La economía de la falsificación de billetes: Teoría económica y evidencia para Bolivia

Sergio M. Cerezo Aguirre* Cristina Fajardo Estrada*

^{*} El presente documento no necesariamente refleja la visión del BCB y sus autoridades y sus conclusiones son de exclusiva responsabilidad de los autores. Comentarios son bienvenidos a: scerezo@bcb.gob.bo y mfajardo@bcb.gob.bo

RESUMEN

El documento presenta un análisis sobre la falsificación de billetes, que sirva para plantear políticas contra esta actividad delictiva.

En la primera sección, se analiza el comportamiento: a) de la población respecto a las condiciones que motivan la comprobación de los elementos de seguridad del billete; b) del falsificador respecto a su objetivo de maximizar beneficios; y c) del banco central que procura minimizar sus costos de reputación y de lucha contra la falsificación. En la segunda sección se analiza, mediante Teoría de Juegos, el comportamiento del falsificador y su interacción con las políticas del banco central. Además, se analiza empíricamente la evolución de la falsificación en Bolivia y las actividades que efectuó el Banco Central de Bolivia (BCB) para combatir la falsificación.

Finalmente, se estudian las variables más relevantes que debe considerar el BCB para realizar un cambio de familia de billetes, bajo la Teoría de Juegos de "primero en jugar".

Clasificación JEL: C72, D81, E49

Palabras clave: Falsificación de la moneda, incertidumbre, juegos

no cooperativos

The economics of banknote counterfeiting: Economic theory and evidence for Bolivia

ABSTRACT

This document presents an analysis about banknote counterfeiting, which will be the baseline to propose political measures against this criminal practice.

The first section of this paper analyzes the behavior of: a) the population regarding the conditions which encourage the action of checking the security features of banknotes; b) the counterfeiter regarding his priority to maximize his benefits; and c) the central bank, which seeks to minimize its reputation and fighting counterfeiting costs. By using Game Theory, the second section analyzes the behavior of the counterfeiter and his interaction with the central bank policies. In addition, we analyze the counterfeiting historical data for Bolivia, along with the activities that Central Bank of Bolivia (CBB) implemented to stand against the counterfeiting.

Finally, we assess the most relevant variables which should be considered by the CBB to accomplish a change in the banknote family, according to the Game Theory of "first to play".

JEL Classification: C72, D81, E49

Keywords: Money counterfeiting, uncertainty, non-

cooperative games

I. Introducción

La actividad de falsificación de dinero (billetes y monedas) genera muchos costos a la sociedad, razón por la cual las instituciones encargadas de regular y sancionar esta actividad ilícita destinan recursos para disuadir, identificar y aplicar duros castigos a los responsables de las operaciones de falsificación. La población sufre una pérdida directa del valor de su dinero, en caso de aceptar dinero falso como pago, lo que puede generar también una pérdida de confianza en la moneda local. Esta es una de las razones por las cuales los bancos centrales y la policía, entre otras, asignan importantes recursos a la disuasión, detección y aplicación de sanciones sobre las actividades de falsificación.

Como se señaló, la falsificación de billetes es un problema cuyo control es considerado como una responsabilidad de los bancos centrales, por lo que es importante conocer y profundizar el análisis sobre los incentivos económicos que están detrás del problema.

El presente trabajo, pionero en cuanto al análisis de la falsificación de billetes en Bolivia, presenta una revisión teórica y también información estadística de la actividad de falsificación, análisis que servirá de base para desarrollar políticas contra esta actividad.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la segunda sección, se analiza el comportamiento del usuario respecto a las condiciones que motivan la comprobación o no de los elementos de seguridad del billete; también se analiza el problema de optimización del falsificador, visto como un empresario que procura maximizar su función de beneficio económico; y finalmente el comportamiento optimizador del banco central, en el que intenta minimizar los costos que le genera la falsificación. Adicionalmente, se cierra esta sección mediante el uso de herramientas de la 'teoría de juegos', enfocado en el comportamiento económico del falsificador y su interacción con las políticas del banco central.

En la tercera sección se presentan, para el caso de Bolivia, algunas estadísticas de falsificación de billetes, revisando la evolución de la falsificación por corte, serie, departamento y por entidad financiera incautadora de billetes falsos. También se describen las actividades del Banco Central de Bolivia (BCB) en su lucha contra la falsificación. Finalmente, en la cuarta sección, se exponen las principales conclusiones del estudio.

II. Teoría económica y la falsificación¹

II.1. Comportamiento de los tres agentes económicos

En esta subsección se analiza el comportamiento y, en algún caso, el problema mediante la optimización llevada a cabo por el ciudadano, el falsificador y el banco central.

II.1.1. Ciudadano: Incertidumbre y pérdida esperada con la falsificación

Bajo el empleo de la teoría económica, en la presente sección se analiza el por qué las personas verifican los elementos de seguridad de un billete. Para este propósito, en primera instancia y bajo el enfoque de Pérez (2012) se analizará la actitud de las personas ante el riesgo, para luego utilizar la teoría económica en cuanto a las decisiones en un contexto de incertidumbre.

Juego 1: Ingreso e incertidumbre

Supongamos que una persona tiene dos formas distintas de recibir su sueldo mensual M:

A: A través de un depósito en su cuenta bancaria, o

B: A través de una lotería, con una probabilidad p de que le depositen el doble de su sueldo, y con una probabilidad (1 - p) de que no le depositen nada.

¹ Este apartado está basado en Pérez (2012).

(2M) (0)

Diagrama 1: JUEGO, INGRESO E INCERTIDUMBRE

Fuente: Elaboración propia

¿Cuál de las dos formas de recibir su sueldo prefiere, la A o la B? Su decisión dependerá de las probabilidades (p) de cada evento. Por ejemplo, si p = 1, ciertamente preferirá B, pero si p = 0.3, elegirá A.

¿Qué pasa si $p = \frac{1}{2}$? En este caso sucede que el valor esperado de la lotería es exactamente igual al valor de su sueldo, es decir E(M) = M, donde el valor esperado se define como E(M) = p(2M) + (1 - p)(0). Nuevamente ¿qué elegiría esta persona? La gran mayoría de las personas elegirían el depósito seguro A. En este caso, se dice que las personas son aversas o renuentes al riesgo, es decir, no les gusta la incertidumbre. Cuando a la gente le da igual entre las dos opciones y E(M) = M, se dice que los individuos son indiferentes al riesgo, y cuando E(M) = M y prefieren la opción arriesgada, se dice que los individuos son amantes del riesgo.

