

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



DESVIACIONES EN LA PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS CUBIERTA:

UN ANÁLISIS DEL CASO MEXICANO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN ECONOMÍA

PRESENTA

LIZBETH JOANA TIRADO TORRES

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. LORENZO MENNA

CIUDAD DE MÉXICO

AGOSTO 2019



*A mis padres, a quienes todo les debo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Este espacio está dedicado a las personas que contribuyeron a la conclusión exitosa de esta tesina. En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a mi asesor, el Dr. Lorenzo Menna, por guiarme en el proceso de realización de esta investigación. Le agradezco en especial por su compromiso y por su paciencia para sugerir soluciones a las dificultades que surgieron durante el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, agradezco a mis lectores, el Mtro. Raúl Feliz y el Dr. Juan Manuel Torres, que han acompañado el desarrollo de esta tesina desde sus inicios. A ambos debo agradecerles sus consejos prácticos, sus atentas lecturas y sus comentarios, que enriquecieron generosamente mi trabajo.

Reservo mis agradecimientos finales a mis padres, por el apoyo incondicional que me han otorgado a lo largo de mi formación como economista. A mi madre por acompañarme en los días difíciles; a mi padre por impulsarme a alcanzar mis metas. Ambos son mi ejemplo y mi inspiración.

## RESUMEN

La presente investigación analiza las desviaciones en la Paridad de Tasas de Interés Cubierta entre el peso mexicano y el dólar estadounidense, utilizando *forwards* del tipo de cambio. Se presenta, primero, un modelo teórico basado en un problema de maximización de un arbitrajista representativo que enfrenta costos de transacción y riesgos al realizar el arbitraje de las desviaciones de la Paridad de Tasas de Interés. Posteriormente, se presenta un análisis empírico con datos de estadísticas bancarias y de deuda del BIS para construir una *proxy* de la demanda neta de coberturas de tipo de cambio de dólares vis à vis pesos. Además, para representar el riesgo de crédito se utiliza el diferencial Libor-OIS, y para el riesgo de tipo de cambio, la volatilidad implícita en opciones de tipo de cambio. Los resultados sugieren que la demanda de coberturas combinadas con indicadores de riesgo en el mercado financiero, de volatilidad del tipo de cambio y de costos de transacción y de financiamiento explican las desviaciones en la Paridad de Tasas de Interés Cubierta.

**Palabras clave:** Paridad de Tasas de Interés Cubierta, arbitraje, *forwards*, coberturas de tipo de cambio, riesgo de crédito.

## ÍNDICE

Lista de abreviaturas .....	7
I. Introducción .....	1
II. Marco Teórico .....	3
1. Forwards de tipo de cambio y el mercado <i>over-the-counter</i> .....	3
2. El mercado de divisas .....	4
3. Paridad de Tasas de Interés Cubierta y Condición de no arbitraje .....	5
4. Determinantes de las desviaciones de tasa de interés .....	7
III. La condición de Paridad de Tasas de Interés Cubierta entre el peso mexicano y el dólar estadounidense.....	11
IV. Marco Analítico.....	15
1. Modelo Teórico.....	15
2. Análisis empírico .....	18
Datos y metodología.....	18
Resultados .....	26
V. Conclusiones .....	33
Bibliografía.....	35
Hipervínculos de bases de datos.....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Demanda neta por coberturas forward de tipo de cambio .....	21
Tabla 2. Descripción de Variables.....	25
Tabla 3. Fuentes de las Variables .....	25
Tabla 4. Desviaciones calculadas con tasas Cetes y Libor.....	29
Tabla 5. Desviaciones calculadas con tasas Cetes y Commercial Paper aaa Rated .....	30
Tabla 6. Desviaciones calculadas con tasas TIIE y Libor .....	31
Tabla 7. Desviaciones calculadas con tasas TIIE y <i>Commercial Paper AAA-Rated</i> .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Desviaciones en la Paridad de tasas de Interés Cubierta (Cetes).....	12
Figura 2. Desviaciones en la Paridad de tasas de Interés Cubierta (TIIE) .....	13
Figura 3. Brecha de Financiamiento Bancario en dólares .....	20
Figura 4. Bonos corporativos denominados en dólares en circulación .....	20
Figura 5. Diferencial Libor-OIS .....	23
Figura 6. Volatilidad implícita del Tipo de cambio peso-dólar.....	23
Figura 7. Diferencial de financiamiento por reporto .....	24
Figura 8. Diferencial Ask – Bid .....	24

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

Overnight Indexed Swap (OIS)

Paridad de tasas de Interés cubierta (PTIC)

Banco de Pagos Internacionales (BIS)



## **I. INTRODUCCIÓN**

Uno de los fenómenos más notables de los mercados financieros globales en los últimos años ha sido el rompimiento de la Paridad de Tasas de Interés Cubierta (PTIC). La PTIC asume que los tipos de cambio observados en los mercados de divisas y las tasas en los mercados de crédito son tales que igualan los rendimientos de los productos de renta fija denominados en distintas divisas. De lo contrario, los agentes del mercado podrían obtener un beneficio sin riesgo al pedir prestado a una tasa de interés baja y prestando una tasa de interés más alta, cubriéndose del riesgo de tipo de cambio con un contrato derivado. Sin embargo, este principio de las finanzas internacionales se rompió con el surgimiento de la Crisis Financiera Global. Después de la Crisis Financiera Global, que comenzó en 2007, las desviaciones de la PTIC han persistido tanto entre múltiples divisas (Borio et.al 2016, Cerutti et al. 2019, Coffey et. al 2009).

¿Por qué existen tales oportunidades de arbitraje sin riesgo? El argumento del arbitraje en los libros de texto consiste en que alguien podría tomar prestado a una tasa de interés baja y prestar a una tasa de interés más alta, habiendo cubierto completamente el riesgo cambiario. En este sentido, el fracaso de la PTIC permitiría a los agentes obtener ganancias ilimitadas sin riesgo. De acuerdo con la teoría de la PTIC, las oportunidades de arbitraje deberían agotarse rápidamente debido a que múltiples agentes del mercado llevarían a cabo operaciones de arbitraje, cambiando los precios de las divisas y las coberturas de tipo de cambio hasta eliminar la oportunidad de obtener ganancias. Sin embargo, en la práctica, los agentes de mercado deben tomar en cuenta ciertos costos asociados a las operaciones de arbitraje, no considerados en la definición de la PTIC de un libro de texto convencional. Además, la posibilidad para explotar las oportunidades de arbitraje depende de la capacidad del mercado para proporcionar coberturas cambiarias. Por lo tanto, si las desviaciones del PTIC persisten, debe ser porque los agentes de mercado no pueden aprovechar tales oportunidades de arbitraje si toman en cuenta todos los costos y riesgos asociados al arbitraje.

En este sentido, el presente trabajo muestra un análisis de las causas que generan una imperfección en los mercados financieros internacionales como es la existencia de oportunidades de arbitraje a través de desviaciones en la PTIC. Más específicamente, se analizan las causas que generan desviaciones en la Paridad de Tasas de Interés Cubierta entre

el peso mexicano y el dólar estadounidense, utilizando *forwards* de tipo de cambio. La contribución de esta tesina es analizar las desviaciones en la PTIC en una economía emergente, como lo es México, pues la literatura previa sobre desviaciones en la PTIC se centra sobre todo en economías avanzadas.

El presente trabajo se estructura como sigue. En primer lugar, se plantea un marco teórico que pondrá al lector en contexto sobre lo que significa la condición de PTIC, sobre cómo calcular las desviaciones en la PTIC y sobre cuáles son los agentes que participan en la determinación de esta condición. En segundo lugar, se muestra que han existido desviaciones persistentes en la PTIC entre el peso mexicano y el dólar estadounidense. En tercer lugar, mediante un modelo teórico y, luego, con un análisis empírico se prueba que la existencia de riesgo de crédito, los costos de transacción y de financiamiento, y las presiones en la demanda por coberturas cambiarias explican la existencia y la persistencia de este desequilibrio en los mercados financieros.

## II. MARCO TEÓRICO

### 1. FORWARDS DE TIPO DE CAMBIO Y EL MERCADO *OVER-THE-COUNTER*

En la presente investigación, se analiza la PTIC donde la cobertura del riesgo de tipo de cambio se hace mediante contratos *forward* de tipo de cambio USDMXN, es decir, contratos que aseguran el intercambio futuro de divisas a un tipo de cambio pesos por dólar fijado en el contrato. El tipo de cambio se define como el valor de una divisa extranjera expresada en términos de moneda nacional; además, de acuerdo al plazo en el que se realiza la transacción, éste se clasifica en tipo de cambio *spot* y tipo de cambio *forward*.

Un contrato *forward* es un acuerdo entre dos contrapartes para comprar o vender un activo en un momento futuro determinado y a un precio determinado. Puede contrastarse con un contrato *spot*, el cual es un acuerdo para comprar o vender un activo hoy. La transacción de un contrato *forward* se realiza en el mercado *over-the-counter*, generalmente entre instituciones financieras o una institución financiera y uno de sus clientes. (Hull, 2003).

Siguiendo a Hull (2003), el mercado *over-the-counter*, en el cuál se realiza la compra y venta de contratos *forward*, es una red de negociadores que realizan transacciones de derivados financieros por medio de llamadas telefónicas o transacciones en línea. Las instituciones financieras usualmente actúan como *market makers* durante las negociaciones. Es decir, siempre ofrecen un precio de compra y un precio de venta, conocidos como precios *ask* y *bid*, respectivamente. Los participantes del mercado *over-the-counter* son libres de negociar las transacciones, no existen contratos estandarizados. Una de las desventajas de este mercado es que existe “riesgo de crédito”, también conocido como “riesgo de contraparte”, –el riesgo de que una de las partes incumpla el contrato. El concepto de riesgo de contraparte resulta de gran importancia en la presente investigación debido a que, como lo explicaré más adelante, será una de las explicaciones del incumplimiento de la Paridad de Tasas de Interés Cubierta.

Los participantes del mercado *over-the-counter* pueden clasificarse en tres tipos: especuladores, arbitrajistas y demandantes de coberturas (*hedgers*). Los demandantes de coberturas usan productos financieros, como los contratos *forwards*, para reducir el riesgo al que se enfrentan debido a potenciales cambios futuros en alguna variable del mercado. Los contratos *forward* están diseñados para neutralizar el riesgo al fijar el precio que pagará o recibirá el demandante de la cobertura por el bien subyacente. En cambio, los especuladores

usan productos financieros para apostar sobre la dirección que tomará una variable de mercado en el futuro, aportando a que el precio del activo subyacente bajará o subirá. En este sentido, tendrán una ganancia o una pérdida en el momento que redención del contrato *forward*. Por último, los arbitrajistas toman posiciones en dos o más instrumentos para asegurar una ganancia sin riesgo. Sin embargo, las oportunidades de arbitraje no pueden durar mucho tiempo, las fuerzas de oferta y demanda eliminarán las oportunidades de obtener ganancias en el mercado, bajo las condiciones de información completa y un gran número de arbitrajistas en el mercado con fondos suficientes disponibles para realizar operaciones arbitraje.

## **2. EL MERCADO DE DIVISAS**

Para comprender las interacciones que originan las desviaciones en la PTIC, resulta necesario comprender qué tipo de agentes participan en el mercado de divisas. Los tipos de cambio (*spot* y *forward*) están determinados por la interacción de cuatro principales agentes del mercado de divisas: bancos comerciales, corporaciones que realizan operaciones internacionales, instituciones financieras no bancarias –tales como firmas de administración de activos y compañías de seguros–, y bancos centrales (Krugman y Obstfeld, 2009).

Los bancos comerciales son el agente más importante en el mercado de divisas porque casi cualquier transacción internacional implica el intercambio de depósitos bancarios denominados en distintas monedas. Los bancos realizan operaciones con sus clientes –principalmente firmas– así como operaciones interbancarias. Las operaciones interbancarias representan la mayor parte de la actividad del mercado de divisas. Las corporaciones que operan en diferentes países generalmente realizan o reciben pagos en moneda extranjera, por lo que deben comprar o vender divisas. En cuanto a las instituciones financieras no bancarias, la desregulación de los mercados financieros desde finales del siglo XX ha alentado a estas instituciones a ofrecer a sus clientes una gama de servicios parecidos a los ofrecidos por los bancos, como las transacciones de divisas. Ejemplos de este tipo de instituciones son los fondos de pensiones y los *Hedge funds*.

