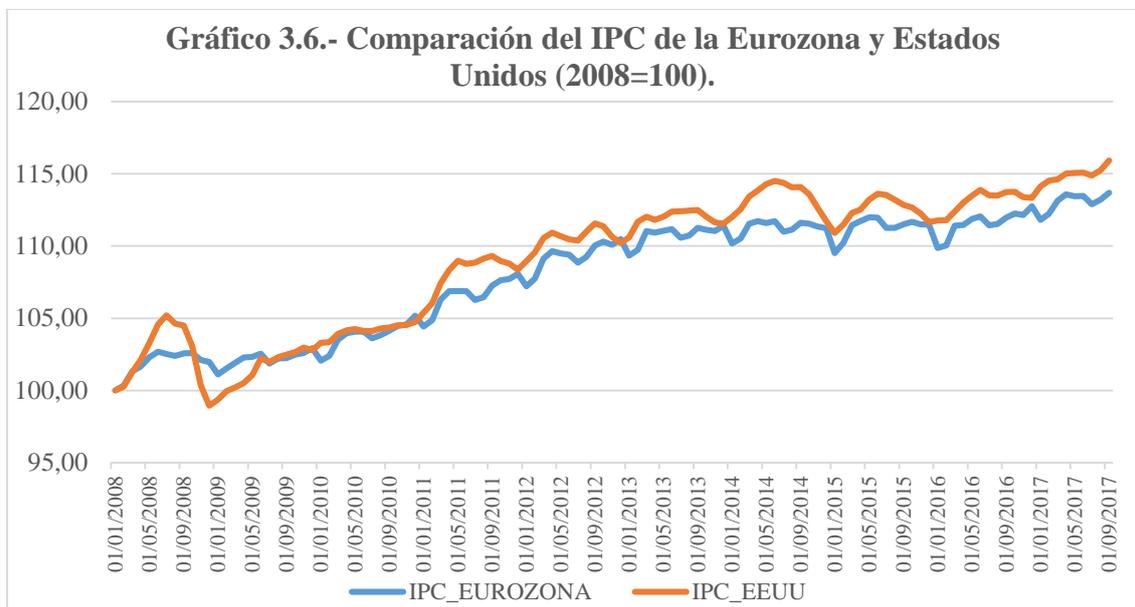
Siendo:

$\dot{\epsilon}$ la tasa de variación del tipo de cambio.

π^* el índice de precios del exterior.

π el índice de precios de nuestro país.

Por tanto, ambos factores son contrarios a las predicciones del modelo, por lo que habrá que buscar las causas en otra parte. El motivo por el cual no se cumple la Paridad de poder adquisitivo recogida en el Modelo de Overshooting de Dornbusch puede ser el riesgo, cosa que no recoge dicho modelo. Debemos recordar que nos encontramos en un periodo de incertidumbre, y por ello ciertas divisas se han utilizado como mercados refugio, como podría ser el euro, dado el tamaño de la economía de la Eurozona. Sin embargo, dada la situación vivida en 2012 por países como Grecia, España, Portugal o Italia han hecho que se haya tomado como un activo refugio al dólar, por lo que, en este periodo, pese a lo que predice el modelo sin riesgo, el dólar se ha apreciado respecto al euro. En resumen, la demanda de dólares ha sido superior a la que predice el modelo sin riesgo, y la apreciación resultante se produce a pesar de las intensas políticas monetarias llevadas a cabo nada más iniciada la crisis.



(FUENTE: Eurostat y elaboración propia)

Lo anterior nos lleva a realizar un análisis más de corto plazo (por tramos) en los que quizá el modelo pueda tener una mayor utilidad. Dedicamos a ello el siguiente apartado.

3.2.- ANÁLISIS A CORTO PLAZO.

Llegados a este punto, vamos a analizar los efectos a corto plazo en el tipo de cambio de las diferentes fases de las políticas monetarias llevadas a cabo, tanto por la Reserva Federal, como por el Banco Central Europeo.

El análisis lo hemos dividido en dos partes, tal como hicimos en el punto 3.1, de modo que comenzaremos analizando los efectos de las políticas del Banco Central Europeo y, posteriormente, analizaremos las políticas de la Reserva Federal, para finalizar con una conclusión de los resultados en su conjunto.

3.2.1.- EFECTOS SOBRE EL TIPO DE CAMBIO DE LA EXPANSIÓN MONETARIA DEL BCE EN EL CORTO PLAZO.

Para este apartado es conveniente tener presente una línea temporal con las actuaciones del BCE.

