

**UNIVERSIDAD DE VALPARAISO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
ESCUELA DE AUDITORIA**

**REGIMENES CAMBIARIOS Y PROFUNDIZACIÓN DEL MERCADO  
DE COBERTURA: UNA APROXIMACIÓN AL CASO CHILENO**

**Tesis para optar al Título de Contador Público Auditor y al  
Grado de Licenciado en Sistemas de Información Financiera y Control  
Gestión**

**Tesista: Claudia Alejandra Alcayaga Mancilla  
Profesor Guía: Jaime Oscar Salazar Rojas**

**VALPARAISO, ENERO de 2007**

# INDICE

Resumen.....	3
Marco Teórico.....	4
Política Cambiaria en Chile.....	5
Mercado de Derivados cambiarios en Chile: 1998 – 2003.....	21
Problema.....	26
Objetivo General.....	27
Objetivos Específicos.....	27
Metodología.....	28
Resultados .....	30
Conclusiones.....	34
Bibliografía.....	35
Glosario.....	37
Anexos.....	41
Apéndice.....	47

## RESUMEN

Los regímenes cambiarios en nuestro país han sufrido cambios a lo largo del tiempo, en la actualidad la volatilidad del tipo de cambio puede afectar la estabilidad financiera de las firmas, viéndose reflejado, sobre los balances o en la competitividad de las firmas orientadas a los mercados externos. En este contexto, las coberturas (forward-dólar) son un instrumento disponible para los agentes económicos, que permiten disminuir la exposición al riesgo cambiario producto de la volatilidad del tipo de cambio.

El análisis se realizara a través de una estimación, en la cual se analizaran la correlación que hay entre el grado de profundización del mercado de cobertura, medido como la cantidad de transacciones en el mercado formal y la variabilidad del tipo de cambio, medida como, el promedio mensual del valor de la divisa, para la serie de datos Enero 99 - Septiembre 06, con el fin de verificar el rol que tiene la variabilidad cambiaria en los grados de profundización que ha adquirido el mercado de cobertura (forward dólar).

Se destaca un sostenido crecimiento de la suscripción de derivados cambiarios en nuestra economía, el cual va en directa relación con la variabilidad del tipo de cambio, el cual nace como una manera que tienen las diferentes firmas en nuestro país de administrar la incertidumbre que genera el valor futuro del activo subyacente (*US\$*).

## Marco Teórico

La cobertura de riesgo ha sido un tópico que ha acaparado la atención en el campo financiero en los últimos años. Sin embargo, hasta fines de la década de los 70 temas tales como el riesgo cambiario y el riesgo asociado a las fluctuaciones a las tasas de interés gozaron de escasa atención en el mundo. No fue sino hasta el colapso de Bretón Woods que la volatilidad del tipo de cambio US\$/yen aumento en forma dramática. Asimismo, las tasas de interés de largo plazo de los bonos americanos sufrieron fluctuaciones considerables hacia fines de los años 70 y comienzo de los 80. Este clima económico se vio altamente agravado desde el punto de vista de la volatilidad, por la crisis del petróleo del año 1973.

Estos cambios motivaron la aparición del mercado de cobertura de riesgo de los principales mercados financieros del mundo, particularmente en los Estados Unidos el mercado de instrumentos derivados, entre mediados de los años 70, experimento un desarrollo considerable, instrumentos tales como forward, futuros y opciones comenzaron a ser transados de manera regular en los mercados financieros desarrollados. Una contribución muy especial a la difusión de estos instrumentos fue el descubrimiento de Fischer Black y Myron Scholes de una formula analítica para valorizar opciones europea (aquellas que solo pueden ser ejercidas al momento de su vencimiento).

En el caso específico de Latinoamérica, las bolsas más grandes que transan derivados son MATBA Y ROFEX en Argentina, BM&F Y BOVESPA en Brasil y MexDer en México. En Perú y Chile las operaciones son fuera de las bolsas organizadas. En Mercado a Término (MATBA) de Buenos Aires, el mayor mercado de derivados de productos agrícolas en América Latina, se transan futuros y opciones sobre futuros de trigo, soya y semillas de girasol. En Mercado a Término de Rosario (ROFEX) también se transan derivados de productos agrícolas. En Brasil, la Bolsa de Mercadorias y Futuros (BM&F) es la bolsa lider en futuros en América latina, se transan futuros y opciones en productos agrícolas, como por ejemplo, café, algodón y trigo, además de derivados en índices accionarios, tipos de cambio y oro entre otros.

De menor importancia es la Bolsa de Sao Paulo (BOVEPSA). Finalmente, en México está el mercado de derivados mexicano (MexDer) cuyo volumen de operación es pequeño comparado con Bolsa Mexicana de Valores. (14). Finalmente en Chile las transacciones domésticas en derivados son, mayoritariamente, en contratos forwards, en divisas realizados fuera bolsa.