### 3. PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS CUBIERTA Y CONDICIÓN DE NO ARBITRAJE

La condición de Paridad de Tasas de Interés Cubierta (PTIC), objeto central de la presente investigación, propone que el mercado de divisas se encuentra en equilibrio cuando los depósitos en distintas monedas ofrecen la misma tasa de retorno. Por lo tanto, un inversionista debe ser indiferente entre invertir su dinero en una divisa u otra (Krugman y Obstfeld, 2009). La Paridad de Tasas de Interés Cubierta establece que la diferencia entre el tipo de cambio *forward* y el tipo de cambio *spot* está directamente relacionada con la diferencia entre las tasas de interés nominales de las dos monedas implicadas en la operación.

De acuerdo con la PTIC, un peso que es invertido a tasa de interés libre de riesgo en México pagará al final del periodo el capital más el interés generado a la tasa  $r^{MXN}$ . Mientras que el mismo peso convertido a dólares al tipo de cambio *spot* e invertido en Estados Unidos, producirá rendimientos a la tasa  $r^{USD}$ . Si el resultado de la inversión se vende, el precio de dicha transacción será el tipo de cambio *forward*. La Paridad de Tasas de Interés implica que la riqueza final producida por ambas inversiones será la misma, como lo indica la siguiente ecuación:

$$(1 + r^{USD}) = \frac{S_t(1+r^{MXN})}{F_{t,t+k}} \quad (1)$$

Dónde  $S_t$  es el tipo de cambio *spot*;  $F_{t,t+k}$  es el tipo de cambio *forward* –con vencimiento en k periodos–,  $r^{USD}$  es la tasa de interés extranjera y  $r^{MXN}$  es la tasa de interés doméstica.

La PTIC opera bajo los siguientes supuestos: los costos de transacción son insignificantes, los activos subyacentes son idénticos en términos de liquidez, madurez y riesgo de crédito; existe libre movilidad de capitales, y existe un gran número de inversionistas con fondos suficientes disponibles para realizar operaciones de arbitraje.

En caso de que no se cumpla la PTIC, los agentes del mercado podrían obtener ganancias sin riesgo al pedir prestado en la moneda de interés bajo e invertir en la moneda que paga interés alto, con riesgo de tipo de cambio completamente cubierto gracias a un contrato *forward*. En este sentido, la PTIC es una “condición de no arbitraje”. Se entiende por arbitraje a la posibilidad que tienen algunos inversionistas de ejecutar una estrategia que les permita obtener utilidad sin incurrir en riesgo, aprovechando las imperfecciones existentes en los mercados (Reverre, 2001). En teoría, las operaciones de arbitraje

únicamente pueden durar instantes bajo condiciones de funcionamiento eficiente de los mercados, ya que múltiples individuos pueden observar la misma oportunidad y, por los efectos de oferta y demanda, los precios en los activos y derivados convergerán a la condición de equilibrio bajo la cual no existen oportunidades de arbitraje.

Una desviación de la PCT se define como una base  $b_t$  en el tiempo  $t$  de acuerdo con la siguiente ecuación –donde  $r^{MXN Imp}$  es la tasa de interés doméstica implícita:

$$r^{MXN Imp} = \frac{F_{t,t+k}(1+r^{USD})}{S_t} - 1 \quad (2)$$

$$b_t = r^{MXN} - r^{MXN Imp} \quad (3)$$

Las desviaciones de la PTIC, implicarían la existencia de una oportunidad de arbitraje, pues los agentes podrían aprovechar esta situación para obtener beneficios sin incurrir en riesgos y sin contar con fondos iniciales. Por un lado, si  $b_t < 0$ , un inversionista podría lograr una oportunidad de arbitraje al pedir prestado un monto  $X$  de pesos a una tasa  $r^{MXN}$ . Posteriormente, convertir esos pesos a dólares a tipo de cambio *spot*  $S_t$ , e invertir la cantidad de  $X/S_t$  dólares a tasa  $r^{USD}$ . El inversionista se cubriría del riesgo de tipo de cambio mediante un contrato que asegure el tipo de cambio forward  $F_{t,t+k}$ :

Si  $b_t < 0$ :

$$X * (1 + r^{MXN}) < X * \frac{F_{t,t+k}(1+r^{USD})}{S_t} \quad (4)$$

Por otro lado, si  $b_t > 0$ , un inversionista puede lograr una oportunidad de arbitraje al pedir prestado un monto  $X$  de dólares a un costo  $r^{USD}$ , e intercambiar ese monto por pesos al tipo de cambio *spot*  $S_t$ , e invertir la cantidad de  $X*S_t$  pesos a una tasa  $r^{MXN}$ . El inversionista podría cubrirse del riesgo de tipo de cambio al acordar mediante un contrato forward la compra de dólares al tipo de cambio  $F_{t,t+k}$ :

Si  $b_t > 0$ :

$$X * (1 + r^{USD}) < X * \frac{S_t(1+r^{MXN})}{F_{t,t+k}} \quad (5)$$

#### **4. DETERMINANTES DE LAS DESVIACIONES DE TASA DE INTERÉS**

La evidencia empírica previa a la gran crisis financiera global de 2008 evidenciaba el cumplimiento de la paridad de tasa de interés cubierta (PTIC), especialmente para economías desarrolladas. Las desviaciones observadas en la PTIC tendían a ser de corta duración y en promedio no permitían obtener beneficios. De acuerdo con Akram et al. (2008): “La falta de previsibilidad del arbitraje y la rápida velocidad a la que se explotan y eliminan las oportunidades de arbitraje implica que un investigador típico del macrofinanciamiento internacional que utiliza datos a la frecuencia diaria o inferior puede asumir con seguridad que la paridad de tasas de interés cubierta se mantiene ”<sup>1</sup>.

Sin embargo, a partir del surgimiento de la Crisis Financiera Global de 2007 se han observado desviaciones persistentes en la PTIC en diferentes países. Existe una amplia literatura teórica y empírica que analiza las desviaciones de la PTIC en el periodo posterior a la crisis financiera global. Estos trabajos se centran en el análisis de monedas de economías desarrolladas, aunque también existen algunas investigaciones que abordan el caso mexicano. Como se explicará más adelante, la gran mayoría de estos estudios atribuye las desviaciones de la PTIC al surgimiento mayores costos de transacción asociados a realizar operaciones de arbitraje, cuyo origen son las regulaciones de capital y la restricciones de financiamiento que surgieron a partir de la crisis. Otros autores atribuyen las desviaciones a que los agentes del mercado se hicieron más conscientes de los riesgos de contraparte a partir de la crisis, lo que los llevó a tomar en cuenta estos riesgos al poner precio a sus activos financieros. Además, algunos autores atribuyen las desviaciones a límites en el financiamiento en los mercados financieros o a choques en la demanda neta por coberturas de tipo de cambio.

Respecto al papel de la política regulatoria que se implementó después de la Crisis Financiera, los cambios en la regulación han incentivado a los participantes del mercado a incluir en sus precios los riesgos de contraparte de una manera más exhaustiva; además, los cambios en el tratado de Basilea III y los ratios de apalancamiento estadounidenses demandan a los participantes de mercado tener una proporción capital mínima respecto a sus derivados y a otras exposiciones. Tomoyuki et al. (2018) encuentran que las restricciones impuestas a los bancos mediante política regulatoria, aumentan los costos marginales de financiamiento

---

<sup>1</sup> Traducción propia.

de los bancos globales y resultan en desviaciones de la PTIC, controlando por otros factores como los diferenciales globales en tasas de interés, el riesgo de bancarrota de los bancos, necesidades de liquidez en dólares de los bancos (tamaño de su deuda en dólares).

Los arbitrajistas incurren en riesgos de contraparte al invertir y al entrar en contratos *forward*. Aunque estos riesgos han existido siempre, los agentes del mercado los administran más activamente después de la Crisis Financiera Global. Antes de la crisis, estos riesgos no eran tomados en cuenta en los precios de mercado, la crisis los puso en evidencia. Como resultado, el apalancamiento y actividades de arbitraje que demandan apalancamiento, tal como realizar arbitraje ante desviaciones en la PTIC, han disminuido (Borio, 2016 a). Levich (2012) sugiere mediante un análisis empírico que después de la crisis financiera incrementaron los riesgos de contraparte bancarios, por lo cual ha aumentado la proporción de mercado de contratos futuros –caracterizados por la intervención de una contraparte central que minimiza el riesgo de incumplimiento– con respecto al uso de contratos *forward*.

Sobre los límites al financiamiento como explicación para el no cumplimiento de la condición de PTIC, Coffey et al. (2009) evidencian las desviaciones en la PTIC para varias monedas y muestran que las transacciones de arbitraje no pudieron realizarse durante la Crisis Financiera Global debido a la falta de financiamiento y un alto riesgo de contraparte. Además, muestran que las intervenciones de la Reserva Federal para aumentar la liquidez global estuvieron asociadas a disminuciones de las desviaciones de la PTIC. En el mismo sentido, Mancini (2012) sugiere que la falta de liquidez en el financiamiento en dólares explica las desviaciones en la PTIC y que los factores de riesgo son insignificantes. Mientras tanto, Ivashina et al. (2012) documentan teórica y empíricamente la coincidencia entre los límites de financiamiento y el surgimiento de desviaciones en la PTIC para el caso de los bancos europeos durante la Crisis de deuda de la Zona Euro.

Cerutti et al. (2019) documentan las desviaciones de la PTIC para monedas de economías avanzadas *vis-à-vis* el dólar estadounidense. Sus resultados muestran que los factores que contribuyeron a esta variación fueron: el sentimiento de riesgo global a partir de la Crisis Financiera Global, las condiciones de menor liquidez del mercado de tipo de cambio *forward* durante y después de la crisis y la mayor fortaleza del dólar frente a otras monedas. Del mismo modo, Avdijev et. al (2016) encuentran que un dólar más fuerte está relacionado con mayores desviaciones en la PTIC y menores préstamos bancarios internacionales en



dólares. El mecanismo mediante el cual la fortaleza del dólar influye en las desviaciones de la PTIC es que las instituciones bancarias conceden menos préstamos en dólares cuando éste se aprecia, por lo que los participantes del mercado no pueden financiar sus operaciones de arbitraje.

Otra hipótesis se centra en efecto de la demanda por contratos *forward*, proponiendo que los cambios locales en la demanda o la oferta de contratos *forward* pueden hacer que sus precios se desvíen de los niveles implícitos en la PTIC. Por ejemplo, una mayor actividad de cobertura por parte de las corporaciones puede ejercer una presión al alza sobre el precio de los contratos a plazo. Otro ejemplo es que durante la crisis financiera, muchos bancos no pudieron acceder mercados mayoristas de financiamiento en dólares, debido a la escasez de dólares y al riesgo percibido de contraparte (Pinnington, 2016). En este sentido, Borio et al. (2016) atribuyen el surgimiento de desviaciones en la PTIC, después de la crisis, a la demanda por coberturas de tipo de cambio. Además, señalan que estas desviaciones persisten en el tiempo debido a costos de transacción y al riesgo asociado a realizar operaciones de arbitraje. Para demostrar el mecanismo mediante el cual estos factores influyen en la fijación del precio del tipo de cambio *forward*, desarrollan un modelo teórico microeconómico desde el punto de vista del arbitrajista. Posteriormente, realizan un análisis empírico para explicar las desviaciones de la PTIC para el caso del yen japonés y el dólar, y para un panel con distintas monedas de economías desarrolladas. Encuentran que las *proxies* para demanda de coberturas combinadas con los costos asociados al arbitraje (definidos como un diferencial de precios de divisas *bid-ask*) explican las desviaciones de la PTIC. La presente investigación seguirá el enfoque de Borio et al. (2016) para analizar las desviaciones de PTIC para el caso mexicano.

En lo que respecta al incumplimiento de a PTIC en Economías Emergentes, como México, Alper et al. (2007) señalan que en su mayoría estas economías se caracterizan por tener reformas institucionales incompletas, condiciones económicas relativamente volátiles, fundamentos macroeconómicos más débiles y mercados financieros poco profundos. En términos generales, las reformas institucionales incompletas pueden contribuir a mayores riesgos de incumplimiento y costos de transacción positivos, mientras que las condiciones económicas relativamente volátiles y los fundamentos macroeconómicos más débiles pueden contribuir a mayores riesgos de tipo de cambio y de incumplimiento. Por lo tanto, es de

esperarse que la condición PTIC tenga menor probabilidad de mantenerse en los mercados emergentes que en las economías desarrolladas.