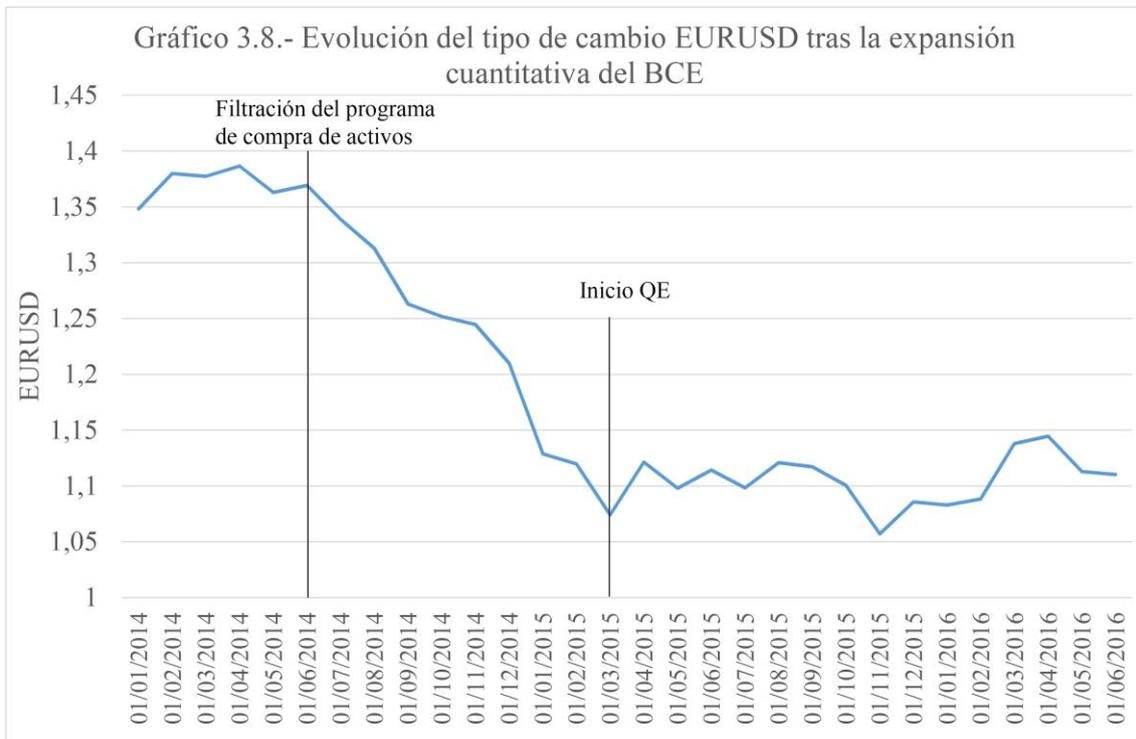
Gráfico 3.7.- Línea temporal de la expansión monetaria del BCE.



FUENTE: Elaboración propia

Como observamos en el gráfico 3.7, el 22 de enero de 2015 Mario Draghi anunció de forma oficial una expansión cuantitativa, la cual comenzaría en marzo del mismo año. Pese a ello, cabe destacar que desde mediados de 2014 ya se había filtrado que el BCE planeaba un programa de compra de activos (El mundo, 2014). Un año después del anuncio oficial, en marzo de 2016, el presidente del BCE compareció ante los medios para anunciar una ampliación de dicha QE.

Si transportamos dichas fechas al gráfico del tipo de cambio podremos analizar los efectos que dicha política causó en el corto plazo. Para ello hemos realizado el gráfico 3.8 en el que hemos tomado los datos del tipo de cambio desde enero de 2014 hasta junio de 2016, de manera que seamos capaces de observar los efectos de la filtración del programa de compra de activos, así como los efectos posteriores al inicio de dicho programa.

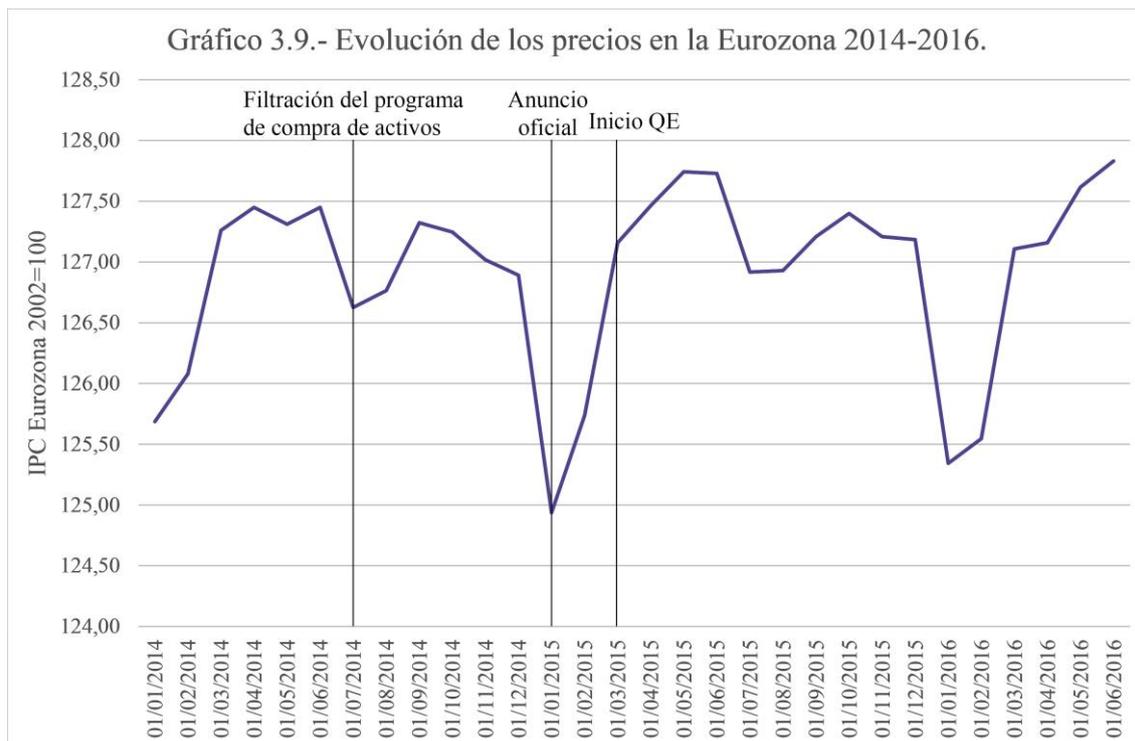


(FUENTE: ActivTrades y elaboración propia)