¿Realmente existe alguien que prefiera recibir su sueldo de la forma B sobre la A, con una probabilidad de ½? Seguramente no existirá una persona que esté dispuesta a hacerlo, aunque eventualmente se puede encontrar a personas que han apostado sus ingresos, solo porque valoran el sentir la adrenalina de la incertidumbre.

Juego 2: Recibir billetes

Al igual que en el caso anterior, se puede analizar la situación en que una persona reciba un billete (nuevo, de M unidades monetarias). Debe elegir entre dos opciones, A: revisarlo y asegurarse de que no sea falso (y si lo es, devolverlo y solicitar un billete auténtico, para lo cual se supone que la persona conoce y sabe verificar los elementos de seguridad), y B: no revisarlo, por lo que sería como una lotería: billete auténtico, con una probabilidad p, o falso, con una probabilidad de 1-p.

Si se supone que el billete falso vale cero (lo cual no necesariamente es cierto), el valor esperado de recibir un billete será de E(M) = pM + (1 - p)(0) = pM. Sin embargo, a diferencia del juego 1 del salario, en este caso el premio de la lotería nunca es mayor que el evento seguro.

A Revisar NO Revisar 1-p Falso (100) (100) (0)

Diagrama 2: RECIBIR UN BILLETE DE 100 UNIDADES MONETARIAS

Fuente: Elaboración propia

Si escoge A, se queda con M, y si escoge B, se queda con M con una probabilidad p, o con cero, con una probabilidad 1-p. Es decir, si recibe un billete de 100 unidades monetarias y la probabilidad de que sea falso es de 0,005, su valor esperado sería de 99,5 unidades monetarias (=E(M) = (0,995)(100) + (0,005)(0) = 99,5). Entonces, ¿por qué no revisarlo? Todos preferirían \$100 de forma segura, a recibir \$99,5 con riesgo, más aun si uno es averso al riesgo.

El hecho de no revisar un billete, puede deberse a que el valor de un billete falso sea positivo y posiblemente igual a su valor nominal, si es que la persona engañada lo puede hacer circular con facilidad. Además, se debe considerar que revisar un billete tiene un costo en tiempo y en aprendizaje. Por tanto, las personas revisarán su billete mientras menor sea el costo y menor también sea el valor de recuperación del billete falso.

Entonces, si un individuo recibe un billete con valor M que represente una proporción muy baja de su ingreso, o que la probabilidad de que sea falso (1 - p) es insignificante, o una combinación de ambos, el individuo no revisará los elementos de seguridad.

En este caso, si la mayoría de la gente es adversa al riesgo, ¿por qué no existe un seguro contra ese tipo de pérdidas por recibir billetes falsos? Este tipo de seguros no existe, ya que el asegurador no puede distinguir entre un asegurado que realmente recibió un billete falso, de aquel que trata de obtener ganancias falsificando billetes e intentado cobrar el seguro al asegurador. Pero sí existe un seguro indirecto, que son los elementos de seguridad de un billete, los cuales están insertos en cada billete, para que la gente los utilice cuando lo crea necesario. En este sentido, las campañas de comunicación de los bancos centrales hacia el público son muy importantes, ya que pueden otorgar información sobre los elementos de seguridad, prevenir al público sobre la cantidad de billetes falsos en circulación, así como los lugares frecuentes donde se los encuentra.

En conclusión, la gente comprobará los elementos de seguridad de los billetes si se da alguna de las dos situaciones siguientes o ambas: i) la probabilidad de que sea falso es significativa, y/o ii) el importe que representan los billetes es significativo respecto a su ingreso.

II.1.2. Falsificador: Comportamiento optimizador

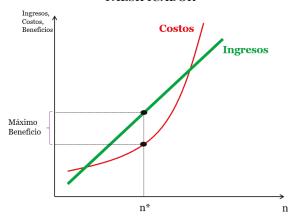
Se podría pensar que su comportamiento es como el de un empresario que procura maximizar su beneficio económico (π) a partir de la diferencia de sus ingresos y sus costos. Sus ingresos provienen de la venta de su producto (billetes falsos) que no es más que el número de billetes falsos producidos y puestos en circulación (n) multiplicado por el

valor del corte de los billetes (c). Mientras que sus costos provienen de la cantidad de billetes producidos y puestos en circulación, multiplicada por los costos unitarios de producir los billetes falsos (cp), por la probabilidad de que las autoridades lo detengan (p) y por el castigo o penalidad (ϕ) . La siguiente expresión sintetiza lo expuesto:

$$\pi = [c*n] - [(cp*p*\phi)*n]$$

El resultado según la teoría económica, señala que la producción óptima para el falsificador se da cuando el ingreso total está lo más alejado del costo total (Diagrama 3), lo que es lo mismo a decir que el ingreso marginal (c) es igual al costo marginal ($cp*p*p*\phi$).

Diagrama 3: MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA EL FALSIFICADOR



Fuente: Elaboración propia

Nota: La curva de costos es creciente respecto al número de billetes falsos puestos en circulación, debido a que la probabilidad de ser capturados y la penalidad del delito dependen positivamente del nivel de falsificación.

Sin embargo, vale la pena analizar con más detalle la función de costos que enfrenta el falsificador, ya que a diferencia de un problema estándar para una firma, éste dependerá también de los costos relacionados al castigo de realizar esta actividad ilícita (probabilidad de que lo atrapen y la penalidad que recibiría) y que éste es además creciente respecto a la intensidad de su actividad.

Es decir, que la probabilidad de ser atrapado y la penalidad que recibiría, dependen positivamente del número de billetes falsos puestos en circulación, y además, a una tasa creciente. Matemáticamente las funciones genéricas serían las siguientes:

$$p=p(n); \qquad p'>0 \ ; \qquad p''>0$$

$$\varphi = \varphi(n); \quad \varphi' > 0; \quad \varphi'' > 0$$

Al respecto, la evidencia muestra que la probabilidad de encontrar al falsificador es más alta, en la medida que logra introducir a la economía una cantidad mayor de billetes falsos, ya que con ello se exponen en mayor medida los canales de distribución y producción; o simplemente se puede, con mayor facilidad, rastrear el origen de ciertos billetes falsos por el número de serie o por la técnica utilizada para falsificar. Por otro lado, respecto a la penalidad, se ha evidenciado que en muchos países, a la penalidad establecida por el delito de falsificar (años de cárcel) se agrega el valor monetario de todos los billetes falsos decomisados, que deben ser repuestos en efectivo como forma de resarcir el daño a la sociedad.