Específicamente para el caso mexicano, Carstens (1987) estima un modelo de maximización de utilidad cuando existe riesgo político, riesgo de intervención sobre el tipo de cambio por parte del banco central y riesgo de política gubernamental. Su modelo implica que bajo estas condiciones de riesgo los activos mexicanos y extranjeros no son sustitutos perfectos; por lo tanto, los individuos no considerarán las desviaciones de la PTIC como una oportunidad de ganancia, y no emprenderán transacciones que tiendan a eliminar las desviaciones. Sin embargo, este análisis se realizó en un contexto histórico en el que Banco de México comúnmente intervenía con política monetaria para modificar el tipo de cambio y por lo tanto el equilibrio de la PTIC, a diferencia de lo que ocurre actualmente —el análisis se hace para el periodo de 1980 a 1982. En una investigación más actual, el Reporte sobre el Sistema Financiero de Banco de México (2018) realiza un análisis empírico de la PTIC para peso mexicano *vis-à-vis* el dólar americano. Este análisis sugiere que la explicación más importante para las desviaciones son los choques exógenos sobre la demanda de coberturas en el mercado de tipo de cambio en moneda extranjera, esta demanda es aproximada con la diferencia entre los activos de los bancos y el valor de su captación en divisas. Los resultados mostraron que, en el corto plazo, la demanda de coberturas tiene un impacto, incluso controlando por costos (de transacción y financiamiento), y riesgos (de contraparte y de mercado).

### III. LA CONDICIÓN DE PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS CUBIERTA ENTRE EL PESO MEXICANO Y EL DÓLAR ESTADOUNIDENSE

Con el fin de analizar empíricamente la validez de la PTIC para el caso del peso mexicano *vis-à-vis* el dólar estadounidense, la desviación de la PTIC se estima usando las ecuaciones (2) y (3) para los plazos de un mes, tres meses, seis meses y un año. Los datos para los cálculos de las desviaciones en la PTIC provienen de Bloomberg.

Por un lado, respecto a la tasa de interés mexicana ( $r^{MXN}$ ), se utilizan dos tasas distintas para calcular la magnitud de las desviaciones de la PTIC: la tasa de los Certificados de Tesorería de la Federación (Cetes) y la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE). La TIIE es una tasa que representa las tasas de interés pactadas entre bancos, es publicada por el Banco de México para representar las condiciones del mercado. Ambas tasas resultan relevantes porque, en el caso en el que  $b_t > 0$ , los arbitrajistas podrían invertir su dinero en Cetes, que es un instrumento sin riesgo. Mientras que, en el caso en que  $b_t < 0$ , los arbitrajistas podrían obtener el financiamiento en pesos a tasa TIIE<sup>2</sup>. Por otro lado, para la tasa de interés estadounidense ( $r^{USD}$ ), también se realizó el cálculo con dos tasas distintas. La literatura previa sugiere que para la tasa  $r^{USD}$  se puede utilizar la tasa Libor<sup>3</sup> o la tasa de los *Financial Commercial Papers AAA-rated* publicada por la Reserva Federal<sup>4</sup> (Cerutti, 2019). Cerutti et al. sugieren que la tasa Libor podría no representar de manera adecuada los costos de financiamiento de los agentes que realizan operaciones con divisas, por lo tanto, usa medidas alternativas para representar los costos de financiamiento en dólares.

La Figura 1, representa gráficamente las desviaciones en la PTIC usando la tasa mexicana de Cetes y las dos diferentes medidas de la tasa estadounidense ( $r^{USD}$ ). La Figura 2, presenta las desviaciones en la PTIC usando como tasa mexicana la TIIE y las dos diferentes medidas de la tasa estadounidense.

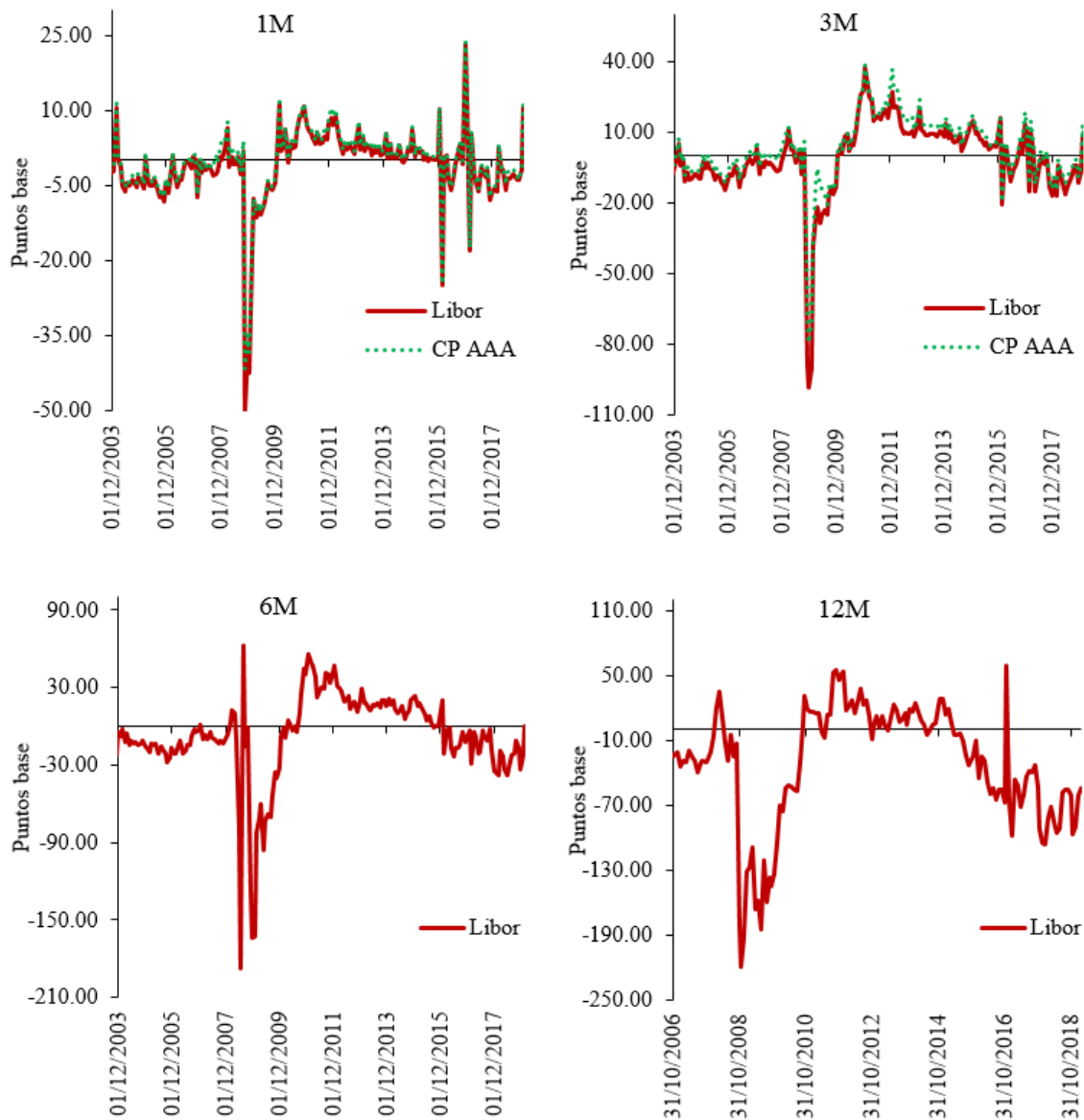
---

<sup>2</sup> Cabe mencionar que para obtener financiamiento en pesos a tasa TIIE, los arbitrajistas tendrían que ser bancos, los cuales tienen acceso a financiamiento con un costo promedio igual a la de Tasa de Interés Interbancaria

<sup>3</sup> La tasa Libor USD interbancaria es una tasa promedio a la cual una selección de bancos en el mercado de Londres se prestan dólares estadounidenses entre sí. Comúnmente es usada como tasa de interés de referencia.

<sup>4</sup> Los *Financial Commercial Papers* son instrumentos de renta fija a corto plazo emitidos principalmente por corporaciones. Los vencimientos se extienden hasta 270 días. Muchas empresas utilizan CP para obtener el efectivo necesario para las transacciones actuales. En muchos casos es una alternativa de menor costo a los préstamos bancarios.

FIGURA 1 . DESVIACIONES EN LA PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS CUBIERTA (CETES)

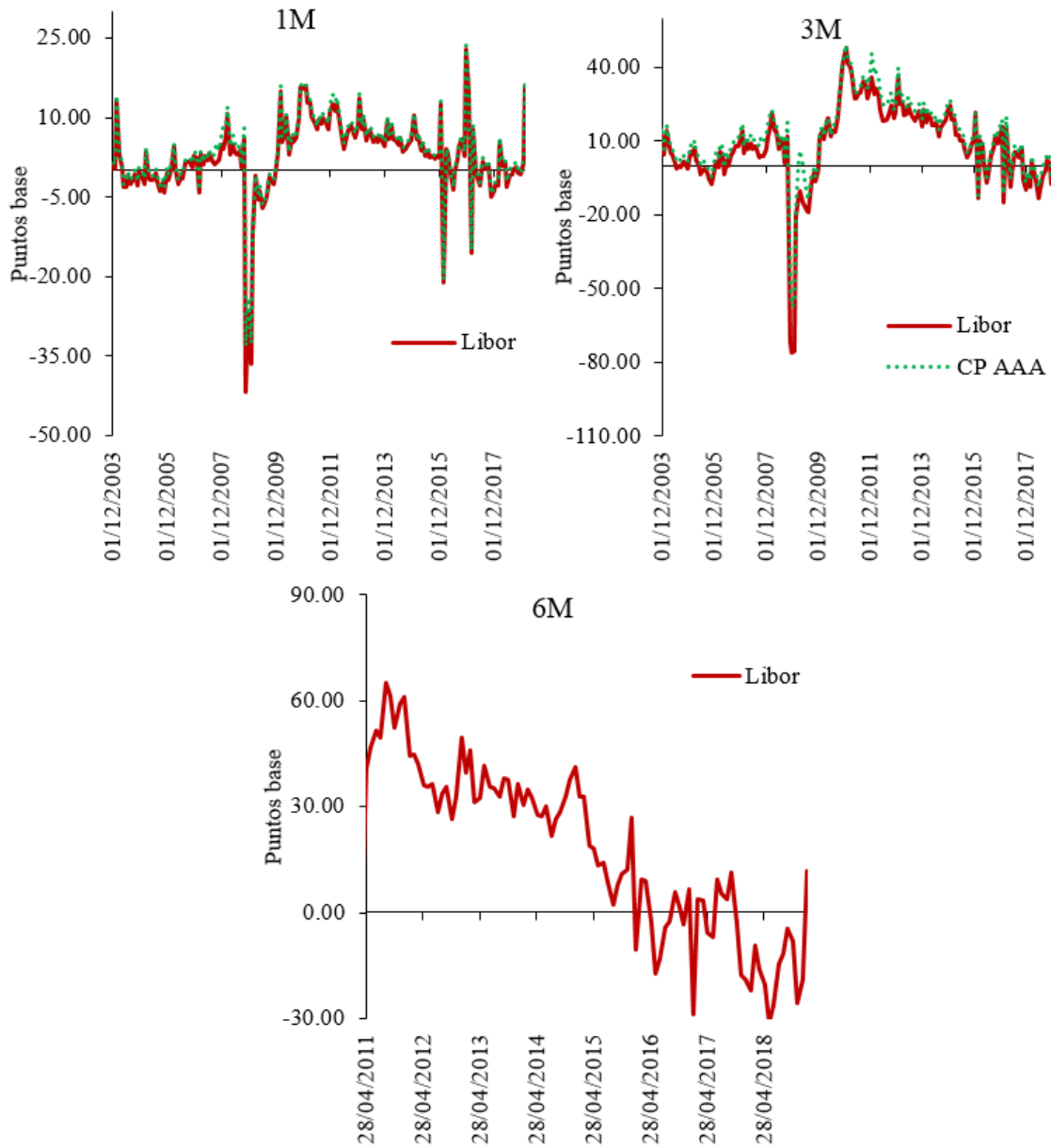


Desviaciones en la Paridad de Tasas de Interés Cubierta en puntos base, utilizando como  $r^{USD}$  las tasas Libor y la tasa de los *Financial Commercial Paper AAA rated* publicadas por la Reserva Federal. Para  $r^{MX}$  se utiliza la tasa de los Certificados de la Tesorería de la Federación. Para el plazo de un año, los datos están disponibles a partir de abril 2011.

Nota: 1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses.

Fuente: Bloomberg.

