

# ANÁLISIS DE DATOS: TIPO DE CAMBIO USD/MXN

Tomás R. Basile<sup>1</sup> y Julia Hernández<sup>1</sup>

13 de noviembre de 2022

Correos Electrónicos: tbasilealvarez@ciencias.unam.mx / juliahm@ciencias.unam.mx

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 01000, México

**RESUMEN.** En este trabajo se buscaron variables económicas y sociales que estén relacionadas con el tipo de cambio USD/MXN. Tras revisar artículos científicos e instituciones como Banxico e INEGI, se encontraron un total de 16 variables relacionadas con el tipo de cambio USD/MXN y se graficaron sus series de tiempo. Finalmente, se calculó la correlación lineal de cada variable respecto al tipo de cambio USD/MXN y se obtuvo que la deuda pública, las remesas, el costo del petróleo en EUA y el costo del petróleo en México fueron las variables con mayor correlación lineal al tipo de cambio.

**ABSTRACT.** In this work we searched for economical and social variables related to the exchange rate USD/MXN. After a review of articles and institutions as Banxico and INEGI, we found a total of 16 variable related to the exchange rate and graphed their time series. Finally, we calculated the linear correlation of each variable with the exchange rate and found that the public debt, the price of oil in EUA and Mexico and the remittances were the variables with the biggest linear correlation to the exchange rate.

## 1. Introducción

La ciencia de datos es un campo multidisciplinario que analiza conjuntos de datos por medio del método científico con el objetivo de extraer conocimiento y usarlo para la toma de decisiones [14]. La ciencia de datos ha crecido enormemente en los últimos años y hoy en día se aplica de manera cotidiana en el mundo financiero.

Las finanzas son una rama de la economía que estudia el intercambio de capitales entre personas, empresas o estados. Dentro de las finanzas se estudian una gran variedad de temas, como lo son las inversiones de dinero, los intercambios de divisas, el manejo del dinero y los riesgos de estas actividades [21].

La ciencia de datos se aplica en las finanzas debido a la enorme cantidad de información que hay disponible en el mundo financiero. Se usa por la necesidad de bancos, empresas e individuos de entender estos datos con el fin de tomar decisiones que les sean económicamente convenientes, evitar riesgos e intentar predecir los cambios del mercado en el futuro [26].

Dentro de estas aplicaciones de la ciencia de datos en el mundo financiero, se encuentra lo que nos interesa en particular para este trabajo, que es encontrar qué variables están relacionadas con el tipo de cambio entre el dólar estadounidense (USD) y el peso mexicano (MXN). Este trabajo funciona como una primera etapa para la construcción de un algoritmo que se pueda usar para predecir este tipo de cambio en el futuro cercano. Construir el predictor está fuera de los alcances de este trabajo, pero se realiza el primer paso, que consiste en buscar variables relacionadas con el tipo de cambio USD/MXN y revisar

cuáles pueden tener un mayor efecto sobre éste.

Por ello, la variable que más nos interesa en este trabajo es el tipo de cambio USD/MXN. Esta variable se define como la cantidad de pesos mexicanos que se requieren para comprar un dólar estadounidense. En el trabajo se buscarán variables económicas y sociales que puedan estar relacionadas con este tipo de cambio. Estas variables son lo que se conoce como series de tiempo, que son sucesiones de datos indexados con el tiempo. Es decir, son variables que toman algún valor para cada tiempo considerado [24]. Una de las características importantes de las series de tiempo es su frecuencia, que es la regularidad que tienen los datos. La frecuencia puede ser por ejemplo diaria, semanal, mensual, etc.

**Coefficiente de Correlación de Pearson:** El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de la correlación lineal entre dos conjuntos de datos (que en particular pueden ser series de tiempo). Si uno de los conjuntos de datos es  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  y el otro es  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ , entonces su coeficiente de correlación de Pearson se define como [27]:

$$\rho_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

donde  $\bar{x}, \bar{y}$  son el valor medio de  $X$  y  $Y$  respectivamente.

El valor de este coeficiente se encuentra siempre entre  $-1$  y  $1$ . Un valor de  $1$  ó  $-1$  indica que la relación entre  $X$  y  $Y$  puede ser descrita perfectamente con una ecuación lineal. Un resultado de  $1$  indica que ambas variables tienen la misma tendencia (Si  $X$  aumenta,  $Y$  aumenta y si  $X$  disminuye,  $Y$  disminuye), mientras que  $-1$  indica que

tienen la tendencia opuesta (Si  $X$  aumenta,  $Y$  disminuye y si  $X$  disminuye,  $Y$  aumenta). Un valor de 0 indica que no hay relación lineal entre las variables  $X$  y  $Y$ . En la fig. 1 se resume el significado del coeficiente de correlación.

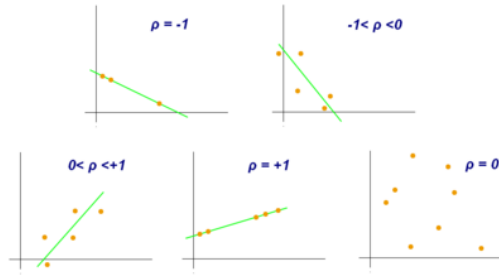


Figura 1: Valores del coeficiente de correlación de Pearson para distintas distribuciones de datos  $X$ ,  $Y$  [25].

Es importante mencionar que en el trabajo se analizará la correlación lineal entre series de tiempo, pero las variables pueden tener otro tipo de correlaciones (como cuadráticas, exponenciales, etc). Estos otros tipos de correlaciones no se estudiarán debido a que superan el alcance de este trabajo, pero tomarlas en cuenta puede revelar relaciones que no se observan con el coeficiente de correlación lineal.

## 1.1. Objetivo

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis exploratorio de variables que puedan estar relacionadas con el tipo de cambio USD/MXN y de ellas encontrar cuáles tienen la correlación lineal más fuerte con éste.

## 1.2. Hipótesis

Los autores de este trabajo tenemos hipótesis distintas respecto a los resultados que encontraremos. Ambos coincidimos en que encontraremos variables correlacionadas con el tipo de cambio USD/MXN. Sin embargo, Tomás afirma que habrán muchas variables con una alta correlación con el tipo de cambio USD/MXN (definimos alta correlación como las que tienen magnitud mayor a 0.75), mientras que Julia postula que solamente encontraremos una o dos variables con una alta correlación y las demás tendrán correlaciones bajas.

## 2. Metodología

Los pasos seguidos para realizar este proyecto fueron los siguientes:

1. Se buscaron artículos científicos en los que se construyeran predictores del tipo de cambio entre dos monedas (no necesariamente USD y MXN). Los artículos que se encontraron fueron [13], [20], [15], [1], [18], [19].

2. Se buscaron las variables usadas en estos artículos para predecir el tipo de cambio y se construyó así una lista de variables que nos podrían ser de interés. Se investigó el significado de cada una de las variables encontradas y se descargaron las series de datos de cada una.
3. Como algunas de las variables tenían una frecuencia mensual, mientras que otras una frecuencia diaria, se decidió convertir todas a mensuales. Para hacerlo, en las variables diarias se promediaron los datos de cada mes para obtener datos mensuales.
4. Se normalizaron las series de tiempo de cada variable. Esto se hace restando el mínimo y luego dividiendo entre el rango. El objetivo es que así los valores estén siempre entre 0 y 1 y se puedan entonces comparar distintas variables sin importar sus órdenes de magnitud.
5. Se graficaron las series de tiempo de estas variables, comparadas con la serie de tiempo del tipo de cambio USD/MXN. Además, se realizó una gráfica de cada variable respecto al tipo de cambio. Con estas gráficas, se empezó a notar qué variables parecían tener una fuerte correlación con el tipo de cambio.
6. Finalmente, se calcularon las correlaciones de Pearson entre cada variable y el tipo de cambio USD/MXN.

## 3. Resultados y Análisis

Empezamos descargando la serie de tiempo del tipo de cambio USD/MXN, que fue obtenida en [3]. Los datos registrados empiezan el 2 de enero de 1992, llegan hasta el presente y tienen una frecuencia diaria (omitiendo días no hábiles). El promedio es de 11.824, con una desviación estándar de 4.888 y una mediana de 11.037. Como veremos más adelante, muchas de las otras variables que encontramos tienen una frecuencia mensual y no se reportan durante todo el tiempo desde 1992, sino desde fechas más recientes. Por ello, para que todas las variables tengan la misma frecuencia y el mismo rango de fechas, convertimos los datos del tipo de cambio a mensuales y nos restringimos al periodo de tiempo más largo posible en el que todas las variables que enlistaremos están registradas, que es del 1 de julio de 2012 al 1 de noviembre de 2020.