II.1.3. Banco central: Comportamiento optimizador

Para el banco central, la falsificación le genera únicamente costos. El costo total para un banco central (CT) es la suma del costo reputacional o de credibilidad (Cr) que afronta cuando en la sociedad circulan los billetes falsos, y los costos financieros (Cf) que van ligados a actividades de educación, comunicación o mejora en las medidas de seguridad de los billetes.

$$CT = Cr + Cf$$

Formalmente se plantea que el costo reputacional o de credibilidad, estará inversamente relacionado con el número de billetes falsos que circulan en la sociedad (n) y una variable que mide la magnitud del daño de falsificación a la reputación del banco central (ρ) :

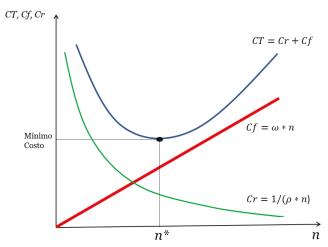
$$Cr = \frac{1}{\rho * n}$$
 ; $\rho > 1$

Por otra parte, el costo financiero para el banco central es un costo unitario (ω) que puede englobar costos en educación, campañas, mejora en medidas de seguridad u otros, por la cantidad de billetes falsos en la sociedad (n). Es decir, en la medida que la falsificación se incremente, seguramente el banco central destinará una mayor cantidad de recursos para combatir esta actividad:

$$Cf = \omega * n$$

El problema de minimización de costos que enfrenta el banco central es el siguiente:

Diagrama 4: MINIMIZACIÓN DE COSTOS PARA EL BANCO CENTRAL



Fuente: Elaboración propia

Para resolver el problema, se debe considerar que el banco central no es el agente económico que determina directamente el nivel de falsificación, pero considerando el efecto de esta variable en sus costos financieros y reputacionales, al resolver el problema de minimización de sus costos, se determina que el nivel de falsificación (n^*) depende inversamente de la magnitud del daño de la falsificación a la reputación del banco central (ρ) y del costo unitario (ω) que puede englobar costos en educación, campañas, mejora en medidas de seguridad u otros.

$$\frac{\partial CT}{\partial n} = 0 \quad \rightarrow \quad n^* = 1/(\rho * \sqrt{\omega})$$

La lógica llamaría a pensar que lo mejor para un banco central es que la falsificación de billetes sea nula; sin embargo, esta actividad anima al ente emisor a mejorar sus billetes en términos de seguridad. Además, no es muy real pensar que no existirán, en una sociedad, personas que se dediquen a esta actividad ilícita.

II.2. Teoría de juegos: El falsificador y el banco central

Teoría de Juegos: Es una rama de la Economía que estudia las decisiones en las cuales, para que un individuo tenga éxito, tiene que tener en cuenta las decisiones tomadas por el resto de los agentes que intervienen en la situación.

Usando la teoría de juegos, se hará un análisis de las estrategias del falsificador y del banco central, bajo la lógica de que el primero procurará introducir más billetes falsos en la economía, y el segundo intentará evitarlo.

Para ello, se definirán tres elementos que son esenciales en cualquier juego:

Jugadores: Falsificador y banco central.

Pagos:

- Falsificador: su objetivo es maximizar sus ganancias que dependen del número de billetes falsos que pueda introducir (F) menos el costo de producirlos.
- Banco central: su objetivo es minimizar precisamente el número de billetes falsos y el costo en gastos en educación y comunicación (GEC).

Estrategias:

 Falsificador: Es el número de billetes falsos que intentará poner en circulación en la economía. Banco central: Es el gasto en educación y comunicación.

En la sección II.1.1 se planteó que las personas revisan sus billetes cuando la probabilidad de que sea falso es significativa y/o cuando el monto recibido es una proporción importante del ingreso de esa persona. En ese sentido, las personas conocen la proporción respecto del ingreso, pero no conocen la probabilidad de que sea falso.

Pero la probabilidad de que sea falso y su posible impacto en las personas, en caso de que realmente sea falso, puede ser minimizada con una política de educación de las medidas de seguridad por parte del banco central o por una política comunicacional que señale dónde y en qué momentos se puede estar más expuesto a recibir billetes falsos.

Equilibrio de Nash: Conocido también como el equilibrio no cooperativo. Muestra el resultado del juego cuando cada jugador elige la acción que maximiza su pago, tomando como dadas las decisiones de los otros jugadores.

En un juego en el que participan e interactúan el banco central y un falsificador, cada uno de ellos reaccionará de acuerdo a lo que espera que haga el otro. Por ejemplo, si el falsificador aumenta los billetes falsos que pone en circulación en una economía, el banco central reaccionará intensificando sus campañas de educación sobre las medidas de seguridad o advirtiendo a la población en qué lugares se frecuentan estos billetes falsos o en qué cortes se concentra la falsificación. La curva BB del Diagrama 5 muestra esta relación directa entre número de billetes falsos y el gasto en educación y comunicación (GEC) por parte del banco central.

Por otro lado, cuando el banco central aumenta el gasto en educación y comunicación, el falsificador seguramente disminuirá, aunque marginalmente, la cantidad de billetes falsos. Pero en el caso extremo de que un banco central aplique una política agresiva de educación y comunicación con la erogación de importantes recursos, el volumen de falsificación se reducirá drásticamente. La curva FF del Diagrama 5 muestra esta relación inversa entre gastos en educación y comunicación y el número de billetes falsos.

El equilibrio de Nash se dará cuando las funciones de reacciones del banco central y del falsificador coincidan, que es el punto A del Diagrama 5.

GEC*

FF BB

GEC*

F*

Diagrama 5: EQUILIBRIO DE NASH

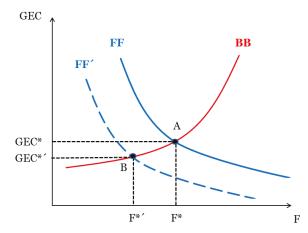
Fuente: Elaboración propia en base a Pérez (2012)

Estática comparativa: Una vez alcanzado el equilibrio, ceteris paribus, es posible analizar los cambios en las estrategias y en el equilibrio, cuando alguna variable relevante cambia en el modelo.