FIGURA 2. DESVIACIONES EN LA PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS CUBIERTA (TIIE)



Desviaciones en la Paridad de Tasas de Interés Cubierta en puntos base, utilizando como  $r^{USD}$  las tasas Libor y la tasa de los *Financial Commercial Paper AAA rated* publicadas por la Reserva Federal. Para  $r^{MX}$  se utiliza la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE). Para el plazo de un año, los datos están disponibles a partir de abril 2011.

Nota: 1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses.

Fuente: Bloomberg.

En las Figuras 1 y 2, se puede observar que, aunque la evolución de las series de las desviaciones de PTIC no es idéntica usando las distintas tasas estadounidenses—en especial durante de Crisis Financiera Global— sus comportamientos son similares. Para el plazo de un año es donde los comportamientos de las desviaciones difieren en mayor medida.

En las Figuras 1 y 2, es posible notar que el diferencial ha sido diferente de cero de manera persistente para todos los plazos en el caso mexicano. A partir de 2003 y hasta antes de la Crisis Financiera Global, las desviaciones observadas son pequeñas y fluctúan alrededor de cero, en línea con lo propuesto por Akram et al. (2008). Sin embargo, a partir de la Crisis Financiera Global las desviaciones en la PTIC alcanzaron altos niveles y aumentan conforme al plazo analizado: de hasta +20 y -50 puntos base para el plazo de un mes, y aún mayores para el plazo de un año, entre +180 y -220 puntos base. Más tarde, la desviación fue positiva durante un periodo largo que terminó en 2016.

## IV. MARCO ANALÍTICO

### 1. MODELO TEÓRICO

La mecánica básica detrás de la PTIC supone que las tasas de interés y el tipo de cambio *spot* están dados: estos mercados son mucho más grandes que los de los derivados de divisas. Por lo tanto, son principalmente los cambios en la demanda de *forwards* de divisas los que hacen que los tipos de cambio a plazo se alejen del equilibrio de PTIC y den como resultado una base  $b_t$  distinta de cero. Cualquier desviación de este tipo debería, en principio, desencadenar inmediatamente las transacciones de arbitraje, llevando la  $b_t$  a cero. Sin embargo, como se observa en la Figura 1, la PTIC no se cumple para el caso mexicano. Con el objetivo de entender las causas que motivan este fenómeno, en esta sección se presenta una adaptación del modelo de Borio et al. (2016 b) quienes proponen que los riesgos de mercado y de contraparte de los *forwards* de divisas dan lugar a costos que hacen que no sea rentable realizar arbitraje sobre las desviaciones de la PTIC, a menos que ésta sea lo suficientemente grande. Este modelo de maximización de utilidad se enfoca en los costos enfrentados por un arbitrajista de PTIC adverso al riesgo, que toma en cuenta los costos y los riesgos de contraparte asociados a entrar en posiciones *forward*. Intuitivamente, el modelo busca demostrar que las operaciones de arbitraje son costosas y riesgosas, debido a que típicamente requieren que el arbitrajista incurra en riesgo de crédito al pedir prestado e invertir, y posiblemente se enfrentará a restricciones de liquidez.

Suponga un arbitrajista representativo con aversión al riesgo, con riqueza inicial  $W_t$  en tiempo  $t$  y cuya función de utilidad está dada por:

$$U_t = -E_t(e^{-\rho W_{t+1}}) \quad (6)$$

Donde  $\rho$  es el coeficiente de aversión al riesgo absoluta. El arbitrajista elegirá  $X_{t,f}^*$ , la cantidad de pesos que invertirá en la actividad de arbitraje, para maximizar su utilidad que depende de la riqueza en el siguiente periodo  $W_{t+1}$ . La riqueza esperada del siguiente periodo esperada está dada por la ecuación:

$$E_t[W_{t+1}] = W_t + (W_t - X_{t,f})r_t^{MXN} + X_{t,f}^*(f_{t,t+1} + r_t^{USD} - s_t) \quad (7)$$

$$\text{Si: } f_{t,t+1} - s_t > r_t^{MXN} - r_t^{USD5}$$

---

<sup>5</sup> En el modelo teórico, uso la aproximación logarítmica del rendimiento de la PTIC, que se cumple para tasas  $r$  pequeñas:  
 $F/S - (1+r^{MXN}) / (1+r^{USD}) \approx f - s + r^{USD} - r^{MXN}$ , donde  $f = \log(F)$  y  $s = \log(S)$ .

Esta situación representa el caso de la ecuación (4), con  $b_t < 0$ . Es decir, en este caso el arbitrajista puede beneficiarse de pedir prestado en pesos, convertir los pesos a dólares e invertir a tasa estadounidense; abordaré el caso opuesto (ecuación (5)) más adelante. Ahora incorporamos la existencia de un riesgo de contraparte en el *forward*:  $\theta_t$  es la probabilidad de que la contraparte no cumpla el contrato en  $t+1$ , situación bajo la cual el arbitrajista deberá convertir los pesos a dólares a un tipo de cambio  $S_{t+1}$ . La nueva riqueza esperada al final del periodo es:

$$E_t[W_{t+1}] = W_t + (W_t - X_{t,f}^*)r_t^{MXN} + (1 - \theta_t)X_{t,f}^*(f_{t,t+1} + r_t^{USD} - s_t) + \theta_t X_{t,f}^*(E_t[S_{t+1}] + r_t^{USD} - s_t) \quad (8)$$

Note que la ecuación (7) corresponde al caso de la ecuación (8) donde  $\theta_t = 0$  (arbitraje sin riesgo). Ahora suponga que los inversionistas consideran que el tipo de cambio del siguiente periodo tiene una distribución normal con media  $f_{t,t+1}$ ,  $E_t[S_{t+1}] \sim N(f_{t,t+1}, \sigma_s^2)$ . Al sustituir (8) en (6), es posible llegar al siguiente equivalente cierto<sup>6</sup>:

$$W_t(1 + r_t^{MXN}) + X_{t,f}^*(f_{t,t+1} - s_t + r_t^{USD} - r_t^{MXN}) - \frac{\rho}{2}\theta_t X_{t,f}^{*2}\sigma_s^2 \quad (9)$$

El término  $\frac{\rho}{2}\theta_t X_{t,f}^{*2}\sigma_s^2$  puede ser interpretado como el “precio sombra de hoja de balance” para exposiciones en forwards de tamaño  $X_{t,f}^*$ . Si maximizamos (9) con respecto a  $X_{t,f}^*$  e imponemos la condición de vaciado de mercado  $X_{t,f}^* = D_t^{*f}$ , donde  $D_t^{*f}$  corresponde a la demanda por coberturas *forward* de tipo de cambio de pesos a dólares, llegamos a la siguiente ecuación que determina el precio de los *forwards* de tipo de cambio:

$$f_{t,t+1} = s_t + r_t^{MXN} - r_t^{USD} + \theta_t \rho \sigma_s^2 D_t^{*f} \quad (10)$$

La ecuación (10) determina el retorno mínimo demandado por los arbitrajistas al incurrir en un contrato *forward* de divisas. Esta ecuación incorpora los riesgos de contraparte y la aversión al riesgo del arbitrajista representativo, además de mostrar que una mayor demanda por coberturas afectará la base  $b_t$  al aumentar el precio del contrato *forward*.

Ahora incorporamos restricciones de liquidez de los arbitrajistas. Los arbitrajistas deberán fondear los pesos que necesitan en mercados “repo”<sup>7</sup>, es decir pedir prestado dejando

<sup>6</sup> El equivalente de cierto es un pago fijo que hace que el agente sea indiferente a la lotería. Además, debemos tomar en cuenta la propiedad de la distribución normal que menciona que, si  $z$  se distribuye normal:

$$E[e^z] = e^{E(z) + (1/2)\sigma_z^2}.$$

<sup>7</sup> Los contratos de repo son contratos en los cuales el vendedor de un activo acepta comprarlo nuevamente en una fecha posterior y a un precio más alto. En este tipo de contratos los activos, por ejemplo títulos de deuda



un activo como colateral. En este caso, el equivalente cierto será la ecuación (11), donde  $c$  es la fracción de los fondos dedicados al arbitraje que fue financiada con reportos y  $r_t^{REPO\ MXN}$  es la tasa de financiamiento mediante reportos.

$$W_t + (W_t - X_{t,f}^*(1 - c)r_t^{MXN} + X_{t,f}^*(f_{t,t+1} - s_t + r_t^{USD}) - \frac{\rho}{2}\theta_t X_{t,f}^{*2}\sigma_s^2 - X_{t,f}^*r_t^{REPO\ MXN}c) \quad (11)$$

Optimizando (11) respecto a  $X_{t,f}^*$  e imponiendo vaciado de mercados llegamos al precio de forwards que incorpora riesgos y restricciones de liquidez, ecuación (12):

$$f_{t,t+1} = s_t + r_t^{MXN} - r_t^{USD} + \theta\rho\sigma_s^2 D_t^{*f} + c(r_t^{REPO\ MXN} - r_t^{MXN}) \quad (12)$$

Ahora, incorporando los costos de transacción asociados a realizar la operación de arbitraje, representados por el promedio del diferencial de precios de tipo de cambio *ask* y *bid*, *spot* y *forward*.<sup>8</sup> Por lo tanto, el nuevo precio de los *forwards* de divisas es:

$$f_{t,t+1} = s_t + r_t^{MXN} - r_t^{USD} + \theta\rho\sigma_s^2 D_t^{*f} + c(r_t^{REPO\ MXN} - r_t^{MXN}) + 1/2[(f_{t,t+1}^A - f_{t,t+1}^B) + (s_t^A - s_t^B)] \quad (13)$$

Resolviendo para la desviación observada,  $b_t$ , de acuerdo a la ecuación (3)<sup>9</sup> llegamos a límite inferior posible para desviaciones de tipo de cambio:

$$b_t^- \geq -\theta_t\rho\sigma_s^2 D_t^{*f} - c(r_t^{REPO\ MXN} - r_t^{MXN}) - 1/2[(f_{t,t+1}^A - f_{t,t+1}^B) + (s_t^A - s_t^B)] \quad (14)$$

Es posible seguir el mismo procedimiento para el caso de la ecuación (5), con  $b_t > 0$ . En tal caso, el arbitrajista puede beneficiarse de pedir prestado en dólares, convertir los dólares a pesos e invertir a tasa mexicana. El arbitrajista elegirá  $X_{t,f}$ , la cantidad de dólares que invertirá en la actividad de arbitraje. Repitiendo los pasos anteriores, el precio de los *forwards* de divisas equivalente a (10), incorporando riesgo de contraparte es:

$$f_{t,t+1} = s_t + r_t^{MXN} - r_t^{USD} - \theta\rho\sigma_s^2 D_t^f \quad (15)$$

---

soberana, fungen como una garantía en caso de que el prestatario de efectivo no pueda devolver el dinero que le fue prestado al finalizar el contrato de recompra. Además, el menor riesgo de crédito hace que sea una fuente de financiamiento más barato para los prestatarios (Euroclear, 2009). Después de que la Crisis Financiera Global generó conciencia sobre el riesgo de contraparte, muchos participantes del mercado pasaron de fuentes de financiamiento sin garantía a fuentes de financiamiento con garantía, en particular a los mercados de recompra. En consecuencia, la recompra se ha convertido en la principal fuente de financiamiento para arbitrajistas y especuladores apalancados. (Borio et.al a).

<sup>8</sup> Adoptando un enfoque similar a Pinnington y Shamloo (2016), este término es un proxy para los costos de transacción.

<sup>9</sup> Recordando la ecuación (3):  $b_t = r^{MXN} - r^{MXN\ Imp} = r^{MXN} - r^{USD} - f + s$ .