Debido a que la desviación estándar del tipo de cambio USD/MXN (4.888) no es tan grande comparada con el promedio (11.037), concluimos que no hay fuertes variaciones en el tipo de cambio con el tiempo. Por ello, para convertir los datos a mensuales, podemos tomar cada mes y reportar el promedio de los valores en dicho mes. Después de hacer esto y restringirnos al rango de fechas en el que todas las demás variables tienen datos, obtuvimos la gráfica de la serie del tiempo que se muestra en la fig. 2.

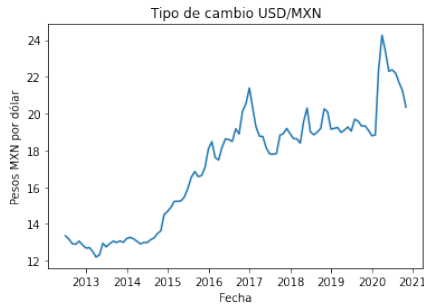


Figura 2: Serie de tiempo del tipo de cambio USD/MXN convertida a mensual y en el rango de fechas del 1/07/2012 a 1/11/2020.

### 3.1. Variables encontradas y correlación con el tipo de cambio

Se encontraron un total de 16 variables relacionadas con el tipo de cambio USD/MXN. Para cada una de ellas, se graficó la serie del tiempo de la variable normalizada junto con la del tipo de cambio como funciones del tiempo y se graficó también el tipo de cambio vs la variable. Finalmente se calculó la correlación lineal con el tipo de cambio, que se presenta en la fig. 4.

1. **Confianza del Consumidor (frecuencia mensual, es un índice entre 0 y 100) [22]:** Es un índice que calcula el INEGI a partir de encuestas a hogares en México sobre la situación económica actual y esperada del hogar entrevistado, con 0 indicando total falta de confianza en el futuro. En la fig. 5 se presenta la serie de tiempo de esta variable junto con la del tipo de cambio. Se puede observar que no hay una relación notable entre ellas, pues por ejemplo, mientras el tipo de cambio va a la alza entre los años 2013 a 2016, la confianza no tiene una tendencia clara. En la fig. 6 se grafica el tipo de cambio vs la confianza del consumidor y se confirma que no hay una relación lineal clara entre ellas, pues no hay una forma de aproximar los puntos con una línea recta. Finalmente, al calcular la correlación lineal entre esta variable y el tipo de cambio, se obtiene un valor de  $-0.1189$ , que es un resultado bajo y no marca una correlación lineal.
2. **Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) Mensual (frecuencia mensual, reportado como un porcentaje) [4]:** Indica el porcentaje por el cual suben los precios de bienes y servicios cada mes en México. En la fig. 7 se presenta la serie de tiempo de esta variable junto con la del tipo de cambio. No se ve una relación clara entre las variables, pues el INPC mensual sube y baja sin aparente relación con la tendencia del tipo de cambio. En la fig. 8 se grafica el tipo de cambio vs el INPC mensual y se confirma que no hay una clara relación lineal entre ellas. Finalmente, la coeficiente de Pearson obtenido es de  $0.043$  que indica que no hay correlación lineal.
3. **Exportaciones (frecuencia mensual, medido en**

**miles de dólares) [5]:** Es el valor monetario total de bienes o servicios producidos en México y vendidos al extranjero. En la fig. 9 se presenta la serie de tiempo de esta variable junto con la del tipo de cambio. En general se observa que ambas variables aumentan juntas en el tiempo, excepto en inicios de 2020, que el tipo de cambio aumentó mucho pero las exportaciones tuvieron un mínimo. En la fig. 10 se grafica el tipo de cambio vs las exportaciones y se observa que no hay una relación lineal muy clara entre ellas. El coeficiente de Pearson obtenido es de  $0.282$ , indicando una correlación lineal positiva muy baja.

4. **Importaciones (frecuencia mensual, medido en miles de dólares) [6]:** Es el valor monetario total de bienes o servicios producidos en el extranjero y comprados en México. En la fig. 11 se presenta la serie de tiempo y en la fig. 12 se grafica el tipo de cambio vs las importaciones. Los comportamientos de estas gráficas son prácticamente iguales a los de la variable de exportaciones. El coeficiente de Pearson obtenido es de  $0.215$ , indicando una correlación lineal positiva muy baja.
5. **Tendencia de Exportaciones (frecuencia mensual, medido en miles de dólares):** En la fig. 9 se observa claramente que la serie de tiempo de las exportaciones tiene un componente periódico, que disminuye fuertemente a principios de cada año y aumenta hacia los finales. Por ello, creamos ahora la variable de tendencia de exportaciones, que se define a partir de las exportaciones, pero eliminando la componente periódica, para quedarnos solamente con la tendencia a largo plazo sin este comportamiento cíclico. Para encontrar esta tendencia, se sigue el procedimiento que se reporta en [12]. En la fig. 13 se presenta la serie de tiempo de esta variable y en la fig. 14 el tipo de cambio vs esta variable. Se puede observar que ahora la serie de tiempo se ve más suavizada que la de exportaciones y parece acercarse más a los movimientos que tiene el tipo de cambio. El coeficiente de Pearson obtenido para esta variable es de  $0.579$ , indicando una correlación lineal positiva considerable con el tipo de cambio.
6. **Tendencia de Importaciones (frecuencia mensual, medido en miles de dólares):** Se define a partir de las importaciones de forma análoga a como se hace en la tendencia de exportaciones. Las observaciones en las gráficas de las series de tiempo en la fig. 15 y del tipo de cambio vs esta variable en la fig. 16 son análogas a las hechas para la tendencia de exportaciones, pues el comportamiento es muy similar. El coeficiente de Pearson obtenido es de  $0.457$ , indicando una correlación positiva considerable con el tipo de cambio.
7. **Inflación EUA (frecuencia mensual, reportada como un porcentaje) [28]:** El porcentaje por el cual

suben los precios de bienes y servicios en Estados Unidos. En la fig. 17 se muestran las series de tiempo del tipo de cambio y de la inflación y no parece haber una similitud clara entre ellas, ya que mientras que el tipo de cambio tiende a aumentar, la inflación de Estados Unidos tiene variaciones que no permiten asegurar ningún tipo de tendencia. Igualmente, en la fig. 18 no hay una correlación visible, y esta observación queda confirmada por el coeficiente de correlación obtenido, siendo éste de 0.12, por lo que no hay una correlación destacable.