Caso 1: Autoridades eficientes para encontrar y castigar a los falsificadores

Si las autoridades (policía, gobiernos municipales, banco central, u otros) son más eficientes para encontrar y detener a los falsificadores, se incurrirán en menores gastos de educación y comunicación dado un mismo nivel de falsificación, lo que implica que la curva FF se desplazará hacia el origen. Para los falsificadores esta eficiencia de las autoridades en encontrar y castigar a estos agentes, les genera un mayor riesgo, por lo que el equilibrio final en el punto B del Diagrama 6, implica menor falsificación y menores gastos en educación y comunicación.

Diagrama 6: CAMBIO EN EL EQUILIBRIO POR MAYOR EFICIENCIA PARA ENCONTRAR Y CASTIGAR A LOS FALSIFICADORES



Fuente: Elaboración propia en base a Pérez (2012)

Caso 2: Nuevas tecnologías de escáner e impresión

Si los falsificadores encuentran mejores tecnologías de escáner, impresión u otras técnicas para mejorar la imitación de billetes respecto de los auténticos, la falsificación se incrementaría para cada nivel de gasto en educación y comunicación que haya fijado el banco central. Esto implica un desplazamiento de la curva BB hacia la derecha en el Diagrama 7, dando un nuevo equilibrio con un nivel mayor de falsificación.

GEC*
GEC*

F* F*'

F*

Diagrama 7: CAMBIO EN EL EQUILIBRIO DE NASH POR NUEVAS
TECNOLOGÍAS DE ESCÁNER E IMPRESIÓN

Fuente: Elaboración propia

Caso 3: Movimiento geográfico del falsificador

La estrategia de "*Pega y Corre*" puede ser aplicada para el análisis de la falsificación, cuando los falsificadores pasan de una ciudad a otra, haciendo circular billetes falsos en cada una de ellas y sorprendiendo a la población (pega) para luego irse a otra ciudad (corre).

En un juego como este, participan dos jugadores (falsificador y banco central) pero existen "N" lugares donde se realizan las transacciones en efectivo. El falsificador tendrá la estrategia de intentar hacer circular una determinada cantidad de billetes falsos en cada lugar, mientras que el banco central tendrá la estrategia de incurrir en gastos de educación y comunicación en cada lugar para evitar esa circulación de billetes falsos.

En el siguiente gráfico se presenta el caso de dos ciudades. En la ciudad 1 existen menos billetes falsos y menos gastos en educación y comunicación que en la ciudad 2. Esto podría deberse a que en la ciudad 2:

 Existe una menor aversión al riesgo, por lo que la gente rara vez revisa los billetes.

- Una menor efectividad de las autoridades para detectar, atrapar y condenar a los falsificadores.
- Uso muy intenso del efectivo
- Un mayor costo en educación y comunicación con el público.
- Menor posibilidad de llegar con medios de comunicación, por ejemplo a zonas rurales.
- Menor efectividad de los gastos de educación y comunicación del banco central, por ejemplo malas campañas o no bien focalizadas.

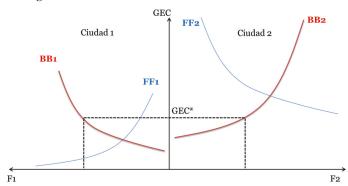


Diagrama 8: FALSIFICACIÓN EN DISTINTAS CIUDADES

Fuente: Elaboración propia en base a Pérez (2012)

El tiempo de reacción del banco central y por tanto del público, es muy relevante al momento de analizar la estrategia de "Pega y Corre". Si el banco central tiene una estrategia educativa y comunicacional eficaz dispuesta a activarse cuando el falsificador "Pega" en algún lugar, los impactos en la sociedad son menores, que si el falsificador sorprendiera al banco central. La situación para el banco central es aún más favorable si pudiera adelantarse al accionar de los falsificadores.

En este contexto, las herramientas de análisis de la teoría de juegos pueden aplicarse en varias circunstancias:

Juegos Estáticos: Suponiendo que los dos jugadores deciden sus estrategias al mismo tiempo o que cada uno de los jugadores puede actuar en un tiempo diferente, pero no conocen las estrategias uno del otro.

Juegos Dinámicos: Suponiendo que uno de los jugadores actúe primero, por ejemplo, que el banco central se adelante al falsificador e instrumente programas de educación y comunicación. También puede actuar primero el falsificador en base a nuevas tecnologías de impresión o materiales de mejor calidad que imiten las medidas de seguridad auténticas.

Los equilibrios podrían ser distintos, más aún si se considera que el mercado de la falsificación puede tener pocos falsificadores (oligopolio) o muchos (competencia monopolística) pero el instrumento de análisis está planteado para estudiar distintos escenarios.

II.3. Cambio de familia de billetes

Para el análisis del cambio de familia de billetes también aplicamos la Teoría de Juegos, nada más que ahora el banco central es el agente que "jugará primero".

En el Diagrama 9 se muestra la interacción entre el banco central y el falsificador. Al inicio de cada periodo, el banco central debe decidir entre emitir una nueva familia de billetes (modificar el diseño de los billetes e incorporar nuevas medidas de seguridad) o mantener la familia de billetes vigente. Dependiendo de la decisión del banco central, el falsificador decidirá entre invertir recursos para falsificar los elementos de seguridad o seguir igual.

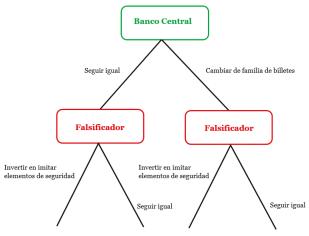


Diagrama 9: JUEGO ENTRE EL BANCO CENTRAL Y EL FALSIFICADOR

Fuente: Elaboración propia

Antes de resolver este juego, es importante considerar la tecnología, entendida como la eficacia de las medidas de seguridad y que para ello sean:

- i) Difíciles de falsificar: Mucho dependerá de la tecnología desarrollada por los proveedores de medidas de seguridad y/o de la disponibilidad de insumos que permitan imitar de mejor manera las medidas de seguridad originales.
- ii) Fáciles de reconocer: El hecho de que una medida de seguridad sea eficaz dependerá del tiempo que le tome al usuario aplicar su conocimiento sobre medidas de seguridad para reconocerla y la facilidad para hacerlo.