Se aprecia, como el Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976) y la versión posterior de Wilson, C. A. (1979) se cumplen, ya que la filtración de una expansión monetaria por parte del BCE hace que los agentes anticipen una depreciación del euro y, por ello, aumenta la demanda de divisas, en este caso dólares, propiciando así una rápida depreciación del euro que pasó de 1,37\$/€ a tan solo 1,07\$/€.

También cabe destacar una leve sobrereacción de los agentes, dado que una vez que comienza la expansión cuantitativa, el tipo de cambio sube hasta 1.12\$/€, confirmando una vez más el Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976). Dicho en otras palabras, si no se hubiese producido la filtración, la depreciación del euro hubiese sido mucho más rápida e intensa tras el comienzo efectivo de la política. Ese año previo de depreciación más lenta se debe a la coexistencia de los movimientos especulativos y a una sensible expansión económica en Europa como consecuencia de su cada vez más depreciada moneda.

Hasta ahora hemos comprobado como el euro seguía el modelo, ahora vamos a comprobar si los precios también lo hacen.



(FUENTE: Eurostat y elaboración propia)

Dado que la reacción en los precios no se produce de manera inmediata como lo hace el tipo de cambio, no es hasta el anuncio oficial cuando los precios comienzan a subir claramente, como vemos en el gráfico 3.9, donde hemos representado el IPC de la Eurozona.

Sin embargo, no podemos afirmar que la depreciación del euro haya sido la única causante del incremento de los precios, dado que, si comparamos el IPC en la fecha de la filtración, cuando el euro comienza a depreciarse, y el IPC posterior al inicio de la QE, vemos que ambos datos no revisten diferencias significativas. La caída en el IPC a finales de 2014 bien podría deberse a causas ajenas a este modelo. En concreto, es probable que para que la economía real notase el efecto de la depreciación debiera pasar más tiempo, ya que, en este caso particular, pasado un año desde la depreciación, no se aprecian efectos netos sobre la economía real.

3.2.2.- EFECTOS SOBRE EL TIPO DE CAMBIO DE LA EXPANSIÓN MONETARIA DE LA FED EN EL CORTO PLAZO.

Para el caso de los Estados Unidos vamos a realizar una línea temporal al igual que hicimos para el caso de la Eurozona, dado que como vimos en el apartado 3.1.2, la Reserva Federal no llevó a cabo una sola expansión cuantitativa como hizo el Banco Central Europeo, sino que realizó tres expansiones cuantitativas.

Gráfico 3.10.- Línea temporal de la expansión monetaria de la Fed.

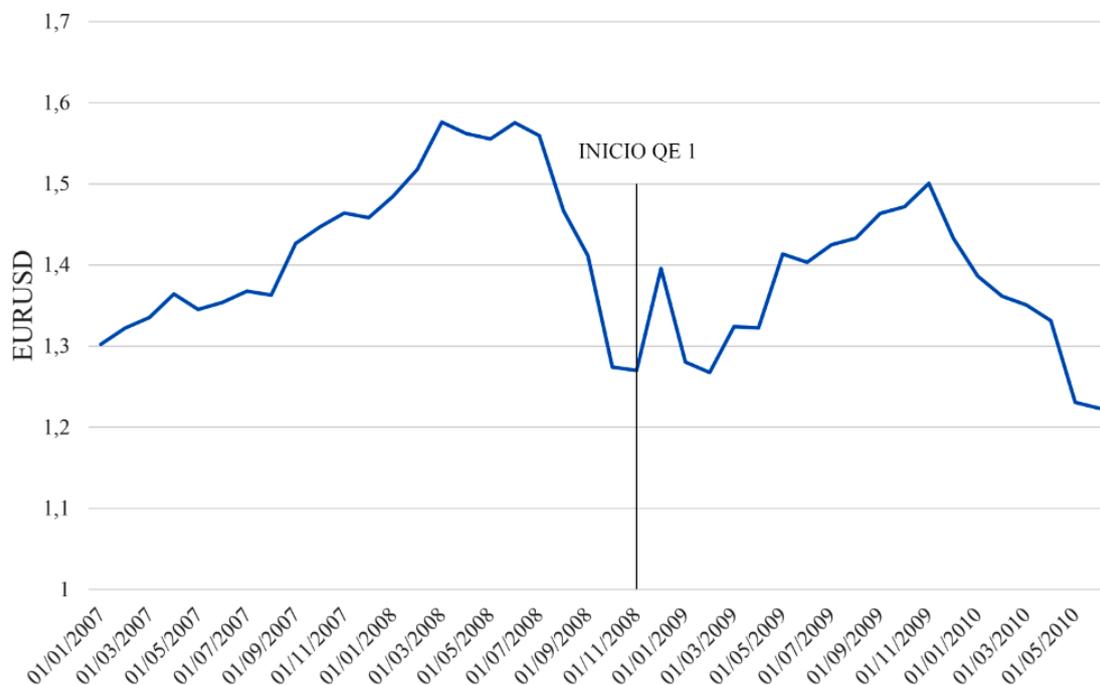
QE 1		QE 2		QE 3	
16/12/2008	01/03/2010	03/11/2010	01/06/2011	13/09/2012	01/10/2014
INICIO QE 1	FIN QE 1	INICIO QE 2	FIN QE 2	INICIO QE 3	FIN QE 3
Fed comprará 600 mil millones ampliados a 850 mil millones posteriormente		Fed comprará 600 mil millones mensualmente		Fed comprará 40 mil millones mensuales, ampliados posteriormente con 45 mil millones mensuales más.	