8. **Cetes a 28 días (frecuencia semanal, reportada como un porcentaje) [7]:** Es la retribución porcentual a 28 días de un pagaré que genera el gobierno y en los cuales se puede invertir dinero. En la fig. 19, se observa al principio y al final del intervalo de tiempo que cuando el tipo de cambio sube, los cetes bajan. Por otro lado, entre 2015 y 2019 ambos muestran un aumento. Al obtener una gráfica del tipo de cambio en función de los cetes, como en la fig. 20, se ve una correlación considerable, siendo el valor del coeficiente de correlación obtenido en este caso de 0.64.
9. **TIIE a 28 días (frecuencia mensual, reportada como un porcentaje) [8]:** Es la tasa de referencia a partir de la cual los bancos fijan los intereses que manejan. Su serie de tiempo está graficada en la fig. 21 y el tipo de cambio en función de la TIIE en la fig. 22. Su comportamiento es muy similar al de los cetes, y su coeficiente de correlación es también similar, siendo de 0.67.
10. **Tasa de Desempleo en México (frecuencia mensual, reportada como un porcentaje) [23]:** Porcentaje de la población económicamente activa de México que no tienen empleo. En la comparación de series de tiempo de la fig. 23 se observa que mientras el tipo de cambio sube, el desempleo baja, comportamiento que podría indicarnos una posible correlación negativa. Sin embargo en el 2020 hay un pico que ambas variables comparten. En la gráfica que muestra el tipo de cambio vs el desempleo en México (fig.24) se ve una correlación lineal negativa, excepto por algunos valores atípicos. El coeficiente de correlación es negativo y bastante alto, lo cual confirma las observaciones que se hicieron de las gráficas, con un valor de  $-0.62$ .
11. **Desempleo en EUA (frecuencia mensual, reportada como un porcentaje) [17]:** Porcentaje de la población económicamente activa de Estados Unidos que no tienen empleo. La serie de tiempo (fig. 25) tiene un comportamiento general parecido al del desempleo en México, pero con menos variaciones. Se observa nuevamente una disminución hasta que hay un súbito aumento en 2020. Al graficar el tipo de cambio en función del desempleo (fig. 26) no se ve un comportamiento claro, pues es linealmente negativo para la primera mitad del rango del eje de las abscisas, pero linealmente positivo para la segunda mitad. Finalmente su coeficiente de correlación es negativo pero bajo, con un valor de  $-0.19$ .
12. **Remesas (Frecuencia mensual, reportado en millones de dólares) [9]:** Cantidad de dinero enviada a México por emigrantes para sus familiares. Ambas series de tiempo graficadas en la fig. 27 tienden a aumentar conforme el tiempo pasa, sugiriendo una correlación lineal positiva con el tipo de cambio, que se puede reforzar al observar la fig. 28, en la que el tipo de cambio está en función de las remesas. El coeficiente de correlación es muy alto, siendo 0.82.
13. **Deuda Pública (frecuencia mensual, reportada en miles de millones de pesos) [10]:** Obligaciones financieras que tiene el Sector Público frente a sus acreedores. Ambas series de tiempo (fig. 29) aumentan juntas conforme el tiempo avanza. Algunos valores altos del tipo de cambio corresponden con valores altos de la deuda pero al final del rango de tiempo, la deuda tiene una pequeña disminución. La fig. 30 que muestra el tipo de cambio en función de esta variable indica claramente un comportamiento linealmente positivo y efectivamente su coeficiente de correlación es 0.95, el valor más alto entre las variables estudiadas.
14. **Precio del Petróleo Mexicano (frecuencia diaria, reportado en dólares por barril) [11]:** Al inicio de la series de tiempo (fig. 31), el precio del petróleo es muy alto mientras que el tipo de cambio tiene un valor muy bajo que empieza a aumentar al pasar los años. Sin embargo, el precio del petróleo actúa de forma opuesta, disminuyendo cada vez más. Este comportamiento sugiere una correlación lineal negativa, lo cual se observa nuevamente en la fig. 32 de forma clara y queda confirmado por el coeficiente de correlación de  $-0.80$ .
15. **Precio del Petróleo de EUA (frecuencia diaria, reportado en dólares por barril) [16]:** Las gráficas de las figuras 33 y 34 tienen un comportamiento muy similar al precio del petróleo mexicano y el coeficiente que se obtiene es  $-0.81$ .
16. **Incertidumbre Política (frecuencia mensual, es un índice entre 0 y 1) [2]:** Es un valor que se obtiene contando la cantidad de Tweets de cuentas mexicanas en las que se incluyan términos relacionados con la incertidumbre, donde un valor alto indica mucha incertidumbre. En la fig. 35 que muestra la comparación entre series de tiempo y se ve que ambas van en aumento conforme el tiempo avanza e incluso comparten picos. Por otro lado, al graficar el tipo de cambio en función de esta variable obtenemos la fig. 36, donde se ve de forma más clara un comportamiento lineal. El coeficiente de correlación es alto, 0.71, reflejando una correlación lineal positiva.

Una vez teniendo las series de tiempo de todas las variables, se calcularon las correlaciones de cada pareja de variables, lo que se muestra en la fig. 3.

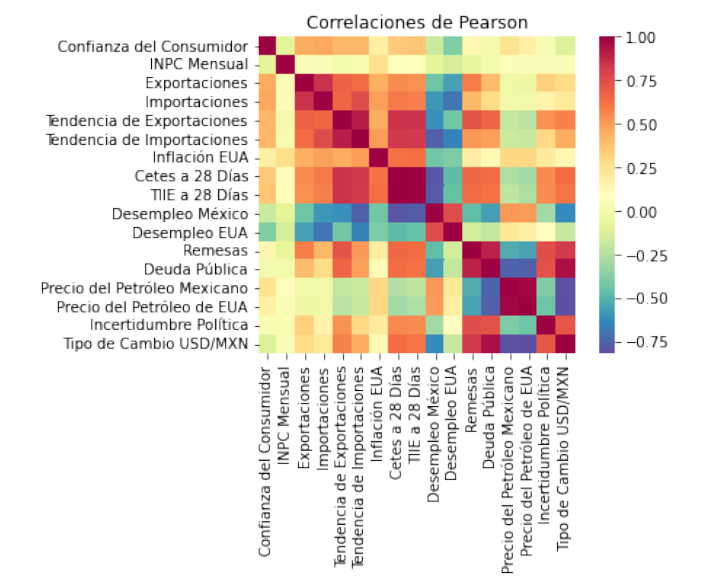


Figura 3: Cuadro de correlaciones lineales de cada pareja de variables.

Como nos interesan principalmente las correlaciones respecto al tipo de cambio USD/MXN, nos concentramos en la última columna de la fig. 3, que se muestra en la fig. 4. Con esta herramienta es fácil ver que solo algunas variables tienen una correlación fuerte, es decir, con magnitud arriba de  $\pm 0.75$ . Estas variables son la deuda pública, las remesas y el precio del petróleo tanto mexicano como estadounidense. Teniendo las dos primeras una correlación lineal positiva, y las dos últimas una correlación lineal negativa.

Hay otras variables que, aunque no tienen una correlación tan alta, pueden seguir siendo consideradas como importantes, que definiremos como aquellas con un coeficiente de magnitud superior a 0.50. Éstas son el desempleo en México, la TIIE, los Cetes, la incertidumbre política y la tendencia de importaciones. Cabe mencionar que la tendencia de importaciones está cercana a este límite, pero queda abajo del 0.50. Asimismo, cabe mencionar que las importaciones y exportaciones tienen correlaciones muy bajas, mientras que las variables definidas como sus tendencias son algo más altas. Otra observación interesante que puede hacerse frente a estos datos es que hay tres casos en las que se considero una misma variable para Estados Unidos y para México. Se trata del desempleo, la inflación y el precio del petróleo. Entre estas variables, el desempleo llama la atención ya que, las demás tienen correlaciones similares, mientras que el desempleo en México tiene una correlación mucho más alta con el tipo de cambio que el desempleo en Estados Unidos.

Con el fin de comparar los resultados con las hipótesis planteadas al inicio, se puede resumir que de 18 variables, solo 4 tienen una fuerte correlación con el tipo de cambio

Correlación con Tipo de Cambio USD/MXN	
Confianza del Consumidor	-0.118943
INPC Mensual	0.043382
Exportaciones	0.282444
Importaciones	0.215509
Tendencia de Exportaciones	0.579163
Tendencia de Importaciones	0.457594
Inflación EUA	0.126359
Cetes a 28 Días	0.640692
TIIE a 28 Días	0.613204
Desempleo México	-0.627051
Desempleo EUA	-0.191797
Remesas	0.823754
Deuda Pública	0.954474
Precio del Petróleo Mexicano	-0.809956
Precio del Petróleo de EUA	-0.819299
Incertidumbre Política	0.717996

Figura 4: Correlaciones lineales de cada variable con el tipo de cambio USD/MXN.

(de magnitud mayor a 0.8), 5 tienen una correlación importante (de magnitud mayor a 0.5). De modo que más de la mitad (nueve de dieciséis) tienen una correlación lineal destacable.

s

#### 4. Conclusiones

Del análisis de los resultados podemos concluir que de las 16 variables consideradas, sólo 7 no tienen una correlación lineal destacable con el tipo de cambio peso-dólar (fig. 4). Esto quiere decir que más de la mitad (9 variables) tienen una correlación destacable con el tipo de cambio. Entre ellas, cuatro variables tienen correlaciones de magnitud mayor a 0.8. Éstas son la deuda pública, las remesas y el precio del petróleo tanto mexicano como estadounidense. Otras cinco variables tienen una correlación importante pero menor a la de estas cuatro primeras: el desempleo en México, la TIIE, los Cetes, la incertidumbre política y la tendencia de exportaciones. Esto comprueba la hipótesis que suponía que se encontraría que varias variables tendrían correlación lineal con el tipo de cambio, y que algunas de ellas tendrían una correlación fuerte. Además, las cinco variables que se han clasificado dentro de la categoría de correlación importante, tienen todas un coeficiente de correlación superior al 0.50, que es considerablemente alto de todos modos. Los resultados son, en cualquier caso, satisfactorios, pues dejan en claro lo que se buscaba, es decir, encontrar aquellas variables que tienen la correlación más fuerte con el tipo de cambio USD/MXN.