Pero también se debe considerar que la tecnología puede facilitar la actividad al falsificador en cuanto a la disponibilidad de nuevos equipos e insumos para falsificar.

El banco central, al inicio de cada año debe decidir si cambia o no de familia billetes. Para su decisión va a considerar tanto la tecnología como la posible reacción del falsificador. Si en el mercado se encontrara una nueva medida de seguridad que fuera fácil de reconocer por el

público, económica y muy difícil de falsificar, con alta probabilidad, el banco central cambiará la familia de billetes incorporando esta medida de seguridad.

La falsificación se intensificaría si la tecnología para falsificar los elementos de seguridad mejorara. En ese escenario, el banco central debería considerar si puede hacer frente a esa nueva tecnología a través de campañas de educación y comunicación, o si es más eficiente el cambiar de familia de billetes.

Como se acaba de explicar, la tecnología es la variable más importante, que guiará el accionar de cada uno de los dos agentes. Sin embargo, para resolver el juego también se debe considerar el tema de la información con que cuenta el banco central y el falsificador. Si el banco central sabe cómo va a reaccionar el falsificador, entonces el resultado del juego le da ventaja al que juega primero, es decir al banco central. En caso contrario, la ventaja será para el segundo jugador o sea el falsificador.

En el caso de la decisión de cambiar la familia de billetes, el banco central debe procurar no proporcionar al falsificador información que pueda utilizar a su favor. Por ejemplo, si el banco central anuncia que va a cambiar la familia de billetes cada cinco años, el falsificador, visto como un inversionista, tendrá mayores elementos para decidir cuánto va a invertir en la actividad de falsificar y hasta cuándo. Otro ejemplo de ventaja para el falsificador, se da cuando el banco central, al emitir una nueva de familia de billetes, muestra las imágenes de todos billetes, siendo que estos serán introducidos corte por corte paulatinamente. En este caso, el falsificador se adelantará en la producción de billetes falsos y ya estarán listos para el momento de la emisión oficial por parte del banco central; y como la población no conocerá inmediatamente las medidas de seguridad de los nuevos billetes, serán un "blanco más fácil" para los falsificadores.

Por el contrario, un banco central con el uso de toda la información posible, puede prever la reacción del falsificador y preparar una estrategia contundente en contra de esta actividad ilícita. Por ejemplo, si el banco central combina dos o más medidas de seguridad eficientes

y a la vez implementa una política educativa y comunicacional agresiva, podría generar una rentabilidad negativa al falsificador hasta el punto de sacarlo del mercado, o por lo menos por un tiempo.

En todo caso, si el objetivo principal del cambio de familia de billetes es combatir la falsificación, entonces una condición necesaria para que esto sea efectivo es contar con nuevas y eficientes medidas de seguridad. Otra opción podría ser realizar mayores esfuerzos en campañas educativas y de comunicación y/o una ardua labor policial de persecución a los falsificadores.

III. Falsificación en Bolivia: hacia una nueva familia de billetes

En esta sección se revisará para Bolivia, algunas estadísticas sobre la falsificación de la moneda nacional, para luego realizar una descripción de las actividades que ha realizado el BCB, en los últimos años, para combatir esta actividad ilícita.

III.1. Análisis de las estadísticas de falsificación en Bolivia²

Antes de realizar el análisis de las estadísticas de falsificación en Bolivia, es importante considerar que su moneda nacional es el "boliviano", emitido a partir del 1ro de enero de 1987 (Gaceta Oficial de Bolivia, 1986). En la actualidad, en billetes circulan cinco cortes: Bs10, Bs20, Bs50, Bs100 y Bs200. En monedas circulan los cortes de c.10, c.20, c.50, Bs1, Bs2 y Bs5³; estos dos últimos cortes de monedas reemplazaron a los billetes de esas denominaciones, los años 1991 y 2001, respectivamente.

² El análisis presentado a continuación se concentra en la falsificación de billetes, puesto que la de monedas es muy reducida.

³ También se emitieron monedas de c.2 y c.5, pero circularon por muy poco tiempo; posteriormente el BCB discontinuó su emisión

III.1.1. Evolución de la falsificación por corte de billete

La falsificación de billetes en Bolivia ha tenido un crecimiento constante y además se concentró en los cortes de Bs20 y Bs100. De acuerdo a la información del BCB, entre el año 2012 y el año 2017, se experimentó un incremento de 272% en la cantidad de billetes falsificados incautados por el sistema financiero en Bolivia. Por otra parte, analizando estas incautaciones por denominación de billetes, se puede observar que entre 2012 y 2015 el corte de Bs20 fue el más falsificado, seguido por el de Bs100 (Gráfico 1)⁴.

(En número de piezas) 140.000 130.465 121,464 120.000 100.000 80.000 60.000 46 551 46.829 40.000 20.000 2012 2015 2016 2017 100 200 Total general Fuente: BCB

Gráfico 1: FALSIFICACIÓN DE BILLETES POR CORTE

Con la emisión gradual de la Serie J, se redujo la falsificación de los cortes emitidos; pero aparentemente los falsificadores se concentraron en los cortes que aún no habían sido emitidos. Durante 2016, se redujo la cantidad de billetes falsos del corte de Bs20, lo que puede explicarse por la emisión de los billetes de la Serie J del corte de Bs20 a partir de enero de 2015, el cual cuenta con un nuevo hilo de seguridad. Sin embargo, creció la cantidad de billetes incautados del corte de Bs50.

⁴ En Bolivia, al igual que en la mayor parte de los países, según normativa, únicamente las entidades de intermediación financiera pueden realizar la incautación de billetes falsos.

Durante esta gestión se observa un crecimiento en el nivel de falsificación de 24% respecto a 2015, por las mayores incautaciones de los billetes de Bs200, Bs50 y Bs10.

En 2017, se redujo la falsificación de billetes salvo en el corte de Bs100, puesto que la Serie J de este corte recién se emitió en septiembre de 2017. Durante esta gestión se observa una disminución de 7% en la cantidad incautada, respecto a 2016, misma que se debe a una disminución en las incautaciones de todos los cortes, excepto de las de Bs100, que se incrementaron en 22%. Esto debido a que el corte de Bs100 de la Serie J fue la última en emitirse (septiembre de 2017) (Gráfico 2).