Donde  $D_t^f$  corresponde a la demanda por coberturas *forward* de tipo de cambio de dólares a pesos<sup>10</sup>. Posteriormente, al incorporar en el modelo costos de liquidez y costos de transacción, llegamos a la ecuación (16) que representa el límite superior para desviaciones de tipo de cambio:

$$b_t^+ \leq \theta_t \rho \sigma_s^2 D_t^f + c(r_t^{REPO\ USD} - r_t^{USD}) + 1/2[(f_{t,t+1}^A - f_{t,t+1}^B) + (s_t^A - s_t^B)] \quad (16)$$

Las ecuaciones (14) y (16) determinan los intervalos de no arbitraje para un arbitrajista con aversión al riesgo, en un mercado de coberturas con riesgos de contraparte y otros costos asociados a las operaciones de arbitraje, como los costos de financiamiento y los costos de transacción. En este sentido, las desviaciones de PTIC son una función de la prima de riesgo y la incertidumbre sobre el costo de capital, los choques de demanda por coberturas, el diferencial del mercado repo y el diferencial *Bid-Ask* que captura los costos de transacción del mercado (o, equivalentemente, la liquidez del mercado de divisas).<sup>11</sup>

## 2. ANÁLISIS EMPÍRICO

### DATOS Y METODOLOGÍA

En esta sección realizaré un análisis empírico motivado por las conclusiones del modelo teórico de la sección anterior. Comenzaré por describir las *proxys* de las variables del modelo teórico que utilizaré en la especificación empírica. No existen registros que puedan rastrear la demanda por productos *forward* de divisas de manera exacta. Sin embargo, Borio et al. (2016 a) establecen que las tres principales fuentes de demanda por coberturas *forward* de tipo de cambio son: bancos, corporaciones no financieras e instituciones de inversión. Por un lado, las empresas cuentan con pasivos en dólares cuyo riesgo asociado al tipo de cambio debería ser cubierto. Los bancos e instituciones de inversión utilizan el mercado de divisas para cubrir sus pasivos en dólares estadounidenses, o pueden actuar como oferentes de coberturas si cuentan con activos en dólares. En este contexto, se utiliza el mismo marco conceptual para representar las posiciones en dólares que están cubiertas por riesgo de tipo de cambio mediante contratos *forward*.

<sup>10</sup> Cabe señalar que la demanda por coberturas está definida como  $D_t^f = -D_t^{*f}$ .

<sup>11</sup>  $s_t^A$  y  $f_{t,t+1}^A$  se refieren al precio *ask* de tipo de cambio, es decir el precio que demandan los *market makers* por vender dólares.  $f_{t,t+1}^B$  y  $s_t^B$  se refieren al precio *bid* del tipo de cambio, es decir, el precio que pagan los *market makers* por comprar dólares.

El Banco Pagos Internacionales (BIS, por sus siglas en inglés) reporta los activos y pasivos en dólares de los bancos con residencia en México (la cantidad en la que el total de los activos en dólares del Balance General excede el total de los pasivos en dólares del Balance General). Esta brecha de financiamiento en dólares se puede utilizar para representar las necesidades de coberturas de tipo de cambio de pesos a dólares, en el caso donde la brecha de financiamiento es negativa. A su vez, en el caso en que la brecha es positiva, los bancos son potenciales oferentes de coberturas de pesos a dólares. La Figura 3 presenta la brecha de financiamiento en dólares de las instituciones bancarias con residencia en México. En la Figura 3 es posible observar que en la mayor parte de los periodos, los activos de los bancos en dólares exceden sus pasivos en dólares, por lo que podemos asumir que los bancos actúan como oferentes de coberturas de tipo de cambio de pesos *vis à vis* dólares.

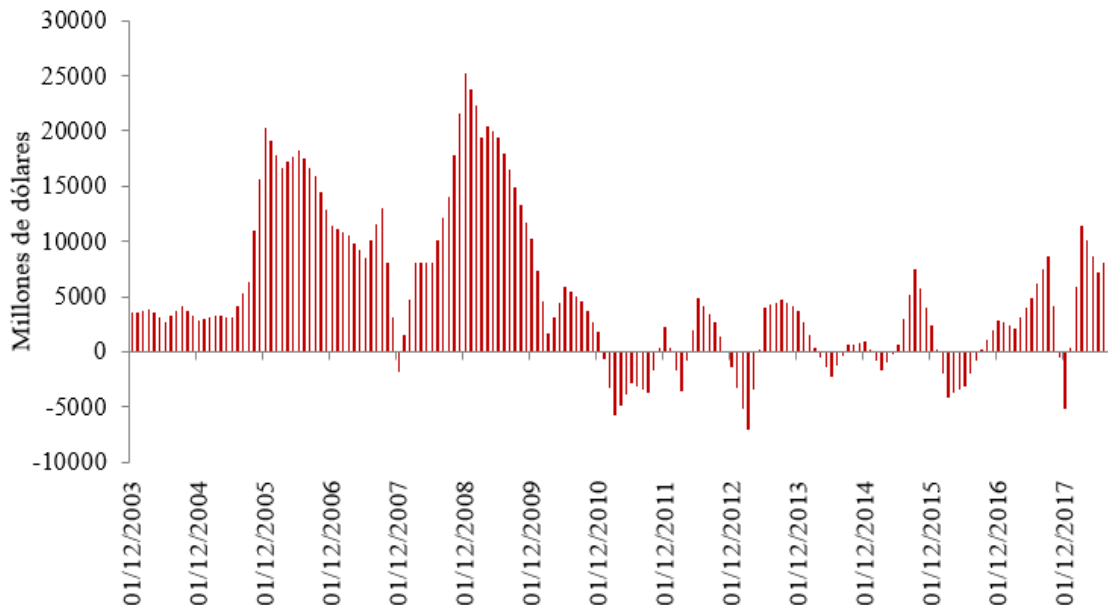
De igual manera, el BIS reporta los bonos denominados en dólares que son emitidos por corporaciones no financieras con residencia en México. Se asume que la emisión de bonos corporativos en dólares se traducirá en una demanda por coberturas de tipo de cambio de pesos a dólares, pues las corporaciones buscarán cubrir el riesgo de tipo de cambio de sus pasivos. La Figura 4 presenta el valor nominal de los bonos corporativos en circulación denominados en dólares emitidos por empresas con residencia en México.

En este sentido, los bancos con brechas de financiamiento positivas contrarrestan la demanda de coberturas de *forwards* de dólares a pesos mexicanos. Por lo tanto, construiré el proxy de la demanda neta por coberturas *forward* de tipo de cambio dólar *vis à vis* pesos con la brecha de financiamiento bancaria menos la emisión de bonos corporativos en dólares (ecuación (17)). La Tabla 1 muestra las fuentes de demanda por coberturas *forward*. Dado que el BIS reporta estos datos de manera trimestral, realicé una interpolación lineal simple para desagregar los datos a frecuencia mensual.

$$D_t^f = Bancos_t - Corp_t \quad (17)$$

Otros factores podrían incluirse en la demanda por coberturas de tipo de cambio, por ejemplo la demanda proveniente de instituciones de inversión, las coberturas de firmas con comercio en el extranjero o las posiciones especulativas. Estos factores serán omitidos en el presente análisis debido a la no disponibilidad de los datos.

FIGURA 3. BRECHA DE FINANCIAMIENTO BANCARIO EN DÓLARES

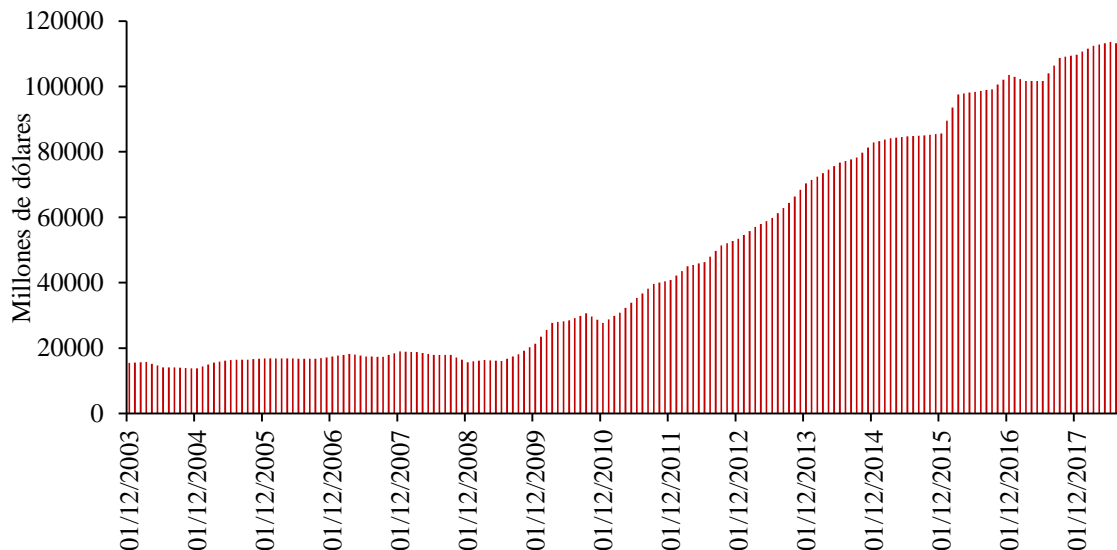


Activos en dólares menos pasivos en dólares para instituciones bancarias con residencia en México. Datos en millones de dólares.

Nota: Datos trimestrales interpolados linealmente a frecuencia mensual.

Fuente: Bank of International Settlements International Banking Statistics

FIGURA 4. BONOS CORPORATIVOS DENOMINADOS EN DÓLARES EN CIRCULACIÓN



Valor nominal de los bonos denominados en dólares emitidos por corporaciones con residencia en México. Datos en millones de dólares.

Nota: Datos trimestrales interpolados linealmente a frecuencia mensual.

Fuente: Bank of International Settlements Debt Securities Statistics

TABLA 1. DEMANDA NETA POR COBERTURAS FORWARD DE TIPO DE CAMBIO:  $D_t^f$

Componente	Proxy	Fuente:
Oferta de <i>forwards</i> por corporaciones para cubrir sus pasivos en dólares	Bonos en circulación denominados en dólares emitidos por corporaciones con residencia en México <i>Corp</i>	Bank of International Settlements Debt Securities Statistics
Demanda de <i>forwards</i> proveniente de sector bancario	Brecha de financiamiento bancario en dólares de instituciones bancarias con residencia en México <i>Bancos</i>	Bank of International Settlements International Banking Statistics

Fuente: Bank of International Settlements Debt Securities Statistics y Bank of International Settlements International Banking Statistics.

Respecto al riesgo de crédito,  $\theta$ , usaré como *proxy* el diferencial Libor-OIS para los cuatro distintos plazos del presente análisis. Por ejemplo, el diferencial Libor-OIS a tres meses es la diferencia entre la tasa para préstamos interbancarios Libor en dólares con plazo de tres meses y la tasa del *Overnight Indexed Swap* en dólares con plazo a tres meses. La tasa Libor es la tasa de interés promedio que los bancos cobran entre sí por préstamos de corto plazo, sin garantía. Los OIS son *swaps* de tasas de interés en los que se intercambia una tasa de interés fija por una tasa flotante, que es la media geométrica de una *overnight rate*<sup>12</sup> (Hull, 2013). Debido a que las partes en un *swap* de tasa de interés no intercambian capital, sino la diferencia entre las tasas de interés, el riesgo de crédito no es un factor importante para determinar la tasa OIS. En este sentido, el diferencial Libor-OIS representa la diferencia entre una tasa de interés que incorpora un riesgo de crédito y una que está virtualmente libre de tal

<sup>12</sup> El cálculo del pago en el lado flotante está diseñado para replicar el interés agregado que se obtendría de una secuencia de préstamos diarios a la tasa a un día para swaps de un año o menos, solo hay un pago único al vencimiento del swap igual a la diferencia entre la tasa de swap fija y la tasa flotante compuesta multiplicada por el nocional y la fracción por tiempo de acumulación. (Hull, 2013).

riesgo. Por lo tanto, cuando la brecha se amplía, es señal de que el riesgo de crédito del sector financiero ha incrementado.

La Figura 5 presenta el diferencial Libor-OIS para los distintos plazos que analiza el presente texto. Como se observa en la Figura 4, el diferencial Libor-OIS era cercano a cero en el periodo anterior a la Crisis Financiera Global, de aproximadamente 10 puntos base (0.1 puntos porcentuales). A partir de mediados de 2007, este diferencial aumentó considerablemente, sobre todo durante el periodo de la crisis, reflejando el hecho de que los mercados perciben un mayor riesgo de crédito a partir de la crisis. Si bien los riesgos de contraparte han existido siempre, los participantes de los mercados financieros los han estado administrando más activamente después de la crisis, debido a la presión de accionistas, acreedores y autoridades prudenciales.

El término  $\rho\sigma_s^2$ , que representa la volatilidad de tipo de cambio en interacción con la aversión al riesgo, será aproximado con la volatilidad implícita en opciones de tipo de cambio peso *vis à vis* dólar para cada uno de los plazos, siguiendo a Borio et al. (2016). La volatilidad implícita es una medida de la volatilidad futura esperada del mercado de tipo de cambio desde el momento que se establece el contrato hasta la fecha de vencimiento<sup>13</sup>. La Figura 6 muestra la volatilidad implícita en opciones de tipo de cambio peso *vis à vis* dólar para las madureces de un mes, tres meses, seis meses y un año.