## Referencias

- [1] Afees Salisu, J. C. (2021). Oil price and exchange rate behaviour of the brics. *Emerging Markets Finance and Trade*, 57(7):2042–2051.
- [2] Banxico (2020). Incertidumbre política. <https://www.banxico.org.mx/apps/ref/2020/indice-de-incertidumbre-de-.html>.
- [3] Banxico (2022a). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CP151&gor=8&locale=es>.
- [4] Banxico (2022b). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CP151&sector=8&locale=es>.
- [5] Banxico (2022c). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE37&sector=1&locale=es>.
- [6] Banxico (2022d). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE49&locale=es>.
- [7] Banxico (2022e). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF107&sector=22&locale=es>.
- [8] Banxico (2022f). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF101&sector=18&locale=es>.
- [9] Banxico (2022g). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE81&locale=es>.
- [10] Banxico (2022h). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CG7&sector=9&locale=es>.
- [11] Banxico (2022i). Sistema de información económica. <https://www.banxico.org.mx/apps/gc/precios-spot-del-petroleo-gra.html>.
- [12] Brownlee, J. (2017). How to remove trends and seasonality with a difference transform in python. <https://machinelearningmastery.com/remove-trends-seasonality-difference-transform-python/>.
- [13] Clavellina, J. L. (2018). Determinantes del tipo de cambio y su volatilidad. *Economía, UNAM*.
- [14] Dhar, V. (2013). Data science and prediction. *Commun. ACM*, 56(12):64–73.
- [15] francisco Ayala, C. B. (2020). Modelo arima aplicado al tipo de cambio peso-dólar en el periodo 2016-2017 mediante ventanas temporales deslizantes. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 15(3):331–354.
- [16] FRED (2022a). Crude oil price wti. <https://fred.stlouisfed.org/series/DCOILWTICO>.
- [17] FRED (2022b). Unemployment rate. <https://fred.stlouisfed.org/series/UNRATE>.
- [18] García, A. (2021). Procedimiento para un pronóstico de la tasa de cambio euro-dólar.
- [19] Georgia Bush, G. L. N. (2021). Uncertainty and exchange rate volatility: Evidence from mexico. *International review of Economics and Finance*, 75:704–722.
- [20] González, C. M. (2018). Comportamiento y pronóstico del tipo de cambio peso-dólar (2012-2018). *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*.
- [21] Hayes, A. (2022). What does finance mean? its history, types, and importance explained. <https://www.investopedia.com/terms/f/finance.asp>.
- [22] INEGI (2022a). Confianza del consumidor. <https://www.inegi.org.mx/temas/confianza/>.
- [23] INEGI (2022b). Tasa de desocupación. <https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/>.
- [24] influxdata (2018). What is time series data? <https://www.influxdata.com/what-is-time-series-data/>.
- [25] Kiatdd (2012). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ACorrelation\\_coefficient.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ACorrelation_coefficient.png).
- [26] Management (2020). Data science y la transformación del sector financiero. *Entidades Financieras*.
- [27] statisticshowto (2021). Correlation coefficient: Simple definition, formula, easy steps. <https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/correlation-coefficient-formula/>.
- [28] US-Inflation (2022). current us inflation rates. <https://www.usinflationcalculator.com/inflation/current-inflation-rates/>.



## 5. Apéndice

Se presentan aquí las gráficas de cada una de las series de tiempo junto a la del tipo de cambio USD/MXN y la gráfica del tipo de cambio USD/MXN vs cada variable.

### Confianza del Consumidor

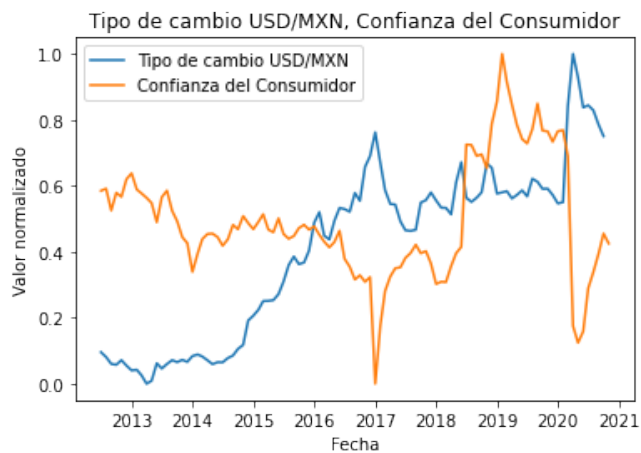


Figura 5: Serie de tiempo de la confianza del consumidor y el tipo de cambio USD/MXN.

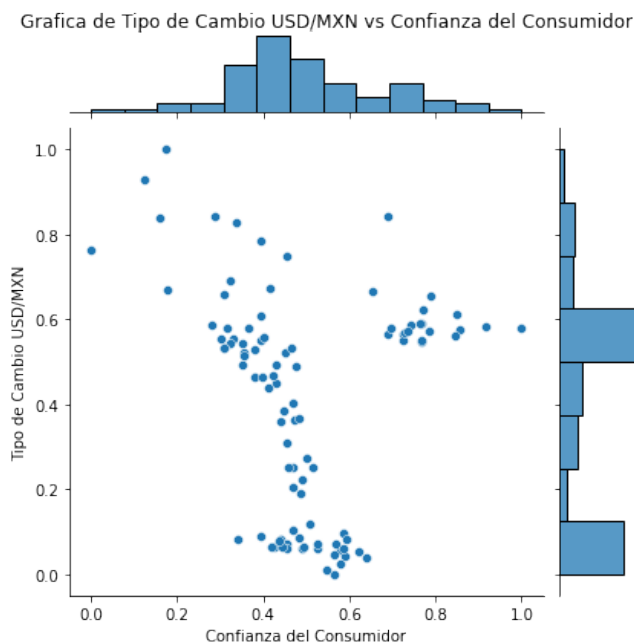


Figura 6: Gráfica del tipo de cambio vs la confianza del consumidor.

### INPC mensual

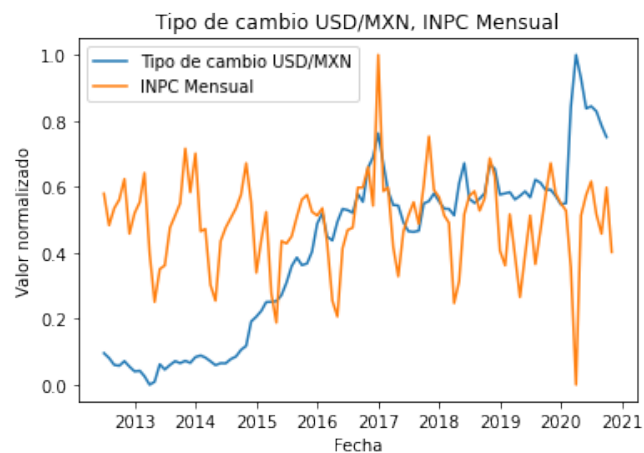


Figura 7: Serie de tiempo del INPC mensual y el tipo de cambio USD/MXN.

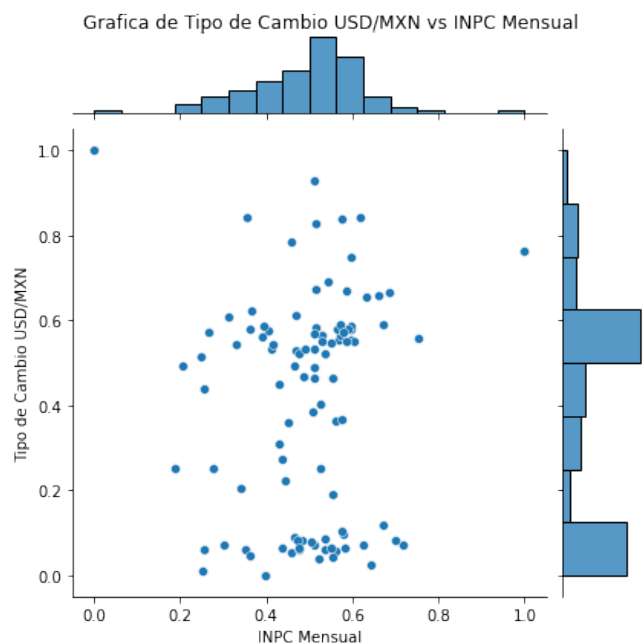


Figura 8: Gráfica del tipo de cambio vs el INPC mensual.

## Exportaciones

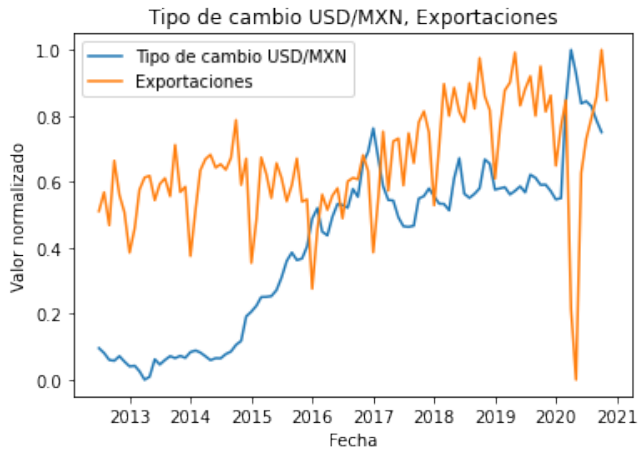


Figura 9: Serie de tiempo de las exportaciones y el tipo de cambio USD/MXN.