(En número de piezas) Serie I v anteriores Serie J y anteriores 140.000 130.465 121.464 120 000 105.528 100.000 80 000 60.000 46.829 46 551 40.000 32 615 20.000 2012 2013 2014 2015 2016 2017 Fuente: BCB

Gráfico 2: INCAUTACIÓN DE BILLETES FALSIFICADOS E INTRODUCCIÓN DE NUEVAS SERIES

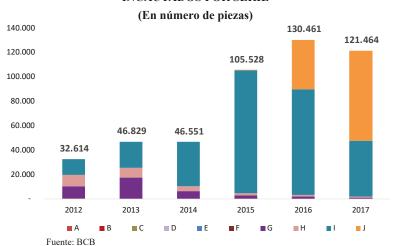
III.1.2. Evolución de la falsificación por serie

La experiencia en el caso boliviano, nos muestra que la falsificación de una nueva serie que es introducida a la economía, comienza a ser significativa a partir del año siguiente de su emisión. A partir del año 2012, se inicia la incautación significativa de billetes de la Serie I, la cual fue introducida en 2011 a la economía. Lo mismo sucede con la Serie J, la cual fue puesta en circulación en 2015 y cuyo nivel de falsificación

se vuelve significativo un año después. Esto podría señalar que los falsificadores requieren cierto tiempo para imitar las nuevas medidas de seguridad presentes en los nuevos billetes (Gráfico 3).

Este periodo de tiempo no es muy largo, pues las nuevas series mantienen todo el diseño de los billetes anteriores, cambiando únicamente alguna medida de seguridad, por lo que los falsificadores no deben "empezar de cero", a diferencia de lo que pasa con el lanzamiento de una nueva familia de billetes. En este caso, el falsificador debe rediseñar por completo los billetes e imitar todas sus medidas de seguridad, lo que le llevará un tiempo mayor.

Gráfico 3: EVOLUCIÓN DE LA CANTIDAD DE BILLETES FALSIFICADOS INCAUTADOS POR SERIE



Adicionalmente, es importante notar que la nueva serie introducida va ganando participación en la cantidad total de billetes falsos incautados, a medida que transcurre el tiempo, hasta que otra nueva serie es lanzada a la economía. En consecuencia, en el caso boliviano, sería de esperarse un incremento sustancial en la cantidad de billetes falsos incautados, particularmente de la Serie J, en la medida que los falsificadores traten de deshacerse de los billetes falsos ya producidos, ante la emisión de una nueva familia de billetes.

III.1.3. Evolución de la falsificación por Departamento

Si analizamos la falsificación por departamento de Bolivia, se observa que el departamento donde se incauta la mayor cantidad de billetes falsificados es La Paz, seguido por Santa Cruz y Cochabamba, llegando al 83,8% de la falsificación total entre estos tres departamentos (Gráfico 4). Es importante señalar que la elevada cantidad de billetes falsos incautados en el departamento de La Paz, podría deberse al hecho de que es el departamento fronterizo con Perú, país donde se produce la mayor cantidad de billetes falsos de varios países.

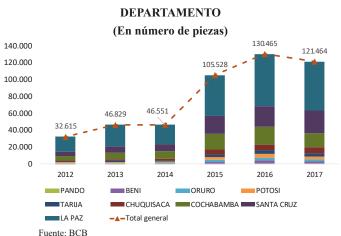


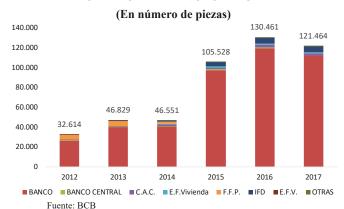
Gráfico 4: INCAUTACIÓN DE BILLETES FALSIFICADOS POR

Es importante resaltar que, a diferencia de lo que sucede en otras economías, la participación de la incautación de billetes falsos por departamento se mantiene. Esto desecharía, para el caso de Bolivia, que los falsificadores estén aplicando la estrategia de "Pega y Corre" entre departamentos o regiones.

III.1.4. Evolución de la falsificación por entidad financiera incautadora

En el periodo de análisis, son los bancos el tipo de Entidad de Intermediación Financiera (EIF) los que incautan casi la totalidad de los billetes falsos (Gráfico 5). Esto se debe a que la banca comercial es la que capta un mayor número de clientes, dada su diversificación de operaciones y su presencia a nivel nacional, a diferencia de otro tipo de EIFs que tienen presencia localizada en algunos departamentos del país y en las cuales no se puede realizar una amplia gama de transacciones.

Gráfico 5: EVOLUCIÓN DE LA CANTIDAD DE BILLETES FALSIFICADOS POR TIPO DE EIF INCAUTADORA



Nota: C.A.C = Cooperativas de Ahorro y Crédito; E. F. Vivienda = Entidades Financieras de Vivienda; F.F.P. = Fondos Financieros Privados; IFD = Instituciones Financieras de Desarrollo; E.F.V. = Entidades Financieras de

vivienda (hasta agosto de 2013 eran las Mutuales de Ahorro y Préstamo).

III.2. Acciones del Banco Central en contra de la falsificación

En esta subsección se analiza algunas de las acciones que el BCB ha realizado en la lucha contra la falsificación de la moneda nacional, las cuales abarcan desde el cambio o incorporación de medidas de seguridad en los billetes, la realización de actividades de educación y comunicación a la población, hasta la introducción de una nueva familia de billetes.

III.2.1. Cambio e incorporación de medidas de seguridad

Desde la creación del "Boliviano", el BCB ha cambiado o incorporado elementos de seguridad en los billetes en diez oportunidades, dando lugar a cada una de las series, de la A a la J, de la antigua familia de billetes, hasta la reciente Primera Familia de Billetes (PFB). Con la introducción de cada serie se mejoraron las medidas de seguridad de los billetes de boliviano, como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: CAMBIO O INCORPORACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD
DEL BOLIVIANO

	SERIE										
Elementos de Seguridad		В	С	D	Е	F	G	Н	I	J	PFB
Marca de agua	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Altorrelieve	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Imagen latente	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Guilloche	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Hilo de seguridad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fibrillas de colores			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Motivo coincidente				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Barras de altorrelieve						✓	✓	✓	✓	✓	✓
Banda iridiscente								✓	✓	✓	
Marca de agua pixelada									✓	✓	✓
Imagen con efecto dinámico y cambio de color											✓
Impresión continua											✓
Líneas de altorrelieve											✓
Grabado estilo fotográfico											✓

Fuente: Elaboración propia

Nota: PFB = Primera Familia de Billetes

III.2.2. Estrategia de comunicación y educación

Como ente emisor de la moneda nacional, el BCB tiene la responsabilidad de difundir y capacitar a la población sobre las características de los billetes y monedas que emite. Esta labor cobra vital importancia si se toma en cuenta que, independientemente de que se implementen las medidas de seguridad con la más alta tecnología en los billetes, la población debiera conocerlas y así poder diferenciar un billete genuino de uno falso, ya que de lo contrario, estas medidas de seguridad no servirían de nada, pues no cumplirían su función de reducir la falsificación.