FUENTE: Forbes (2015) y elaboración propia

Realizaremos en este caso un análisis individual de cada una de las expansiones cuantitativas, de esta manera podremos diferenciar los efectos en el corto plazo para el tipo de cambio del euro/dólar.

Comenzaremos por tanto con la QE 1, la que fue la de menor cuantía, pero una de las más importantes, dado que se llevó a cabo muy próxima al inicio de la crisis económica mundial que estalló en 2007. Además, la Reserva Federal trataba en estos momentos de llevar a cabo una potente política monetaria expansiva, dado que a la vez que realizó la expansión cuantitativa bajó los tipos al 0%.

Gráfico 3.11.- Evolución del EURUSD en el transcurso de la QE 1



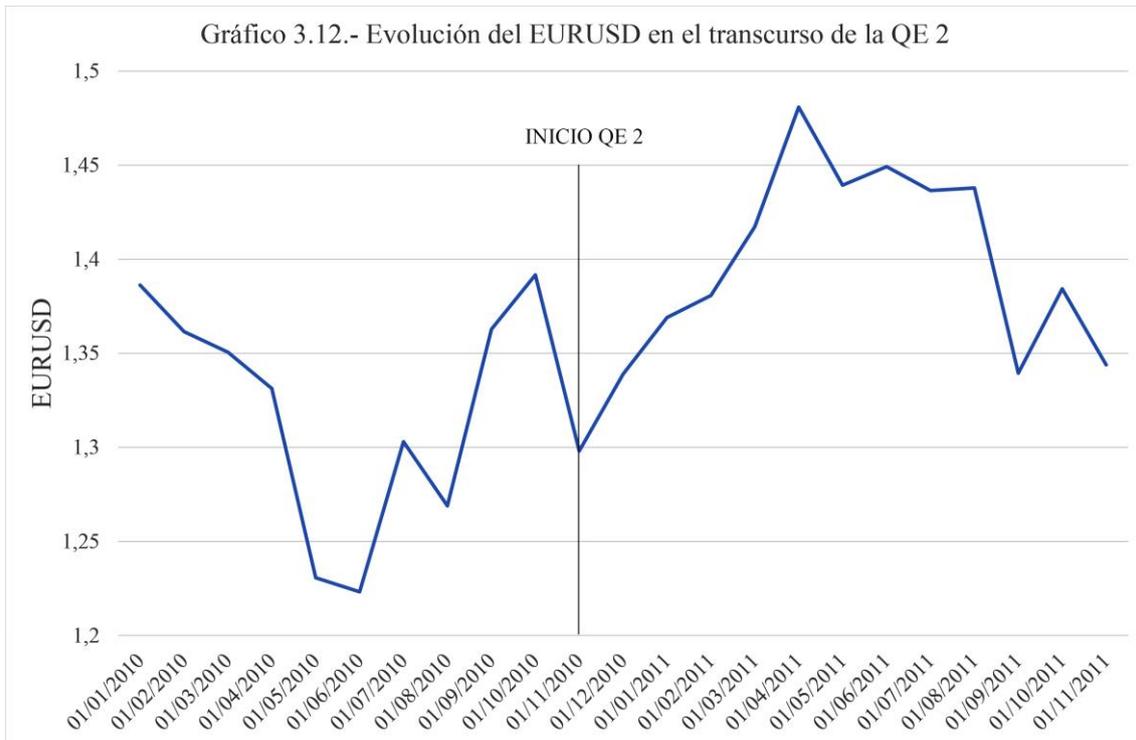
(FUENTE: ActivTrades y elaboración propia)

En este caso solo disponemos de datos que indican el anuncio oficial por parte de la Reserva Federal tan solo un mes antes del inicio de la QE 1, por lo que podríamos interpretarla como una expansión monetaria no anticipada.

Tras el inicio de la QE 1 se deprecia rápidamente el dólar, lo que indica que los agentes están demandando divisas extranjeras, euros en este caso, cumpliéndose por tanto la teoría del Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976).