En cuanto al diferencial de financiamiento por reporto, usaré como la tasa de financiamiento por reportos la tasa del *General Collateral Repurchase Agreement* reportada por Bloomberg.<sup>14</sup> El diferencial que utilizaré como proxy de los costos de financiamiento mediante reportos es:  $(r_t^{REPO\ US} - r_t^{US}) - (r_t^{REPO\ MX} - r_t^{MX})$ . Esta especificación busca comparar las situaciones de costos de financiamiento del arbitraje entre los mercados de Estados Unidos y México. La serie de tiempo del diferencial de financiamiento por reportos se encuentra en la Figura 7.

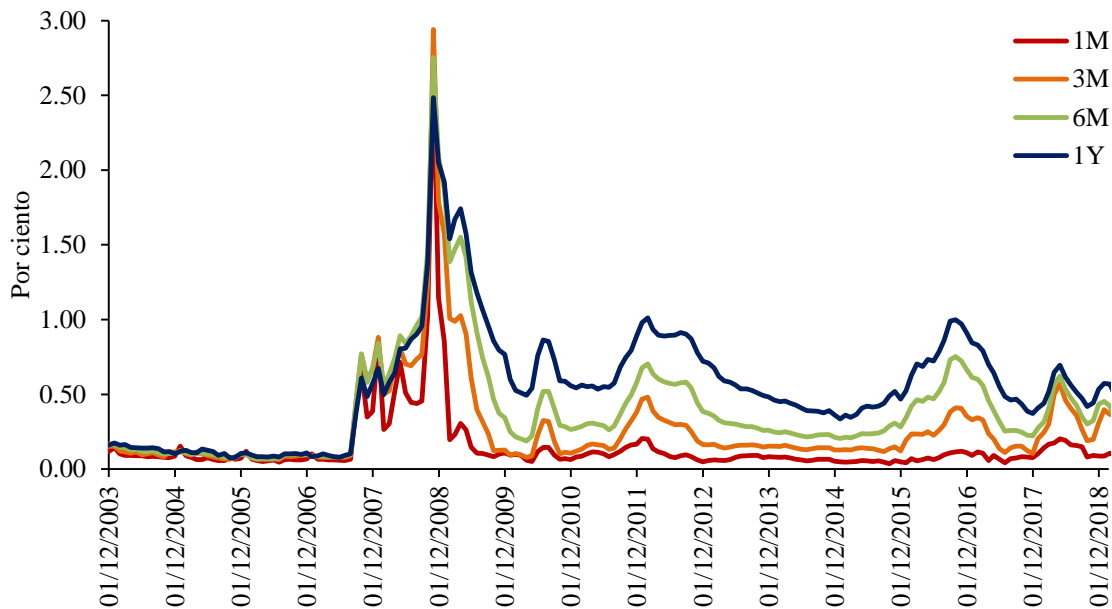
---

<sup>13</sup> La volatilidad implícita es la volatilidad de un activo subyacente que igualaría el precio de una opción del activo al precio teórico de la opción. En este sentido, la volatilidad implícita se obtiene con el precio teórico de una opción de acuerdo con la fórmula de Black y Scholes, y el precio de la opción observado en el mercado.

<sup>14</sup> La principal característica de estos contratos de recompra es el que el prestamista de fondos está dispuesto a aceptar una variedad de bonos de deuda soberana como garantía. En este sentido, el prestamista posee activos que pueden venderse rápidamente con costos de transacción mínimos en caso de incumplimiento por parte del prestatario (Fleming y Kenneth, 2005).

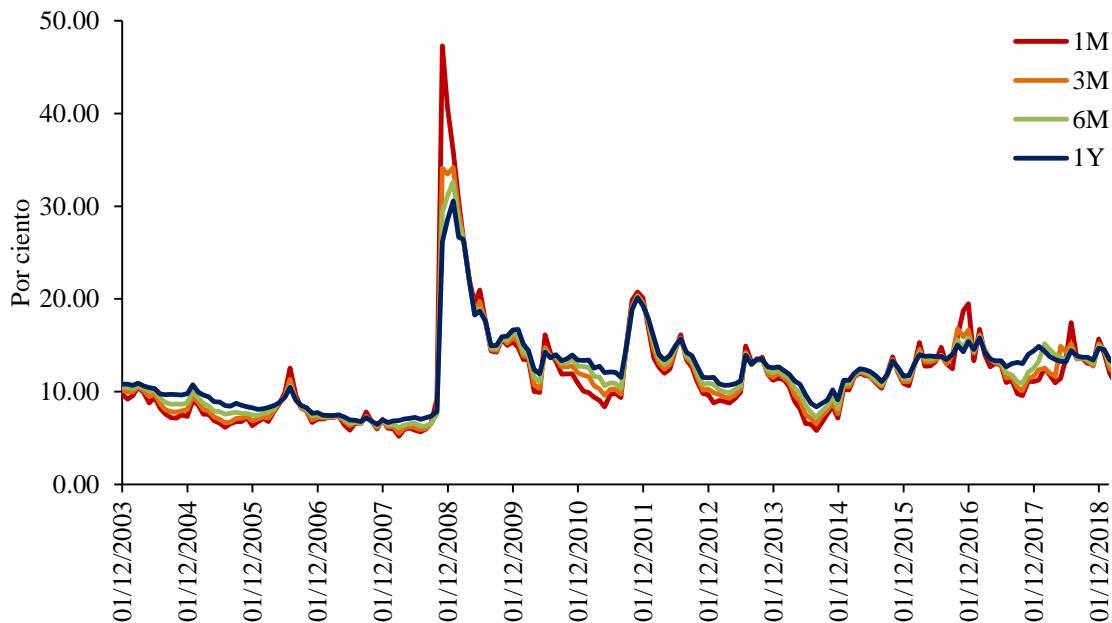
Los costos de transacción serán aproximados mediante el promedio del diferencial de precios de tipo de cambio *ask* y *bid*, *spot* y *forward*:  $1/2[(f_{t,t+1}^A - f_{t,t+1}^B) + (s_t^A - s_t^B)]$ . Esta serie de tiempo se encuentra en la Figura 8.

FIGURA 5. DIFERENCIAL LIBOR-OIS



Nota: 1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses. Fuente: Bloomberg.

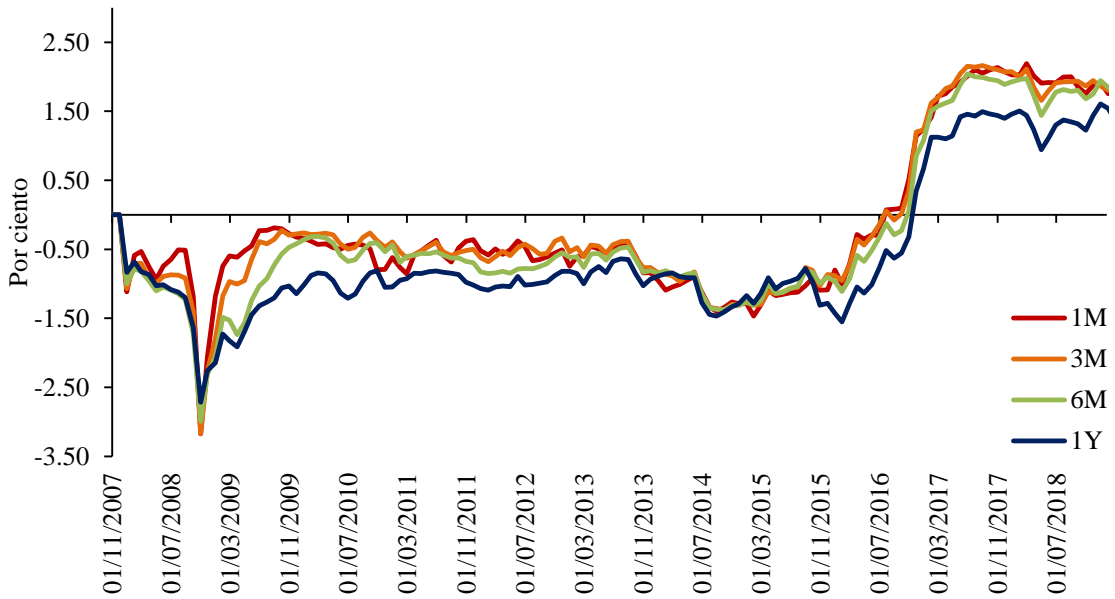
FIGURA 6. VOLATILIDAD IMPLÍCITA DEL TIPO DE CAMBIO PESO-DÓLAR



Nota: 1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses. Fuente: Bloomberg.

FIGURA 7. DIFERENCIAL DE FINANCIAMIENTO POR REPORTE

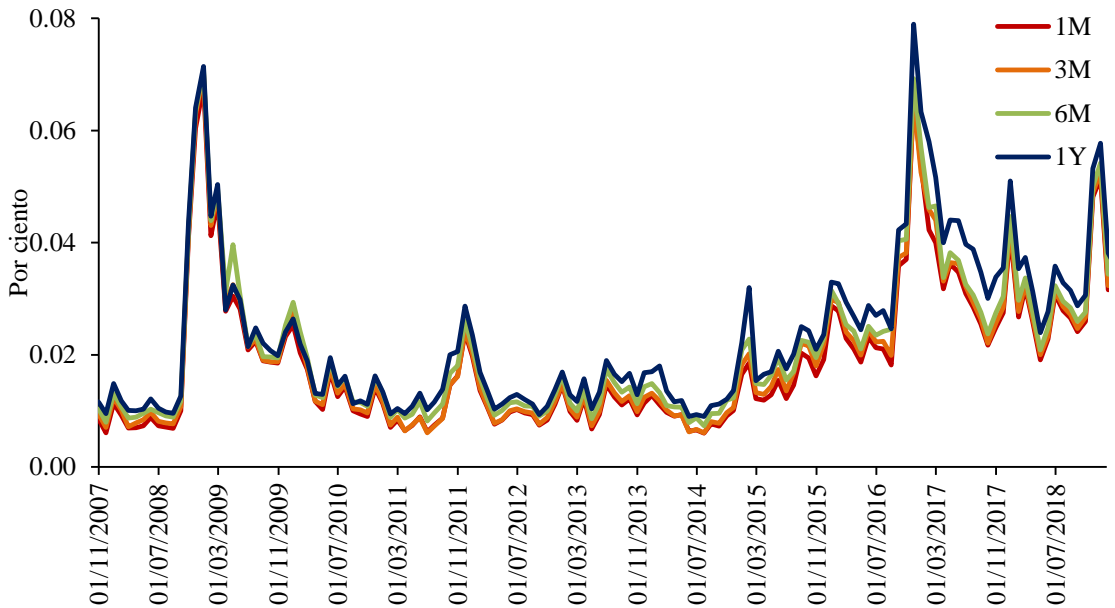
$$(r_t^{REPO\ US} - r_t^{US}) - (r_t^{REPO\ MX} - r_t^{MX})$$



Nota: 1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses. Fuente: Bloomberg

FIGURA 8. DIFERENCIAL ASK – BID

$$1/2[(f_{t,t+1}^A - f_{t,t+1}^B) + (s_t^A - s_t^B)]$$



Nota: 1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses. Fuente: Bloomberg.



TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Variable	Notación	Proxy
Demanda neta por coberturas <i>forward</i> de tipo de cambio dólares <i>vis à vis</i> pesos	$D_t^f$	$Bancos_t - Corp_t$
Riesgo de crédito bancario	$\theta$	Diferencial Libor-OIS
Volatilidad implícita de tipo de cambio	$\rho\sigma_s^2$	Volatilidad implícita en opciones de tipo de cambio
Costos de financiamiento mediante reportos	$(r_t^{REPO\ US} - r_t^{US}) - (r_t^{REPO\ MX} - r_t^{MX})$	Diferencial de tasas por financiamiento mediante reporto
Costos de transacción	$1/2[(f_{t,t+1}^A - f_{t,t+1}^B) + (s_t^A - s_t^B)]$	Diferencial <i>ask-bid</i> para tipo de cambio <i>forward</i> y <i>spot</i>

Fuentes: BIS Banking Statistics, BIS Debt Securities Statistics y Bloomberg.

TABLA 3. FUENTES DE LAS VARIABLES

Proxy	Fuente
$Bancos_t - Corp_t$	BIS Banking Statistics y BIS Debt Securities Statistics
Diferencial Libor-OIS	Bloomberg
Volatilidad implícita en opciones de tipo de cambio	Bloomberg
Diferencial de tasas por financiamiento mediante reporto	Bloomberg
Diferencial <i>ask-bid</i> para tipo de cambio <i>forward</i> y <i>spot</i>	Bloomberg

Fuentes: BIS Banking Statistics, BIS Debt Securities Statistics y Bloomberg.