En consecuencia, el BCB ha llevado a cabo, a lo largo de los años, distintas campañas informativas para dar a conocer las nuevas medidas de seguridad implementadas en cada serie, y de forma mucho más intensa con el lanzamiento de la PFB, pues en este caso, se debe comunicar a la población todas las características de los nuevos billetes, tanto artísticas como de seguridad.

Entre las acciones que ha realizado el BCB para la educación de la población sobre los nuevos billetes, cabe resaltar las siguientes:

Cuadro 2: ACCIONES DEL BCB PARA LA COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN

Producción Audiovisual	Material informativo impreso	Medios Digitales	Capacitaciones	Cursos Virtuales	Redes Sociales	Eventos masivos	
Documentales	Afiches	Página Web Especializada	Talleres al público en general	Escuela de Gestión Pública Plurinacional	Facebook	Participación en ferias nacionales	
Spots Televisivos	Trípticos	Aplicación para teléfonos móviles	Talleres a públicos específicos		Twitter	Participación en ferias internacionales	
Cuñas Radiales	Cartillas	Video Youtube				Participación en ferias rurales	
	Desplegables ⁵					Tour en medios de comunicación	

Fuente: Elaboración propia

III.2.3. Cambio de familia de billetes en Bolivia

De la teoría económica, se pudo evidenciar que existe una interacción constante entre el banco central y el falsificador, y que si el banco central mantiene por mucho tiempo sus billetes, los falsificadores tienen la ventaja de tener más tiempo y contar con tecnología para imitar los billetes.

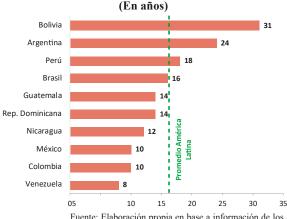
⁵ Los desplegables son un tipo de difusión impresa que muestra imágenes de los billetes, incluyendo una explicación de sus medidas de seguridad. Los desplegables tienen la imagen de un billete que se desdobla para mostrar los textos explicativos.

En el caso de Bolivia, la anterior familia de billetes tuvo una duración de 31 años; esto sumado a la mayor preferencia por el uso de la moneda nacional (bolivianización), estableció la necesidad de emitir una nueva familia de billetes que mejore las medidas de seguridad y, con ello, reducir la falsificación. Estos argumentos detrás de la decisión de la emisión de una nueva familia de billetes, serán desarrollados a continuación:

i) Prolongada vigencia de la anterior familia de billetes. Es importante mencionar que la actual familia de billetes en Bolivia fue emitida en 1987, por lo que esta familia actualmente se encuentra en circulación 31 años. Esta cantidad de tiempo, sumado a la mayor preferencia de la población por la moneda nacional y a los avances tecnológicos en materia de impresión, que están disponibles para la población en general (escáneres de alta resolución, impresoras y materiales de impresión sofisticados) ha hecho que los falsificadores tengan el tiempo, recursos e incentivos necesarios para perfeccionar las técnicas empleadas en la falsificación de billetes del boliviano.

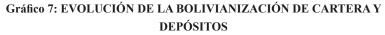
El incremento de la falsificación es una de las principales razones por las que los bancos centrales y expertos en la materia recomiendan realizar el cambio de una familia de billetes cada 15 años, en promedio (Gráfico 6). Si observamos la experiencia de algunos de los países de la región, vemos que Bolivia era el país con la familia más antigua de billetes con 31 años, seguido de Argentina (24 años) y Perú (18 años).

Gráfico 6: DURACIÓN DE FAMILIAS DE BILLETES ANTERIORES EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA



Fuente: Elaboración propia en base a información de los bancos centrales

ii) Mayor uso de la moneda nacional en las transacciones económicas. En 2001, el porcentaje de la cartera en bolivianos era únicamente de un 3%, y en cuanto a los depósitos solo un 7% era realizado en moneda nacional, siendo el restante 97% y 93% respectivamente, en dólares estadounidenses. Esto demostraba claramente la preferencia de la población por la moneda extranjera y su poca confianza en la moneda nacional. No obstante, a partir de 2005, Bolivia ha experimentado un incremento sin precedentes en el uso de su moneda, proceso al que se le denomina "bolivianización", que se aceleró considerablemente hasta alcanzar un 98% de la cartera y 88% de los depósitos en moneda nacional (Gráfico 7).





Estos datos muestran que, a diferencia de lo que ocurría en la década de 1990 e inicios de la década de 2000, la población boliviana utiliza prioritariamente el boliviano para realizar sus transacciones, frente a cualquier otra moneda extranjera. Esto generó una mayor demanda por la moneda nacional, por lo que naturalmente la falsificación comenzó a enfocarse en los billetes del boliviano en lugar de la moneda extranjera, pero ante todo, obligó al BCB a mejorar sus billetes, al ser éstos más empleados por la población.

En consecuencia, los dos argumentos antes expuestos fueron las razones técnicas para el lanzamiento de una nueva familia de billetes en Bolivia, cuyo proceso de emisión comenzó en abril de 2018 con el corte de Bs10 y, según el cronograma de emisión comunicado por el BCB, culminará en abril de 2019 con el corte de Bs200.

No se puede dejar de mencionar que el emitir una nueva familia de billetes, brinda la oportunidad de cambiar el diseño de los billetes e incorporar elementos que representen al país en ejes temáticos y/o históricos que las autoridades competentes determinen.