## Importaciones

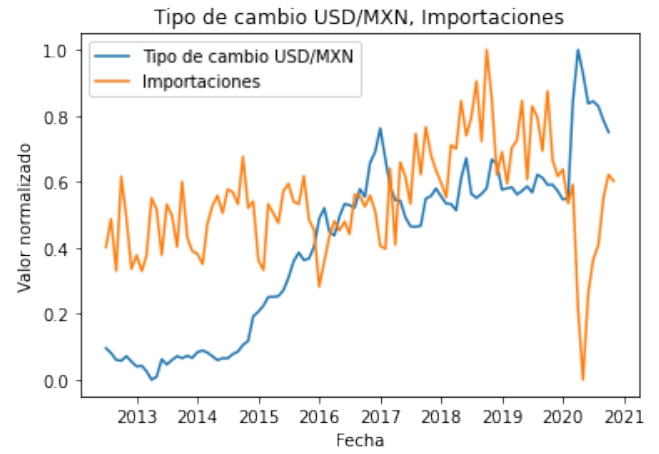


Figura 11: Serie de tiempo de las importaciones y el tipo de cambio USD/MXN.

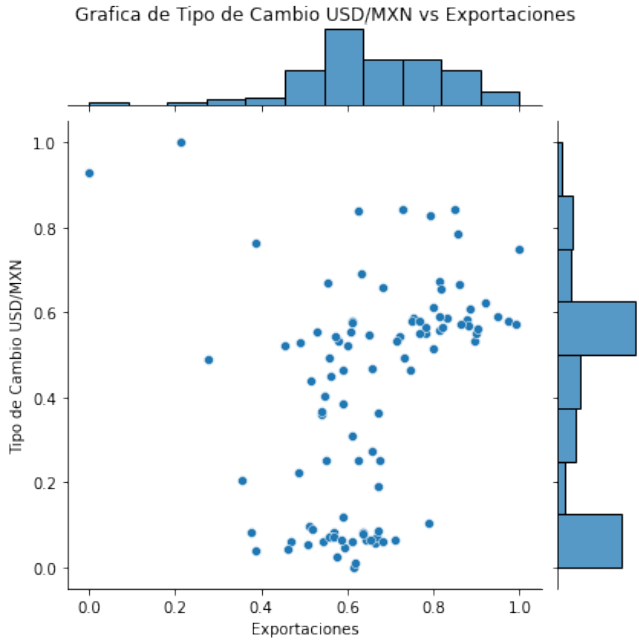


Figura 10: Gráfica del tipo de cambio vs las exportaciones.

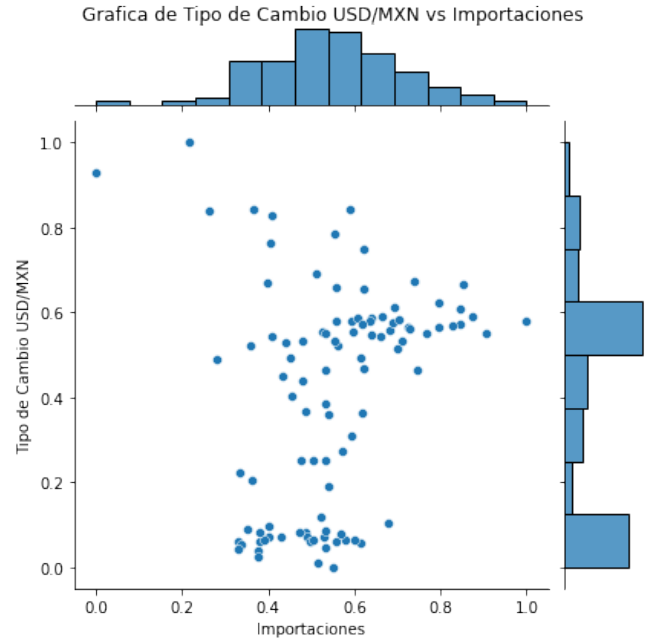


Figura 12: Gráfica del tipo de cambio vs las importaciones.



## Tendencia de Exportaciones

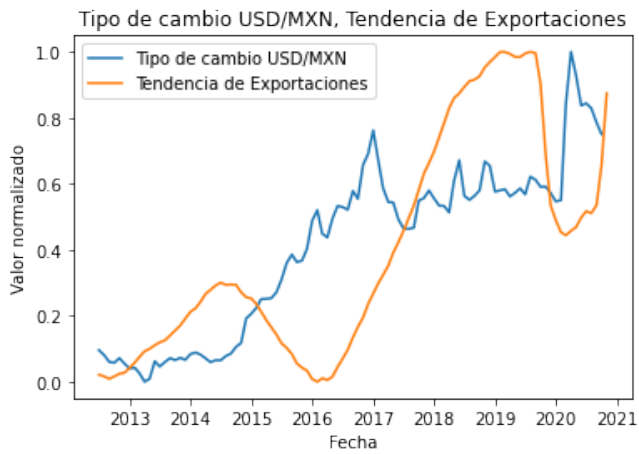


Figura 13: Serie de tiempo de la tendencia de las exportaciones y el tipo de cambio USD/MXN.

## Tendencia de Importaciones

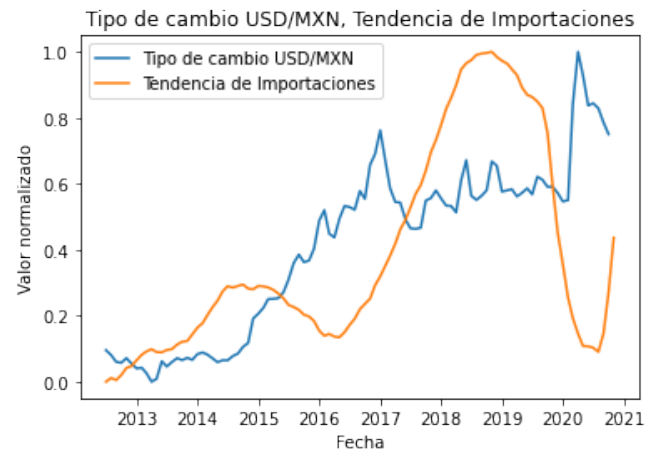


Figura 15: Serie de tiempo de la tendencia de las importaciones y el tipo de cambio USD/MXN.

Gráfica de Tipo de Cambio USD/MXN vs Tendencia de Exportaciones

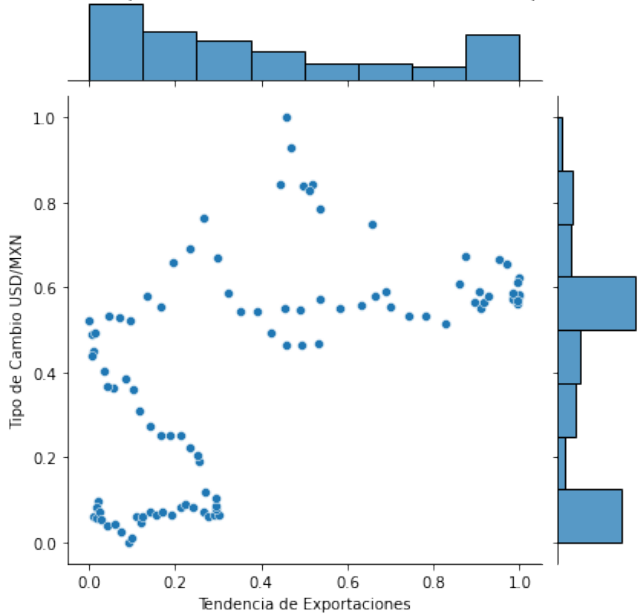


Figura 14: Gráfica del tipo de cambio vs el trend de exportaciones.

Gráfica de Tipo de Cambio USD/MXN vs Tendencia de Importaciones

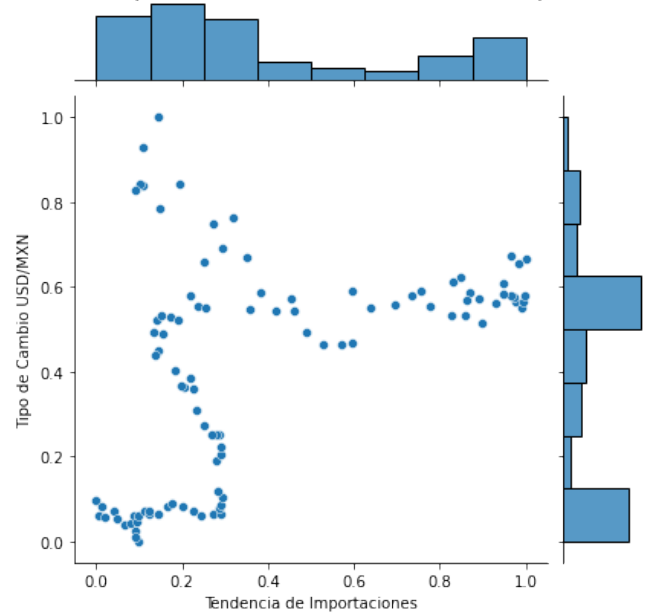


Figura 16: Gráfica del tipo de cambio vs el trend de importaciones.