La Tabla 2 resume la notación de las variables que utilizaré en la especificación empírica; mientras que la Tabla 3 precisa las fuentes de donde se obtuvieron los datos de tales variables. El análisis se realizará para las desviaciones de la PTIC ( $b_t$ ) para los plazos de un mes, tres meses, seis meses y un año; usando las desviaciones calculadas con las tasas mexicanas de Cetes y TIIE, y las tasas estadounidenses Libor y *Financial Commercial Papers AAA-rated*. En primer lugar, se realizó la prueba de raíz unitaria de Dickey Fuller a cada una de las series de tiempo de las desviaciones de la PTIC y en todos los casos la prueba señaló que se rechaza la hipótesis de que las series contenían raíz unitaria, por lo cual las regresiones de estas desviaciones pueden realizarse en niveles. La especificación empírica que utilizaré, basándome en las ecuaciones (14) y (15) será entonces:

$$b_t = \alpha + \beta_\theta \theta_t + \beta_\sigma \rho \sigma_{s,t}^2 + \beta_D D_t^f + \beta_{\theta\sigma D} (\theta_t \rho \sigma_{s,t}^2 D_t^f) + \beta_{REPO} [(r_t^{REPO US} - r_t^{US}) - (r_t^{REPO MX} - r_t^{MX})] + \beta_{BID-ASK} 1/2 [(f_{t,t+1}^A - f_{t,t+1}^B) + (s_t^A - s_t^B)] + \epsilon_t \quad (18)$$

Las variables presentes en los términos de interacción,  $\theta_t \rho \sigma_{s,t}^2 D_t^f$ , entran en la regresión también en niveles para asegurar que el coeficiente  $\beta_{\theta\sigma D}$  sea insesgado. Las variables fueron estandarizadas (media cero y varianza unitaria) para facilitar la comparación e interpretación de los coeficientes.

## RESULTADOS

La Tabla 4 muestra los resultados de la regresión usando la tasa mexicana Cete y la tasa estadounidense Libor. Las columnas (1) corresponden a la especificación sin incluir el término de interacción  $\theta_t \rho \sigma_{s,t}^2 D_t^f$ , mientras que las columnas (2) sí lo incluyen. A su vez, la Tabla 5 muestra los resultados de la regresión usando la tasa mexicana Cete y la tasa estadounidense de *Commercial Papers AAA-Rated*. Los coeficientes de ambas tablas son bastante similares para los plazos en los que ambas coinciden.

En la Tabla 4, el coeficiente en la columna (1) para el plazo de 1 mes señala que un aumento de una desviación estándar en el diferencial Libor-OIS está asociado a un aumento de la desviación de la PTIC de 1 mes de 0.22 desviaciones estándar, haciendo la base  $b_t$  más negativa. Del mismo modo, en las Tablas 4 y 5, observamos que, para todos los plazos, el coeficiente asociado al riesgo de crédito es negativo y estadísticamente significativo en la especificación de las columnas (1) y (2). Lo que confirma que las desviaciones de la PTIC

responden ante un empeoramiento de los riesgos de financiamiento interbancario. Intuitivamente, podemos pensar que un mayor riesgo de crédito en el mercado tenderá a aumentar el precio de los contratos *forward* de tipo de cambio pesos contra dólares lo que a su vez tendrá ejercerá una presión negativa sobre la desviación de la PTIC.<sup>15</sup>

Respecto al estimador correspondiente la demanda por coberturas de tipo de cambio de dólares a pesos, el signo asociado es positivo aunque no significativo para la mayoría de los plazos en la especificación (1) en las tablas 4 y 5. Para los plazos de uno y tres meses, el coeficiente asociado a la demanda por coberturas es positivo y estadísticamente significativo únicamente cuando se incluye en la especificación a la interacción  $\theta_t \rho \sigma_{s,t}^2 D_t^f$ . Esta relación positiva entre la base  $b_t$  y la demanda por coberturas concuerda con el modelo teórico presentado previamente. Cabe recordar que la mecánica básica detrás de la PTIC supone que las tasas de interés y el tipo de cambio *spot* están dados y son principalmente los cambios en la demanda de *forwards* de divisas los que hacen que los tipos de cambio a plazo se alejen del equilibrio de PTIC. En este sentido, para el caso en el que  $b_t > 0$ , existen oportunidades de obtener ganancias al invertir en pesos y en el futuro convertir el principal más rendimientos a dólares. Esta posibilidad se da porque el tipo de cambio *forward* es menor al que coincidiría con el cumplimiento de la PTIC. Si a esta situación se le añade una mayor demanda de coberturas de dólares a pesos  $D_t^f$ , el tipo de cambio *forward* tenderá a bajar aún más. Esto que ejercerá una presión a la alza en la desviación de la PTIC, alejando a la base  $b_t$  de su valor de equilibrio. Por el contrario, en el caso en que  $b_t < 0$ , una mayor demanda de coberturas  $D_t^f$  disminuirá las desviaciones de la PTIC, haciendo la base  $b_t$  menos negativa. Específicamente, la posibilidad de realizar el arbitraje invirtiendo en dólares ocurre porque el tipo de cambio *forward* es más alto de lo que señala la condición de equilibrio de PTIC. Por lo tanto, la demanda exógena de coberturas de dólares a pesos acercaría a la base  $b_t$  a su valor de equilibrio al disminuir el precio de los dólares *forward* y hacerlo converger al precio que coincidiría con la PTIC.

El signo del estimador asociado a la volatilidad del tipo de cambio ( $\rho \sigma_s^2$ ) es negativo en todos los plazos aunque no siempre significativo en las tablas 4 y 5. En ambas tablas, el coeficiente asociado a  $\rho \sigma_s^2$  es significativo únicamente para el plazo de un mes en las

---

<sup>15</sup> Recordando la ecuación (3):  $b_t = r^{MXN} - r^{MXN Imp} = r^{MXN} - r^{USD} - f + s$ .

columnas (1) y (2), esto sugiere que es un determinante de las desviaciones de PTIC con mayor importancia para en el muy corto plazo. Para interpretar este coeficiente podemos pensar que una mayor volatilidad del tipo de cambio tenderá a aumentar el precio de los contratos *forward* de tipo de cambio pesos contra dólares lo que a su vez tendrá ejercerá una presión negativa sobre la desviación de la PTIC.

En las columnas (2), al incorporar la interacción de los términos  $\theta_t \rho \sigma_{s,t}^2 D_t^f$ , podemos observar un que la especificación mejora su ajuste y el coeficiente asociado a la interacción es siempre significativo y negativo. En este sentido, podemos observar que las variables de demanda por coberturas de tipo de cambio o la volatilidad en el tipo de cambio no generan desviaciones en la PTIC por sí mismas, pero al darse conjuntamente con riesgo de contraparte en los contratos *forwards* sí se generan desviaciones de la condición de equilibrio de PTIC; lo cual resulta consistente con lo predicho por el modelo teórico.

El coeficiente asociado al diferencial Repo es siempre negativo, aunque no es estadísticamente significativo si no se incluye el término de interacción en la especificación. En el caso del diferencial *ask-bid*, éste no son estadísticamente significativo de manera consistente en el tiempo, aunque siempre es negativo. En este sentido, un aumento en uno de estos diferenciales disminuirá las desviaciones de la PTIC en el caso en el que  $b_t > 0$ , y aumentará las desviaciones en el caso en el que  $b_t < 0$ .

Los resultados de la Tabla 4, sugieren que existen diferencias entre los determinantes de las desviaciones de corto de mediano plazo. Cambios en la base de medio plazo, 1 año, parecen estar altamente asociadas a fluctuaciones en la demanda de coberturas. En la columna (1) para el plazo de un año, vemos que un aumento de una desviación estándar en  $D^f$  está asociado a un aumento en la base de 0.28 desviaciones estándar; mientras que el mismo coeficiente es menor y no es estadísticamente significativo para plazos más cortos. Asimismo, las desviaciones en la PTIC del plazo de un año responden en mayor medida a la interacción entre demanda por coberturas, riesgo de crédito y volatilidad, comparadas con desviaciones para plazos menores. Por su parte, las desviaciones de la PTIC de muy corto plazo (un mes) parecen ser más sensibles ante fluctuaciones en la volatilidad del tipo de cambio. Estas diferencia entre los determinantes de las desviaciones en la PTIC según el plazo son consistentes con los resultados de Borio et. al (2016 b), quien realiza el mismo análisis para un panel de economías avanzadas.

TABLA 4. DESVIACIONES CALCULADAS CON TASAS CETES Y LIBOR

	1M		3M		6M		12M	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
$\theta$	-0.218	-0.232	-0.318	-0.372	-0.277	-0.327	-0.293	-0.517
	[0.0342]***	[0.0308]***	[0.0441]***	[0.0500]***	[0.0710]***	[0.0740]***	[0.137]**	[0.176]***
$\rho\sigma_s^2$	-0.245	-0.285	-0.0976	-0.132	-0.0515	-0.0514	-0.176	-0.126
	[0.0916]***	[0.0749]***	[0.0733]	[0.0583]**	[0.0949]	[0.0887]	[0.179]	[0.145]
$D^f$	0.0467	0.219	0.000848	0.198	0.0699	0.089	0.279	0.166
	[0.0424]	[0.0530]***	[0.0508]	[0.0687]***	[0.0494]	[0.0613]	[0.116]**	[0.202]
$\theta\rho\sigma^2D^f$		-0.317		-0.277		-0.204		-0.488
		[0.0737]***		[0.0583]***		[0.0354]***		[0.155]***
Diferencial	-0.0257	-0.236	-0.0286	-0.157	-0.0622	-0.115	-0.27	-0.348
Repo	[0.0782]	[0.0984]**	[0.0555]	[0.0540]***	[0.0382]	[0.0364]***	[0.103]**	[0.106]***
Diferencial	-0.054	-0.126	-0.527	-0.351	-0.503	-0.466	-1.848	-1.621
Ask-Bid	[0.236]	[0.199]	[0.277]*	[0.214]	[0.185]***	[0.129]***	[1.228]	[1.011]
Constante	0.53	0.535	0.518	0.571	0.343	0.384	-0.243	-0.0422
	[0.0535]***	[0.0464]***	[0.0714]***	[0.0711]***	[0.0727]***	[0.0721]***	[0.296]	[0.301]
Obs.	130	130	130	130	130	130	130	130
$R^2$	0.565	0.682	0.666	0.739	0.554	0.611	0.487	0.554

Nota: Frecuencia mensual de 12/2007 a 09/2018.

1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses.

Errores estándar robustos en paréntesis: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: Elaboración propia con datos de BIS Banking Statistics, BIS Debt Securities Statistics y Bloomberg.

TABLA 5. DESVIACIONES CALCULADAS CON TASAS CETES Y COMMERCIAL PAPER AAA RATED

	1M		3M	
	(1)	(2)	(1)	(2)
$\theta$	-0.171 [0.0351]***	-0.185 [0.0310]***	-0.264 [0.0458]***	-0.317 [0.0510]***
$\rho\sigma_s^2$	-0.24 [0.0948]**	-0.281 [0.0769]***	-0.0444 [0.0762]	-0.0778 [0.0612]
$D^f$	0.0397 [0.0433]	0.215 [0.0547]***	0.00405 [0.0534]	0.186 [0.0727]**
$\theta\rho\sigma^2D^f$		-0.323 [0.0747]***		-0.268 [0.0629]***
Diferencial	-0.0255 [0.0799]	-0.24 [0.101]**	-0.0401 [0.0561]	-0.164 [0.0573]***
Repo	-0.0692 [0.241]	-0.114 [0.205]	-0.565 [0.288]*	-0.396 [0.230]*
Ask-Bid	0.516 [0.0549]***	0.521 [0.0478]***	0.499 [0.0747]***	0.55 [0.0752]***
Constante				
Obs.	130	130	130	130
$R^2$	0.508	0.638	0.572	0.652

Nota: Frecuencia mensual de 12/2007 a 09/2018.

1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses.

Errores estándar robustos en paréntesis: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1 .

Fuente: Elaboración propia con datos de BIS Banking Statistics, BIS Debt Securities Statistics y Bloomberg.

Ahora, para las desviaciones calculadas con la tasa de interés TIIIE, la Tabla 6 muestra los resultados de la regresión usando la tasa mexicana TIIIE y la tasa estadounidense Libor. A su vez, la Tabla 7 muestra los resultados de la regresión usando la tasa estadounidense de *Commercial Papers AAA-Rated*. Los coeficientes estimados son similares a los obtenidos en las Tablas 4 y 5, bajo la especificación de las desviaciones de la PTIC con la tasa de interés mexicana de Cetes.