Cabe destacar, que este es un periodo en el que no solo se llevan a cabo políticas monetarias expansivas mediante la expansión cuantitativa, la Fed decide a su vez bajar los tipos de interés al 0%, mientras que el BCE los mantiene al 2% y, posteriormente, los baja hasta el 1%. Es por ello por lo que todas estas medidas favorecen una depreciación del dólar, ya que el diferencial de tipos de interés entre ambas economías provoca que salgan capitales de EE.UU. en busca de unos mayores rendimientos en el Eurozona, si además añadimos la QE 1 a la ecuación, llegamos a comprender el motivo por el que el tipo de cambio pasó de 1,30\$/€ a 1,50\$/€. Como vemos, esta perspectiva temporal más corta nos permite delimitar con precisión cuál de las dos economías realiza un impulso monetario más grande. El hecho de que sea claramente EE.UU. el que lo hace en este periodo es el que está detrás de la evidente depreciación del dólar que se produce. Por tanto, los datos observados replican perfectamente lo que hubiese predicho el modelo.

Pasaremos a analizar los efectos de la QE 2, la cual se anunció oficialmente en noviembre de 2010 y que incluía la compra de 600 mil millones \$ de bonos del tesoro a largo plazo a razón de 75 mil millones \$ mensuales (Forbes 2015). El inicio de la QE 2 tendría lugar en esa misma fecha, por lo que estaríamos ante un nuevo caso de expansión cuantitativa sin anticipar, aunque cabe destacar que, en esta ocasión, sí que había ciertos indicios de que la Reserva Federal fuese a realizar unas nuevas políticas monetarias expansivas en forma de expansión cuantitativa, ya que no podían realizar otro tipo de políticas al haber establecido los tipos de interés al 0%.

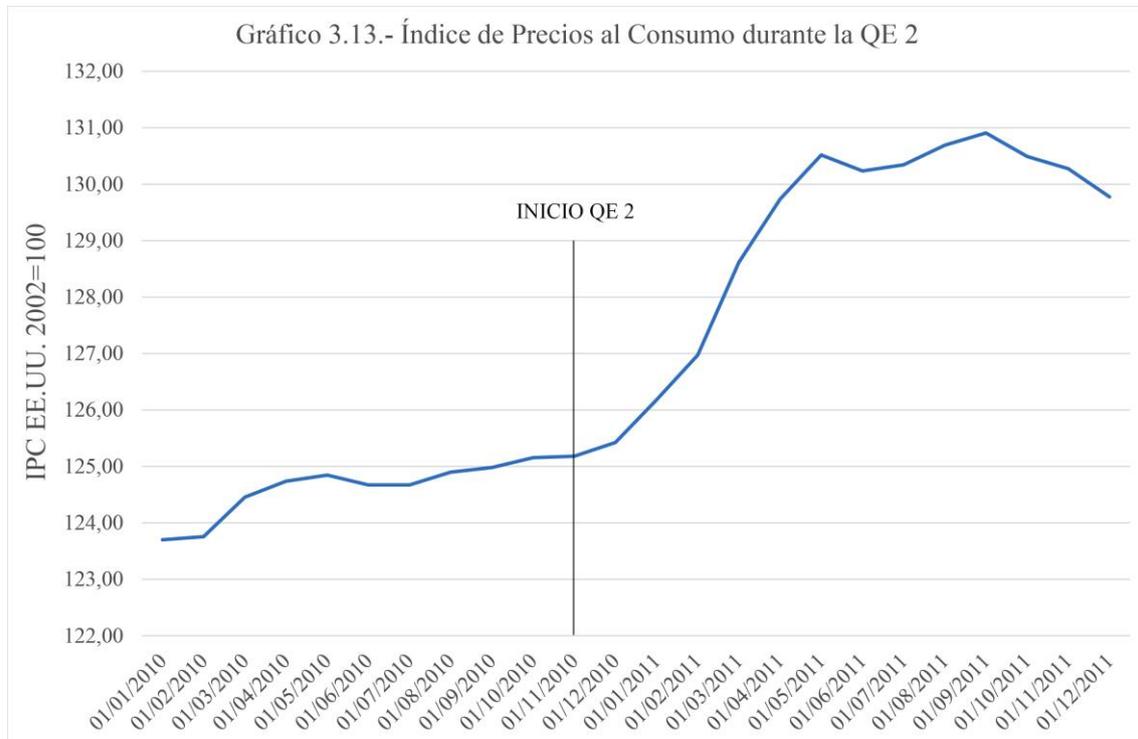


(FUENTE: ActivTrades y elaboración propia)

En el inicio de la QE 2, el tipo de cambio se sitúa en los 1,30\$/€, pasando a los 1,48\$/€, es decir, el dólar sufre una rápida depreciación, en tan solo cinco meses ha tenido una variación del 14%. Es a partir de junio de 2011, coincidiendo con el fin de la expansión cuantitativa por parte de la Fed, cuando el dólar comienza a apreciarse, siguiendo una senda que podría acercarle a los valores anteriores a la política monetaria expansiva.