## Inflación en EUA

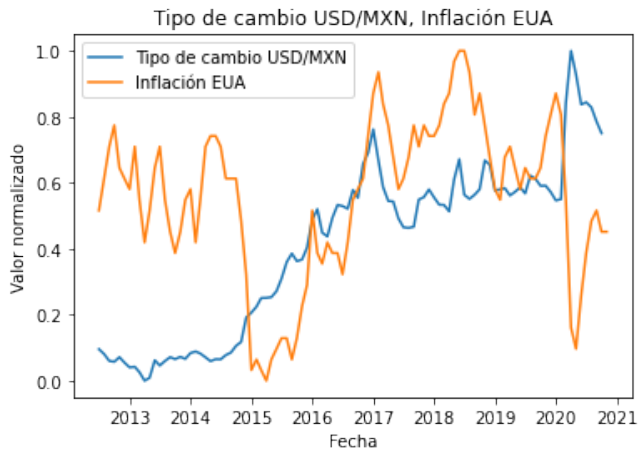


Figura 17: Serie de tiempo de la inflación en EUA y el tipo de cambio USD/MXN.

## Cetes a 28 Días

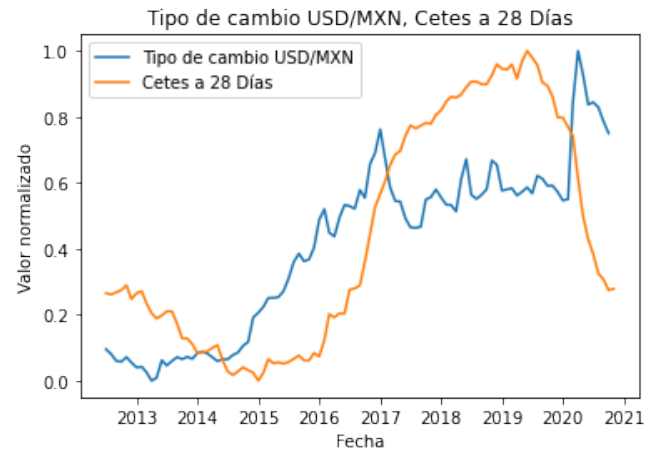


Figura 19: Serie de tiempo de los Cetes a 28 días y el tipo de cambio USD/MXN.

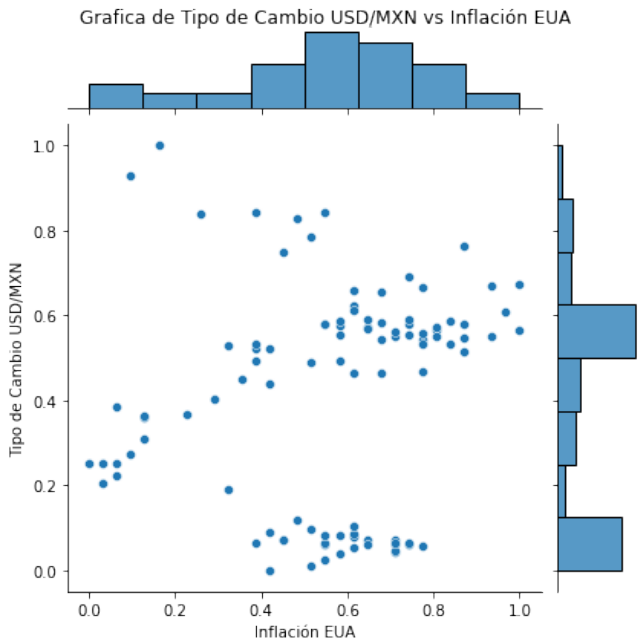


Figura 18: Gráfica del tipo de cambio vs la inflación en EUA.

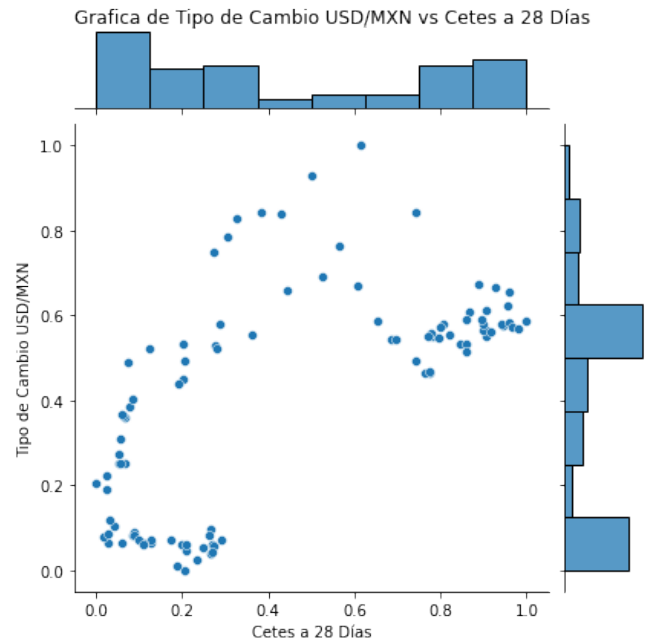


Figura 20: Gráfica del tipo de cambio vs los Cetes a 28 días.

## TIIE a 28 días

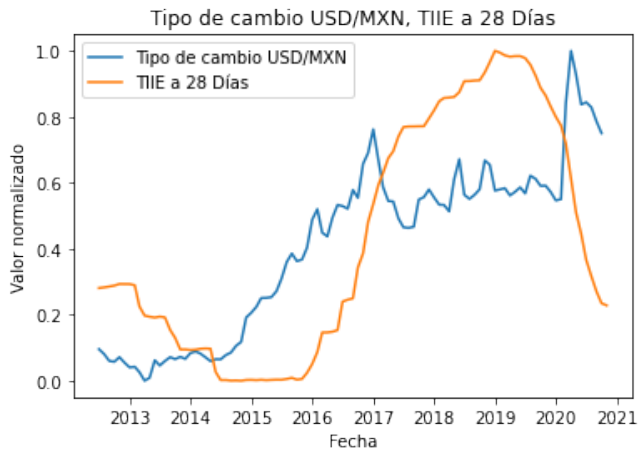


Figura 21: Serie de tiempo del TIIE a 28 días y el tipo de cambio USD/MXN.

## Desempleo en México

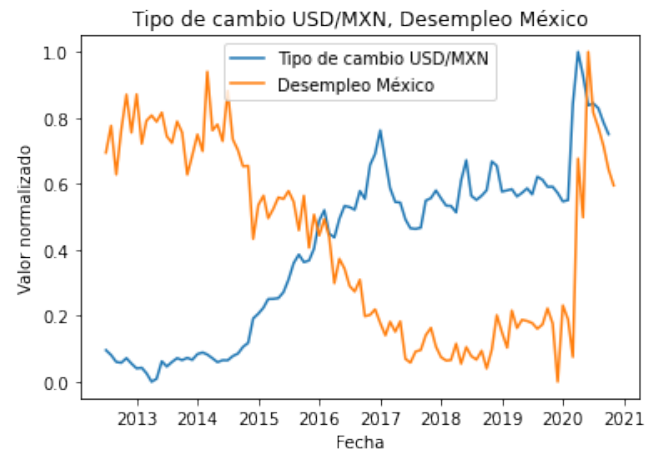


Figura 23: Serie de tiempo del desempleo en México y el tipo de cambio USD/MXN.

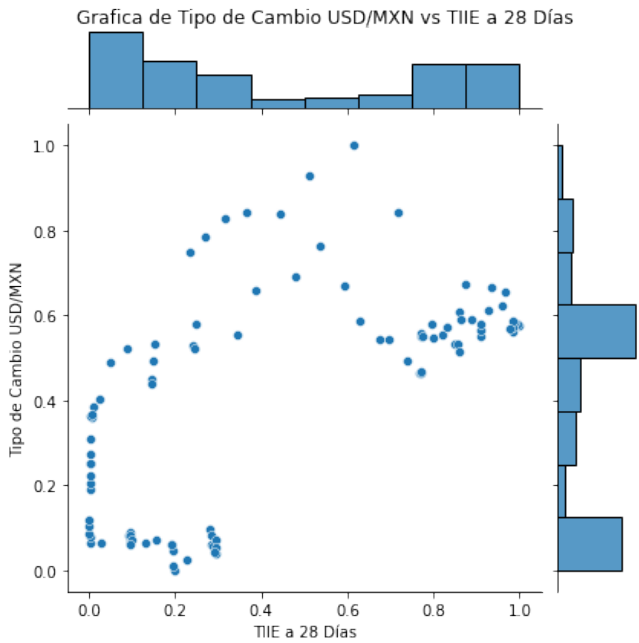


Figura 22: Gráfica del tipo de cambio vs el TIIE a 28 días.