En las Tablas 6 y 7, se observa que el coeficiente asociado al riesgo de crédito es negativo y estadísticamente significativo en la especificación de las columnas (1) y (2), excepto para el plazo de seis meses bajo la especificación que incluye interacciones. Respecto al estimador correspondiente la demanda por coberturas de tipo de cambio de dólares a pesos, el signo asociado es nuevamente positivo para todos los plazos; pero, en los plazos de uno y tres meses, el coeficiente asociado a la demanda por coberturas es estadísticamente

significativo únicamente cuando se incluye en la especificación a la interacción  $\theta_t \rho \sigma_{s,t}^2 D_t^f$  – como en las Tablas 4 y 5.

Como observamos previamente usando la tasa de Cetes, en el signo del estimador asociado a la volatilidad del tipo de cambio es negativo, aunque es estadísticamente significativo sólo para el plazo de un mes. Mientras que el diferencial Repo tiene un coeficiente asociado negativo y siempre significativo bajo la especificación de la columna (2) –cuando se incluye el término de interacción. A diferencia del caso con la tasa de interés Cete, el estimador del diferencial *ask-bid* no es consistente en el tiempo.

En las columnas (2), la interacción de  $\theta_t \rho \sigma_{s,t}^2 D_t^f$  es siempre significativa y negativa, lo que indica que la coexistencia de volatilidad de tipo de cambio, riesgo de crédito y una demanda exógena de coberturas de tipo de cambio generan una presión sobre las desviaciones de la paridad de tasas, haciéndola más negativa –este resultado concuerda con el modelo teórico y con los resultados observado en las Tablas 4 y 5.

TABLA 6. DESVIACIONES CALCULADAS CON TASAS TIIIE Y LIBOR

	1M		3M		6M	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
$\theta$	-0.270	-0.278	-0.410	-0.459	-0.460	-0.248
	[0.0422]***	[0.0383]***	[0.0625]***	[0.0689]***	[0.125]***	[0.329]
$\rho \sigma_s^2$	-0.274	-0.298	-0.0658	-0.0917	-0.0292	-0.00838
	[0.112]**	[0.0926]***	[0.0961]	[0.0824]	[0.104]	[0.111]
$D^f$	0.0929	0.287	0.0740	0.281	1.302	1.206
	[0.0589]	[0.0744]***	[0.0775]	[0.103]***	[0.0963]***	[0.182]***
$\theta \rho \sigma^2 D^f$		-0.337		-0.279		-0.154
		[0.0929]***		[0.0806]***		[0.0754]**
Diferencial	-0.0454	-0.237	-0.0224	-0.128	-0.184	-0.192
Repo	[0.0988]	[0.115]**	[0.0690]	[0.0681]*	[0.0654]***	[0.0683]***
Diferencial	-0.132	0.0250	-0.957	-0.818	0.354	0.397
Ask-Bid	[0.296]	[0.250]	[0.352]***	[0.296]***	[0.167]**	[0.173]**
Constante	0.433	0.443	0.425	0.480	1.618	1.603
	[0.0729]***	[0.0684]***	[0.104]***	[0.108]***	[0.132]***	[0.131]***
Obs.	130	130	130	130	90	90
$R^2$	0.534	0.622	0.648	0.689	0.846	0.874

Nota: Frecuencia mensual de 12/2007 a 09/2018. Frecuencia mensual de 04/2011 a 09/2018 para 6M.

1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses.

Errores estándar robustos en paréntesis: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fuente: Elaboración propia con datos de BIS Banking Statistics, BIS Debt Securities Statistics y Bloomberg.

TABLA 7. DESVIACIONES CALCULADAS CON TASAS TIII Y *COMMERCIAL PAPER AAA-RATED*

	1M		3M	
	(1)	(2)	(1)	(2)
$\theta$	-0.208 [0.0434]***	-0.216 [0.0385]***	-0.342 [0.0670]***	-0.389 [0.0728]***
$\rho\sigma_s^2$	-0.268 [0.116]**	-0.292 [0.0954]***	0.0106 [0.102]	-0.0143 [0.0878]
$D^f$	0.0843 [0.0601]	0.283 [0.0767]***	0.0722 [0.0832]	0.271 [0.111]**
$\theta\rho\sigma^2D^f$		-0.344 [0.0934]***		-0.269 [0.0881]***
Diferencial	-0.0460 [0.101]	-0.242 [0.119]**	-0.0359 [0.0723]	-0.138 [0.0739]*
Repo	-0.153 [0.302]	0.00771 [0.257]	-1.044 [0.374]***	-0.910 [0.322]***
Ask-Bid	0.416 [0.0750]***	0.426 [0.0705]***	0.395 [0.111]***	0.448 [0.116]***
Constante				
Obs.	130	130	130	130
$R^2$	0.475	0.573	0.560	0.601

Nota: Frecuencia mensual de 12/2007 a 09/2018.

1M = 1 mes, 3M = 3 meses, 6M = 6 meses, 12M = 12 meses.

Errores estándar robustos en paréntesis: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1 .

Fuente: Elaboración propia con datos de BIS Banking Statistics, BIS Debt Securities Statistics y Bloomberg.



## V. CONCLUSIONES

La Paridad de Tasas de Interés Cubierta es uno de los principios más importantes de las finanzas internacionales; además, se sustenta en una condición de no arbitraje. No obstante, la presente investigación mostró la existencia de desviaciones en la Paridad de Tasas de Interés Cubierta para el caso de México y Estados Unidos; estas desviaciones existen y han sido persistentes, sobre todo después de la Crisis Financiera Global. Con el objetivo de entender este rompimiento con la condición de paridad de tasas, se adaptó un modelo teórico que muestra los factores que pueden ocasionar este aparente rompimiento con la condición de no arbitraje.

Con base en este modelo, las desviaciones en la PTIC pueden deberse a que realizar operaciones de arbitraje de la PTIC puede implicar costos asociados al riesgo de crédito, a costos de financiamiento de la operación de arbitraje y a costos de transacción. Si los arbitrajistas toman en cuenta estos costos, realizar las operaciones de arbitraje podría no ser rentable, por lo que las desviaciones en la PTIC persisten en el tiempo. Este modelo enfatiza los costos que son resultado de riesgos por tener exposiciones en derivados de tipo de cambio. El impacto de estos riesgos sobre las desviaciones aumenta al interactuar con las expectativas de tipo de cambio en el futuro y el tamaño de la exposición.

La prueba empírica mostró que las *proxies* para la demanda de coberturas combinadas con indicadores de riesgo en el mercado financiero, volatilidad del tipo de cambio y costos de transacción y de financiamiento explican en gran medida las desviaciones en la PTIC. Los resultados se mantienen para cálculos de las desviaciones de PTIC realizadas con diferentes tasas, tanto mexicanas (Cetes, TIIIE) como estadounidenses (Libor y *Commercial Papers AAA Rated*). Además, el análisis se realizó para diferentes plazos: un mes, tres meses, seis meses y un año. El análisis mostró que existen diferencias entre los determinantes de las desviaciones de acuerdo al plazo. Las desviaciones para el plazo de 1 año parecen estar mayormente asociadas a fluctuaciones en la demanda de coberturas en conjunto con las medidas de riesgo de contraparte y de volatilidad del tipo de cambio; mientras que las desviaciones de la PTIC de plazo de 1 mes parecen ser más sensibles ante fluctuaciones en la volatilidad del tipo de cambio.

Esta investigación contribuye al análisis empírico del no cumplimiento de la Paridad de Tasas de Interés en una economía emergente, como lo es México; tomando en cuenta que

la literatura previa sobre este fenómeno se centra únicamente en economías avanzadas. Más aún, las causales de las desviaciones en la PTIC encontradas del presente trabajo resultan de interés al mostrar que las desviaciones en la PTIC no representan realmente una oportunidad de ganancias sin riesgo, sino que son resultado de la forma en la que los agentes del mercado realizan el balance de riesgos de una operación de arbitraje. Dado que en la actualidad, los agentes asignan un precio a los riesgos de manera distinta a la que lo hacían en el periodo anterior a la Crisis Financiera Global, tal vez resulte necesario cambiar la forma en la que la teoría financiera y económica define la Paridad de Tasas de Interés Cubierta. Por último, en términos de implicaciones de política económica, a pesar de que las desviaciones de la PTIC son evidencia de fricciones en los mercados financieros, queda pendiente analizar los posibles efectos del no mantenimiento de la PTIC sobre los canales de transmisión de política monetaria y la estabilidad tipo de cambio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Akram, Q. Farooq, Rime, Dagfinn y Sarno, Lucio (2008). Arbitrage in the foreign Exchange market: Turning on the microscope. *Journal of International Economics*, 76 (2): 237-253.
- Alper, Emre, Ardic, Oya Pinar y Fendoglu, Salih (2007). The Economics of Uncovered Interest Parity Condition for Emerging Markets: A Survey. *MPRA, University Library of Munich, Germany*, paper 4079.
- Avdjiev, Stefan, Du, Wenxin, Koch, Catherine y Shin, Hyun (2016). The dollar, bank leverage and the deviation from covered interest parity. *BIS Working Papers, Bank for International Settlements*, paper 592.
- Banco de México (2018). Recuadro 4: Comportamiento de los diferenciales de tasas de interés en los contratos de cobertura de tipo de cambio en México (2013-2018). *Reporte sobre el Sistema Financiero 2018*, 55-58.
- Borio, Claudio, McCauley, Robert, McGuire, Patrick y Sushko, Vladyslav (2016 a). Covered Interest Parity Lost: Understanding the Cross-Currency Basis. *BIS Quarterly Review September 2016*.
- Borio, Claudio, Iqbal, Mubeen, McCauley, Robert, McGuire, Patrick y Sushko, Vladyslav (2016 b). The Failure of Covered Interest Parity: FX Hedging Demand and Costly Balance Sheets. *BIS Working Papers*, No. 590.
- Carstens, Agustín. (1987). Paridad de tasas de interés y riesgo político: El caso de México. *Estudios Económicos. El Colegio De México*, 2(2), 269-294.
- Cerutti, Eugenio, Obstfeld, Maurice y Zhou, Haonan (2019). Covered Interest Parity Deviations: Macroeconomic Determinants. *IMF Working Papers*.
- Coffey, Niall, Hrungr, Warren B. y Sarkar, Asani (2009). Capital Constraints, Counterparty Risk, and Deviations from Covered Interest Rate Parity. *FRB of New York Staff Report*, No. 393.
- Euroclear. (2009). *Understanding Repos and the Repo Markets*. Bruselas: Euroclear Bank SA/NV, 5.
- Fleming, Michael y Garbade, Kenneth (2005). The Repurchase Agreement Refined: GCF Repo. *Federal Reserve Bank of New York. Current Issues in Economics and Finance*, 9.

- Hull, John. (1946). *Options, futures, and other derivatives* (5<sup>a</sup> ed.). Nueva Jersey: Pearson Education, 2,10-13, 94.
- Hull, John y White, Alan (2013). Libor vs. OIS: The Derivatives Discounting Dilemma. *Journal of Investment Management*.
- Krugman, Paul y Obstfeld, Maurice (2009) *International Economics: Theory and Policy* (8<sup>va</sup> ed.). Estados Unidos: Pearson Education, 321-324.
- Levich, Richard M. (2012). FX counterparty risk and trading activity in currency forward and futures markets. *Review of Financial Economics, Elsevier*, vol. 21(3), 102-110.
- Mancini Griffoli, Tommaso y Ranaldo, Angelo (2012). Limits to Arbitrage during the Crisis: Finding Liquidity Constraints and Covered Interest Parity. *Working Papers on Finance, University of St. Gallen, School of Finance*, paper 1212.
- Reverre, Stephane (2001). *The Complete Arbitrage Deskbook*. Estados Unidos: McGraw-Hill Education.
- Tomoyuki, Iida, Takeshi, Kimura y Nao, Sudo (2018). Deviations from Covered Interest Rate Parity and the Dollar Funding of Global Banks. *International Journal of Central Banking*, 14(4), 275-325.

#### **HIPERVÍNCULOS DE BASES DE DATOS**

- BIS Banking Statistics. Disponible en: <https://www.bis.org/statistics/consstats.htm>
- BIS Debt Securities Statistics. Disponible en: <https://www.bis.org/statistics/secstats.htm>
- Los datos obtenidos de Bloomberg no son de acceso público.