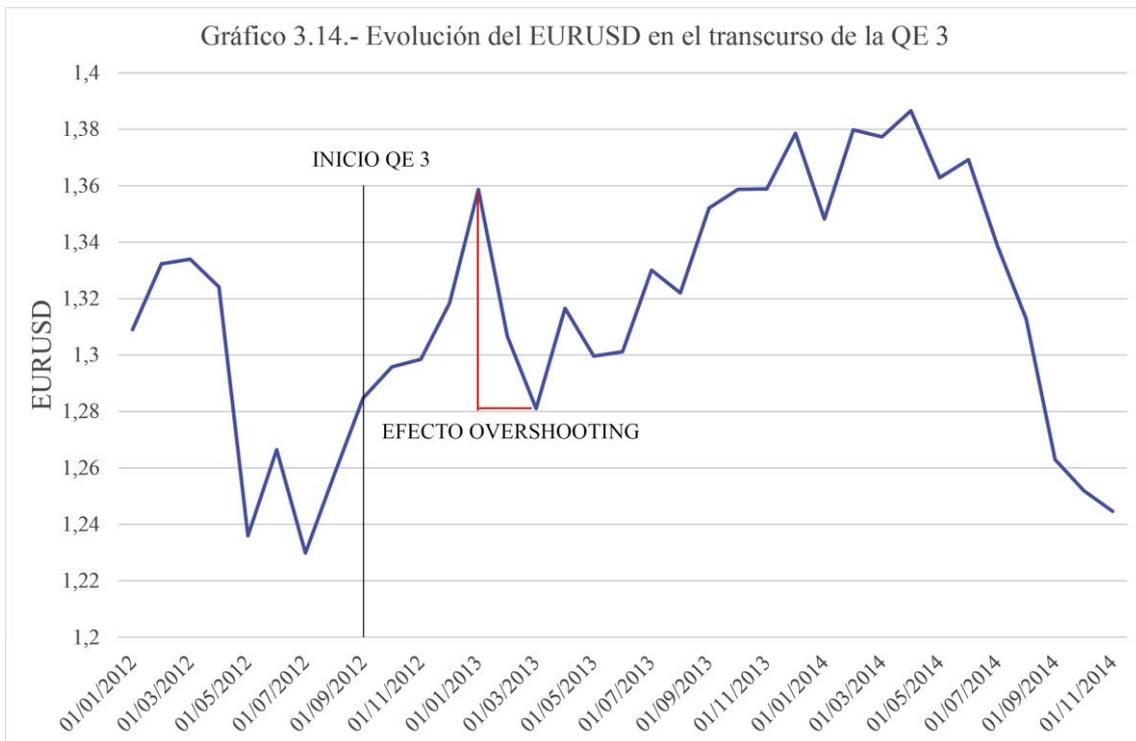
Debemos indicar en este caso que podría haberse llevado a cabo una sobrereacción de los agentes, y ello haría que el dólar se apreciase a partir del primer trimestre de 2011, dado que, como veremos en el gráfico 3.13, los precios alcanzaron en ese momento su máximo de este periodo. Por tanto, podemos observar de forma nítida tanto la depreciación inmediata como la apreciación posterior con vuelta a un posible estado estacionario en torno a algo más de 1,35\$/€

Si nos fijamos en el índice de precios del gráfico 3.13, podemos observar como se experimenta una subida en los precios debido a la depreciación del dólar. En este caso, la subida en los precios no ha sufrido ningún retardo, y los efectos de la expansión cuantitativa se han podido observar en la economía real a su vez que se observaban las variaciones en el tipo de cambio, aunque en menor proporción, ya que el IPC se incrementó en un 4,5%, frente a la depreciación del 14% sufrida por el dólar.



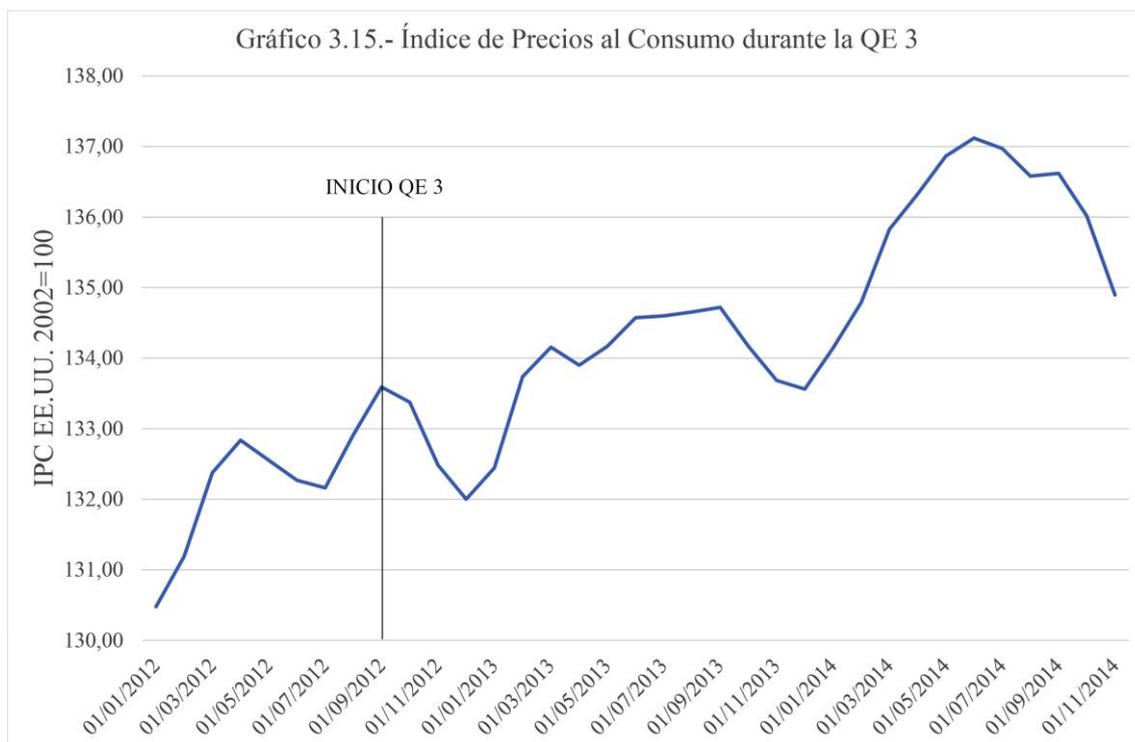
(FUENTE: Eurostat y elaboración propia)