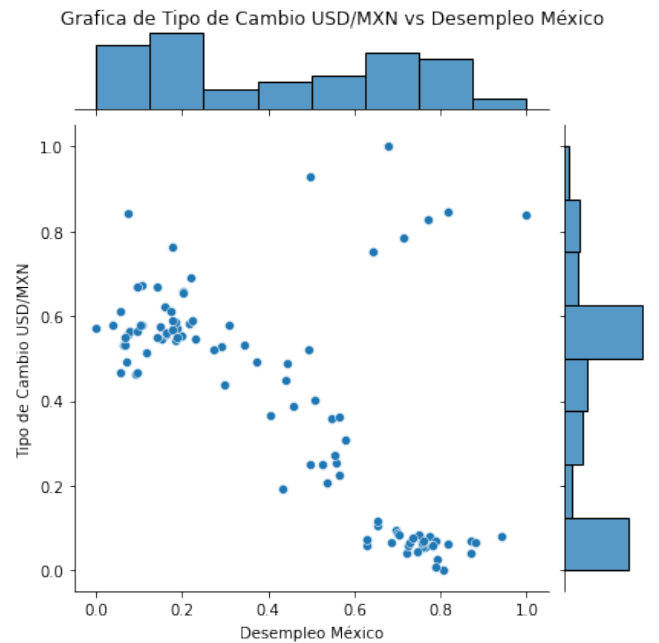


Figura 24: Gráfica del tipo de cambio vs el desempleo en México.

## Desempleo en EUA

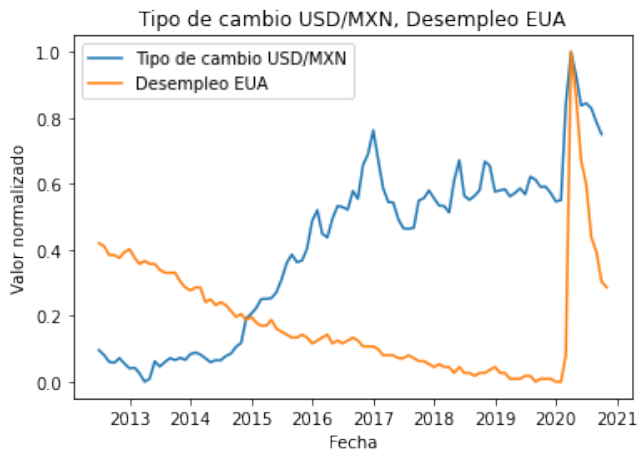


Figura 25: Serie de tiempo del desempleo en EUA y el tipo de cambio USD/MXN.

## Remesas

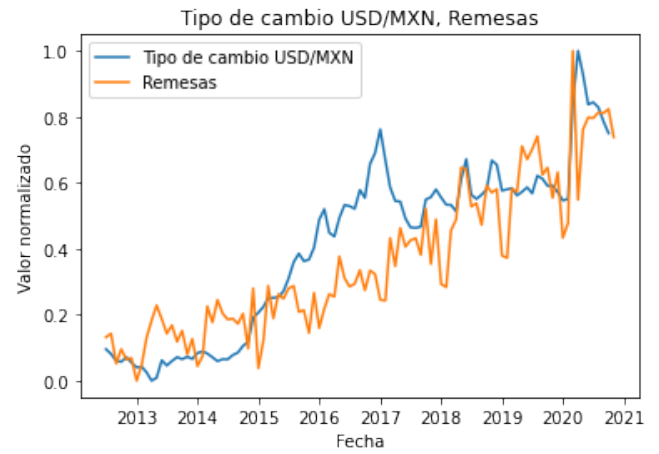


Figura 27: Serie de tiempo de las remesas y el tipo de cambio USD/MXN.

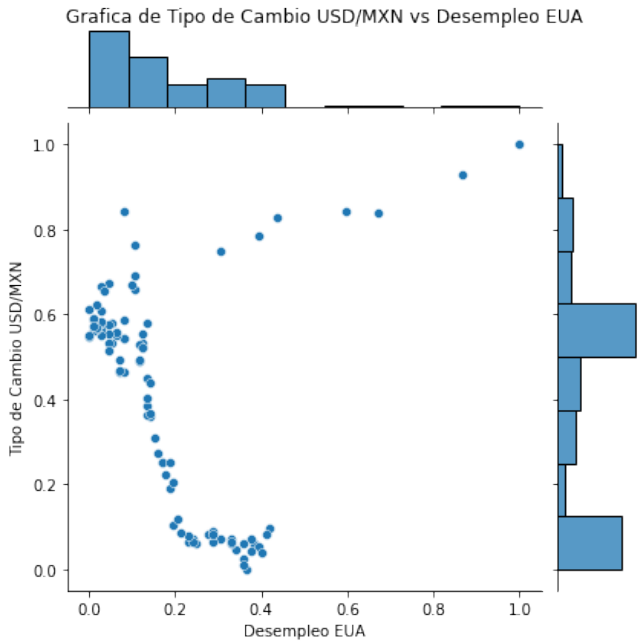


Figura 26: Gráfica del tipo de cambio vs el desempleo en EUA.

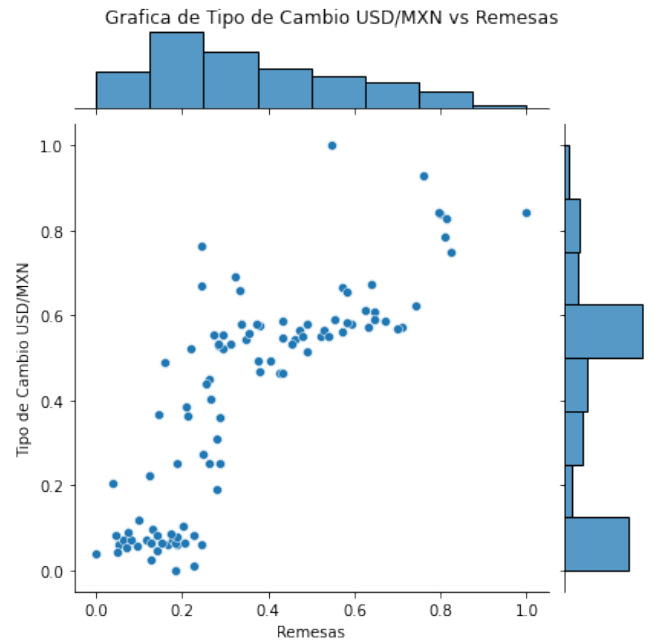


Figura 28: Gráfica del tipo de cambio vs las remesas.

## Deuda Pública

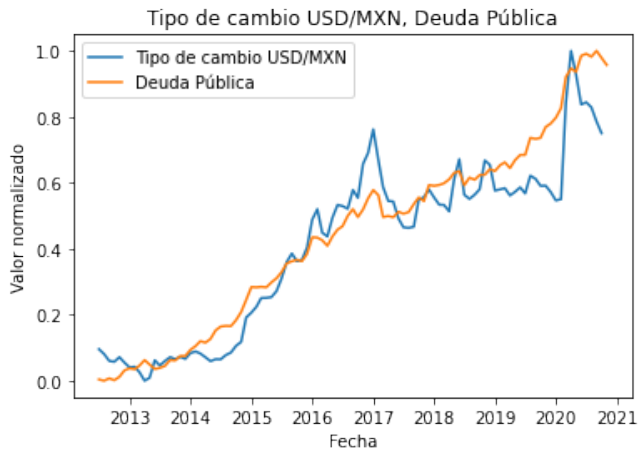


Figura 29: Serie de tiempo de la deuda pública y el tipo de cambio USD/MXN.