IV. Conclusiones

El presente trabajo es pionero en cuanto al análisis sobre las estadísticas de la falsificación de billetes en Bolivia, y aborda la temática desde dos puntos de vista: en el primero, mediante el uso de herramientas de la teoría económica, hace un análisis del comportamiento de cada agente que participa en el "mercado" de la falsificación (población, falsificador y banco central) y también de la interacción entre algunos, en especial entre el banco central y el falsificador, en un contexto de teoría de juegos; en el segundo, expone algunos hechos estilizados en base a las estadísticas de billetes falsificados que incautan las entidades de intermediación financiera, así como las medidas empleadas por el Banco Central de Bolivia para capacitar a la población y así combatir la falsificación de la moneda nacional.

a) Teoría económica y falsificación

Considerando los elementos de teoría económica, se concluye que los agentes económicos del "mercado" de la falsificación, se comportarán de la siguiente manera: a) la población comprobará los elementos de seguridad de los billetes si la probabilidad de que sean falsos es alta y/o el monto es significativo respecto a su ingreso; b) el falsificador, tal como una empresa, procurará maximizar su beneficio económico, considerando que los ingresos provienen de la cantidad de billetes falsos puestos en circulación y que los costos dependerán de la reproducción de billetes, de la probabilidad de ser capturado y del castigo hacia este tipo de delito; y c) el banco central, minimizará los costos que le genera la falsificación de billetes, como son los reputacionales o de credibilidad, y aquellos que están ligados a las actividades de educación, comunicación o mejora en las medidas de seguridad de los billetes.

Mediante la teoría de juegos, se plantea la intervención de tres elementos: jugadores, estrategias y pagos que generan un esquema de equilibro de Nash e interacción entre el falsificador y el banco central. En éste se establece que si el falsificador aumenta los billetes falsos que pone en circulación en una economía, el banco central reaccionará intensificando sus campañas de educación acerca de las

medidas de seguridad, o advirtiendo a la población en qué lugares se hallan frecuentemente los billetes falsos, o en qué cortes se concentra la falsificación. Por otro lado, cuando el banco central aumenta el gasto en educación, comunicación o mejoras en medidas de seguridad, el falsificador disminuirá la cantidad de billetes falsos que podrá hacer circular.

Finalmente, con un árbol de decisión se plantea el escenario en el cual un banco central debe o no cambiar una familia de billetes y también las posibles respuestas del falsificador. En un esquema de "jugará primero", el banco central tendría ventajas, ya que por ejemplo podría combinar dos o más medidas de seguridad eficientes y a la vez implementar una política educativa y comunicacional agresiva, que podría generar una rentabilidad negativa al falsificador hasta el punto de sacarlo del mercado.

b) Evidencia empírica para Bolivia

La evidencia empírica muestra para el caso de Bolivia, que la falsificación se ha ido incrementando en los últimos años, para todos los cortes, y que el departamento con mayor nivel de incautaciones corresponde a La Paz, lo cual puede deberse a su proximidad con uno de los países donde se produce una gran cantidad de billetes falsos de varios países.

Respecto a la falsificación por serie, se observó que aproximadamente un año después de la introducción de cada nueva serie, comienza a registrarse la falsificación de esta serie de forma significativa, lo que implica que los falsificadores requieren cierto tiempo para ajustar sus imitaciones a las nuevas series.

Por otro lado, se pudo evidenciar que el tipo de entidad financiera con mayor nivel de incautaciones son los bancos, lo que estaría explicado por la amplia gama de operaciones que realizan y por su presencia a nivel nacional, lo que permite que tengan una mayor afluencia de clientes en comparación al resto de las entidades financieras.

Adicionalmente, se vio que el Banco Central de Bolivia ha tomado acciones para hacer frente a la falsificación de la moneda nacional. Estas acciones incluyen la incorporación de nuevas y mejoradas medidas de seguridad con cada nueva serie emitida y la capacitación a la población.

Finalmente, se evidenció que Bolivia era el país de la región con la familia de billetes más antigua (31 años), lo cual sumado a la mayor preferencia de la población por la moneda nacional (bolivianización de la economía) y al avance tecnológico, hizo que la falsificación se incremente en los últimos años, razones por las que el Banco Central de Bolivia decidió emitir una nueva familia de billetes, cuya introducción a la economía culminará en la gestión 2019.

Referencias bibliográficas

BECKER, G. S. (1968). "Crime and Punishment: An Economic Approach", *Journal of Political Economy*, 76 (2), pp. 169 - 217

BOSE, S. and A. DAS (2013). "Estimation of Counterfeit Currency Notes in India - Alternative Methodologies", Reserve Bank of India, Working Paper Series (DEPR) No. 03/2013, March

BRITS, H. and C. WINDER (2005). "Payments are no free lunch", De Nederlandsche Bank, *Occasional Studies*, 3 (2), October

FUNG, B. and E. SHAO (2011). "Modelling the Counterfeiting of Bank Notes: A Literature Review", *The Bank of Canada Review*, Autumn, pp. 29 - 35

GACETA OFICIAL DE BOLIVIA (1986). *Ley No. 901, Unidad monetaria*, de 28 de noviembre

LI, Y. and G. ROCHETEAU (2011). "On the Threat of Counterfeiting", *Macroeconomic Dynamics*, 15 (S1) (Money, credit, and liquidity: Part 1), pp. 10 - 41

PÉREZ, J.C. (2012). "Teoría económica y falsificación de billetes", Banco de España, *Billetaria*, 11, pp. 6 - 9

QUERCIOLI, E. and L. SMITH (2015). "The Economics of Counterfeiting", *Econometrica*, 83 (3), pp. 1211 - 1236

SCHWARTZ, C., J. FABO, O. BAILEY, L. CARTER (2008). "Payment Costs in Australia", in Reserve Bank of Australia, Proceedings of "Payments System Review Conference" held in Sydney on November 29th, 2007, pp. 88 - 138

SHAO, E. (2013). "The Threat of Counterfeiting in Competitive Search Equilibrium", Bank of Canada, Working Paper 2013-22, July

STEWART, C., I. CHAN, C. OSSOLINSKI, D. HALPERIN, P. RYAN (2014). "The Evolution of Payment Costs in Australia", Reserve Bank of Australia, Research Discussion Paper RDP 2014-14, December

VILES, N., A. RUSH, T. ROHLING (2015). "Los costos sociales de la falsificación de moneda", Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, *Boletín*, LXI (2), pp. 45 - 70