La última fase de las políticas monetarias expansivas por parte de la Reserva Federal fue la llamada QE 3, la cual comenzó en septiembre de 2012 y tendría una duración de dos años. En este caso la cuantía fue de 40 mil millones \$ mensuales, incrementados hasta los 85 mil millones \$ mensuales con la llamada Operación Twist mediante la cual la Fed vendió bonos del Tesoro a entre 6 y 30 años, para comprar aquellos con vencimiento menor a tres años. Es por este motivo por el que no creemos que deba considerarse dicha operación como un mecanismo de expansión monetaria, sino como una fórmula de reestructuración de la deuda del Tesoro, cambiando las obligaciones a corto plazo por otras a más largo plazo.



(FUENTE: ActivTrades y elaboración propia)

Analizando los efectos de la QE 3 sobre el tipo de cambio apreciamos una depreciación al igual que ocurriría en las QE 1 y QE 2. En este caso es posible distinguir también de forma clara el efecto Overshooting del Modelo de Dornbusch (1976). Vemos como los agentes sobrereaccionan a la política monetaria llevada a cabo por la Reserva Federal porque compran masivamente la moneda extranjera (venden dólares). Es en ese momento cuando aumenta la actividad económica y los precios, que es precisamente lo que devuelve al dólar al nuevo estado estacionario con una ligera depreciación respecto al valor anterior. Para comprobarlo hemos analizado los efectos sobre el IPC de EE.UU.



(FUENTE: Eurostat y elaboración propia)

En este caso vemos como los precios no han comenzado a subir hasta seis trimestres después de la aplicación de la política. Por tanto, dicha corrección inicial puede deberse a otros elementos no recogidos en el modelo, como la contracción económica que sufren en ese periodo varios países europeos fruto de la política monetaria contractiva realizada por el BCE.

4.- CONCLUSIONES.

Las políticas monetarias expansivas llevadas a cabo por la Reserva Federal y por el Banco Central Europeo durante los años 2007 – 2017 comenzaron con una bajada de los tipos de interés en 2008 por la Fed, y, posteriormente, el BCE, llegando a unos tipos del 0% en ambos casos, lo que dejó poco margen de maniobra. Llegados a este punto, ambos bancos centrales tomaron la decisión de realizar expansiones cuantitativas con el fin de afectar a los tipos de interés nominales.

Hemos podido analizar los efectos de estas expansiones cuantitativas sobre el tipo de cambio del EURUSD. Para ello, hemos seguido el Modelo de Overshooting de Dornbusch (1976) y el Modelo de Wilson, (1979), permitiendo, siendo este último, el que considera la posibilidad de un anuncio anticipado de las políticas. Para poder estudiar correctamente el cumplimiento de ambos modelos hemos analizado los efectos sobre el tipo de cambio en el medio plazo y en el corto plazo, llegando a las siguientes conclusiones.

En el medio plazo, se llega a la conclusión de que el Modelo de Dornbusch no ha predicho correctamente los efectos sobre el tipo de cambio en el caso de los EE.UU. Hemos observado como el IPC de los EE. UU. aumentó en mayor medida que el IPC de la Eurozona durante este periodo, lo cual implicaría una apreciación del euro a medio plazo. Sin embargo, la inestabilidad global vivida en este periodo, especialmente en la Eurozona con la incertidumbre sobre países miembros como Grecia, España, Portugal o Italia, ha hecho que los agentes económicos tomen el dólar estadounidense como un valor refugio, tratando de minimizar el riesgo. Esta demanda de dólares como activo seguro genera fuerzas hacia la apreciación del dólar respecto al euro, es decir, una demanda de dólares superior a la que el modelo predice. Para corregir este aspecto, podríamos incorporar una prima de riesgo en la paridad descubierta de tipos de interés, de manera que:

$$\dot{e}^e = r - r^* + \text{riesgo}$$

Con este cambio, siendo el riesgo elevado y los tipos de interés similares, el tipo de cambio aumentaría, lo que corresponde con una apreciación del dólar, es decir, el modelo pasaría a predecir correctamente lo sucedido en el medio plazo.

En el corto plazo, hemos comprobado como las expansiones cuantitativas realizadas por los bancos centrales han tenido los efectos que se esperaban según los modelos. Se observaban depreciaciones de las monedas correspondientes en los momentos de realización de las políticas monetarias expansivas. A destacar la QE realizada por el BCE, en la que se cumplió el Modelo de Wilson, ya que los agentes pudieron anticipar el inicio de la misma al haberse producido una filtración con anterioridad.