## Precio del Petróleo Mexicano

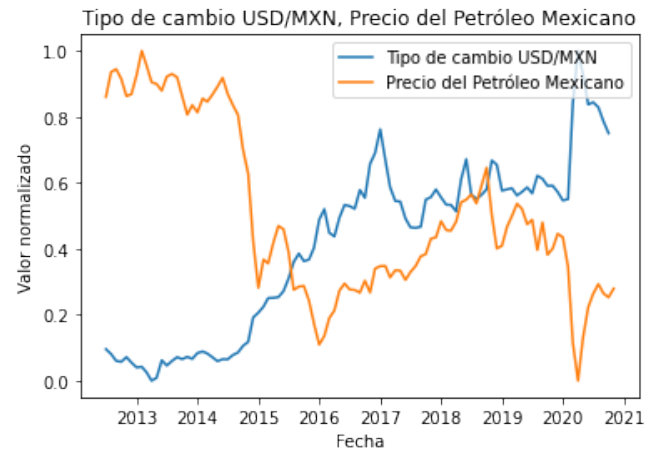


Figura 31: Serie de tiempo del precio del petróleo mexicano y el tipo de cambio USD/MXN.

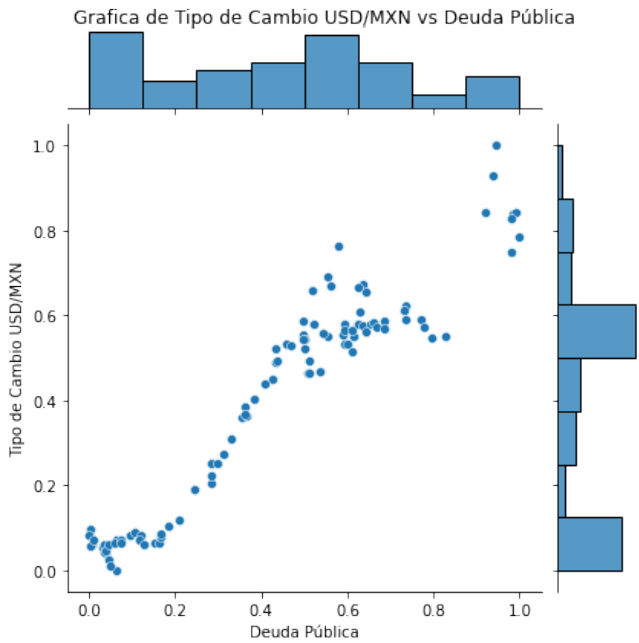


Figura 30: Gráfica del tipo de cambio vs la deuda pública.

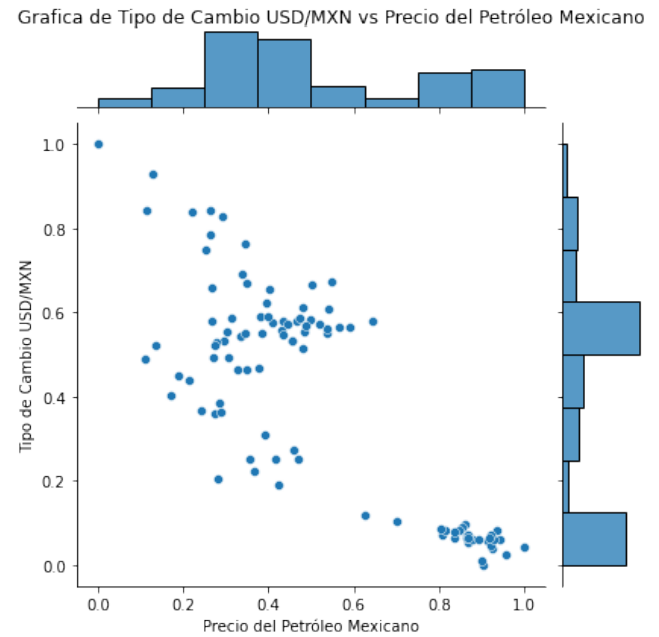


Figura 32: Gráfica del tipo de cambio vs el precio del petróleo mexicano.

## Precio del Petróleo de EUA

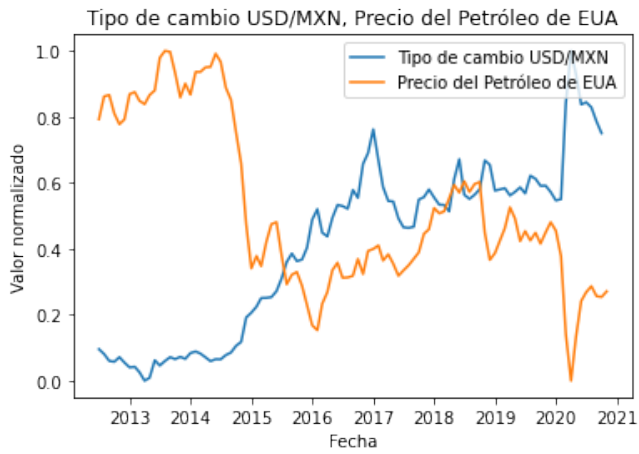


Figura 33: Serie de tiempo del precio del petróleo de EUA y el tipo de cambio USD/MXN.

## Incertidumbre Política

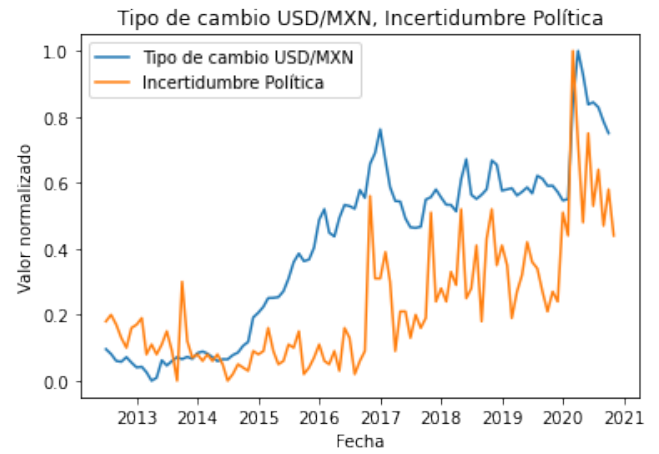


Figura 35: Serie de tiempo de la incertidumbre política y el tipo de cambio USD/MXN.

Gráfica de Tipo de Cambio USD/MXN vs Precio del Petróleo de EUA

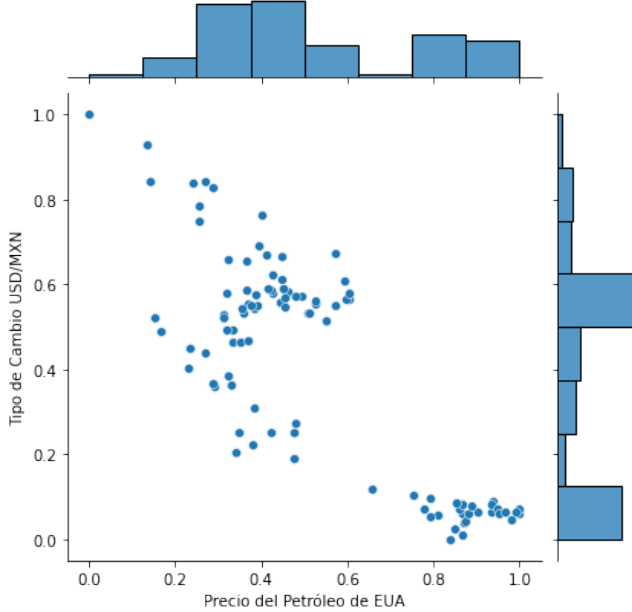


Figura 34: Gráfica del tipo de cambio vs el precio del petróleo de EUA.

Gráfica de Tipo de Cambio USD/MXN vs Incertidumbre Política

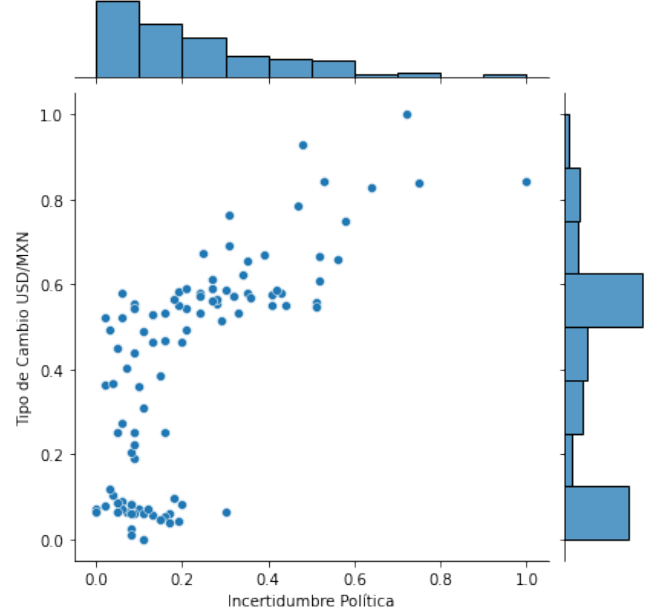


Figura 36: Gráfica del tipo de cambio vs la incertidumbre política.