Por otro lado, es cierto que el efecto Overshooting no ha sido tan evidente como cabría esperar. El motivo podría ser el anticipo de las políticas por los agentes, dado que se realizan ajustes con anterioridad, pudiendo llegar a anular dicho efecto, como bien recoge el Modelo de Wilson, C.A. Además, debemos volver a tener en cuenta que los modelos utilizados no tienen en cuenta el riesgo, y estamos en un periodo de un alto riesgo.

Las conclusiones alcanzadas sugieren algunas críticas a los modelos estudiados. Son modelos básicos los cuales no incorporan escenarios complejos como los vividos durante la crisis. Además, están basados en la premisa de que la economía nacional es pequeña limitando su uso en exceso ya que tanto EE. UU. como la Eurozona tienen el tamaño y el volumen mundial suficiente como para influir en el resto del mundo, de manera que ciertas variables que los modelos toman como exógenas, probablemente, debieran ser consideradas como endógenas en estos casos. En otras palabras, podemos concluir que un modelo de economía global con interacción estratégica entre los principales agentes podría ser más apropiado en este caso.

Otro aspecto a criticar sería aquel que asume que los agentes siguen expectativas racionales, puesto que en el mundo globalizado y extremadamente complejo en el que vivimos, no creo que sea posible tomar como válida la premisa de que los agentes, en media, aciertan con sus previsiones.

También hay que mencionar que, en la época en la que Dornbusch y Wilson crearon sus modelos, la tecnología no estaba a la altura de la actual. Por esta razón, no tienen en cuenta que la información sea tan abundante y se propague de manera tan rápida. Así, los agentes disponen de mucha información en tiempo real, pero no son capaces de procesarla a la misma velocidad a la que se mueven los mercados. Esto dificulta la posibilidad de discernir qué información es correcta y cual no lo es. En la actualidad el mercado de divisas es el mercado con mayor volumen de transacciones a nivel mundial, haciendo mucho más compleja su predicción.

Para concluir, personalmente creo que hoy en día, en la previsión a corto plazo, estos modelos son menos acertados que otros basados en Deep Learning gracias a la tecnología de Big Data, como comprobaron en su trabajo Dunis, C. y Williams, M. (2002) en el que el mejor resultado se obtuvo con un modelo multi-layer perceptron (MLP). En mi opinión, la principal ventaja de estos modelos es la velocidad a la que procesan la información, además de su capacidad para aprender de sus errores, obteniendo modelos más fiables con el paso del tiempo. No obstante, también presentan el inconveniente de que podemos no conocer los mecanismos económicos que hay detrás de su funcionamiento. Con esta limitación, la mayor capacidad predictiva a corto plazo se ve perjudicada por la menor capacidad explicativa, que es el valor principal de los modelos analizados en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ActivTrades (2017). Tipo de cambio EURUSD: <https://www.activtrades.com/es/> [18 de octubre de 2017]

Banco Central Europeo (2017). Base Monetaria: https://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do;jsessionid=C8F4827C8B4BCFF1A3562F7CB06C7A94?SERIES_KEY=123.ILM.M.U2.C.LT00001.Z5.EUR&resetSettings.x=0&resetSettings.y=0&start=&end=&trans=N [23 de noviembre de 2017]

Bellido, M., & Huamán Aguilar, R. (2005). Dinero e inflación: el overshooting y el canal del tipo de cambio.

Dornbusch, R. (1976). "Expectations and exchange rate dynamics". *Journal of political Economy*, Vol. 84, N°6, páginas 1161-1176.

Dunis, C., & Williams, M. (2002). Modelling and trading the EUR/USD exchange rate: Do neural network models perform better? *Derivatives use, trading and regulation*, Vol. 8, N°3, páginas 211-239.

El Mundo (2014). "El BCE baja los tipos de interés al 0,05% por el riesgo de deflación". <http://www.elmundo.es/economia/2014/09/04/54084c56e2704eff178b4581.html> [15 de enero de 2018]

Eurostat (2017). Índices de Precios de Consumo EE. UU. y Eurozona: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> [18 de octubre de 2017]

Forbes (2015). "Quantitative Easing In Focus: The U.S. Experience". <https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2015/11/16/quantitative-easing-in-focus-the-u-s-experience/#1a64a5cb528d> [15 de enero de 2018]

FRED (2017). Base Monetaria: <https://fred.stlouisfed.org/series/BOGMBASE> [18 de octubre de 2017]

Fundamentals Of Statistics (2018). Multi-layer Perceptron: http://www.statistics4u.com/fundstat_eng/cc_ann_bp_function.html [23 de mayo de 2018]

Macaya, A. (2005). "Una reconsideración matemática del modelo de overshooting" del tipo de cambio. In *X Jornadas de Economía Monetaria e Internacional (La Plata, 2005)*.

Rogoff, K. (2002). Dornbusch's overshooting model after twenty-five years. *IMF Working Papers*, WP/02/39

Wilson, C. A. (1979). "Anticipated shocks and exchange rate dynamics". *Journal of Political Economy*, Vol. 87, N°3, páginas 639-647.