### **Política Cambiaria en Chile:**

Durante gran parte de la década de los 90, los regímenes cambiarios en Chile se habían caracterizado por altos grados de rigidez. Recién en 1999, éste se flexibilizó, con la adopción del tipo de cambio flexible. Sin embargo, el Banco Central se reservó la posibilidad de intervenir si es que la situación lo ameritaba, y de hecho lo ha hecho en dos ocasiones desde entonces. En ambos casos con intervenciones muy acotadas, que no comprometieron la credibilidad del régimen y por lo tanto evitaron tener que enfrentar el miedo a flotar.

Muchos países declaran tener tipo de cambio flexible (1), pero de hecho lo manejan a través de una combinación entre intervención en el mercado cambiario y modificaciones a la tasa de interés. Según argumentan Calvo y Reinhart (2), hay sólidas razones para que un país escoja manipular el tipo de cambio a pesar de preferir en teoría el sistema flexible.

### **Motivos Principales que explican el Miedo a Flotar:**

El primero es el impacto inflacionario de las fluctuaciones cambiarias: cuando la autoridad enfrenta una depreciación drástica de la moneda nacional, se ve tentada a intervenir para evitar que se traspase a inflación. Este traspaso, a su vez, puede depender de cuán creíbles sean la meta de inflación y el sistema cambiario.

El otro motivo para querer evitar que el tipo de cambio son los efectos de hoja de balance.

Si las empresas y los bancos tienen activos en moneda local y pasivos en moneda extranjera, cualquier variación del tipo de cambio puede activar una alarma financiera. Un caso clásico es la dolarización de los pasivos, un fenómeno sumamente extendido en países con una historia de alta inflación.

En el contexto de la transición de la economía chilena desde tipo de cambio fijo a flexible, un elemento clave es si la economía está preparada para evitar el miedo a flotar, y este es, a su vez, un aspecto crucial para que el sistema flexible o flotante sea creíble. De hecho, hay una retroalimentación desde el miedo a flotar hacia la credibilidad y desde la credibilidad a través de sus efectos sobre la fragilidad financiera y el traspaso de las depreciaciones a la inflación al miedo a flotar.

A pesar del compromiso de permitir al dólar ajustarse libremente, el Banco Central se reservó la opción de intervenir si las circunstancias así lo exigen. En la práctica ha ejercido la opción dos veces: durante la crisis de convertibilidad en Argentina, agravada por los atentados del 11 de Septiembre en Estados Unidos, y a raíz de las turbulencias asociadas a las elecciones presidenciales de Brasil el 2002. El resto del tiempo el tipo de cambio ha flotado libremente.

### **Políticas Cambiarias Aplicadas en Nuestro País:**

La política cambiaria chilena se ha caracterizado históricamente por algún grado (muchas veces alto) de rigidez, salvo en ciertos momentos de la posguerra hasta 1999, en que el precio del dólar flotó libremente. De hecho, tras una crisis monetaria provocada por el régimen de tipo de cambio fijo entre 1959 y 1962, Chile fue uno de los primeros países que usaron un tipo de cambio "reptante". Según este, el dólar se ajustaba periódicamente a la inflación pasada como forma de tener un objetivo para el tipo de cambio real. Este sistema se acompañaba de grandes controles al capital, restricciones cambiarias y tipos de cambio múltiples. Este ajuste según la inflación pasada se mantuvo hasta febrero de 1978.

Para entonces, y en respuesta a la desalentadora respuesta de la inflación, se reemplazó el sistema de ajuste por una tabla predeterminada, que conectaba la variación del dólar a objetivos inflacionarios. La tabla comenzó anunciando una devaluación mensual de 2,5% que partía en febrero de 1978 y terminaba el último trimestre en 0.75%. A fines de 1978, se anunció una tabla para todo el año 1979 con una devaluación de 15%.

A pesar de los esfuerzos por reducir la inflación mediante reducciones a la tasa de devaluación, la inflación seguía alta. El año 1978 cerró con una inflación de 30%, la que prevaleció hasta junio de 1979.

En un intento de reducir la inflación usando el tipo de cambio como ancla nominal, en junio de 1979 se fijó el dólar en \$39, esto es, 6% por encima de la tabla vigente. Las condiciones, tanto internas como externas, sufrieron un serio deterioro, hasta que a los tres años el sistema colapsó y sumió a la economía en su peor recesión desde la Gran Depresión.

A la devaluación de 1982 siguió un período de inestabilidad con devaluaciones discretas, un breve episodio de flotación, la segmentación del mercado cambiario, y así sucesivamente, hasta que en agosto se volvió a establecer un tipo de cambio reptante basado en una regla de paridad del poder de compra o PPC. Si bien con reglas distintas, el mecanismo básico de mini devaluaciones diarias se mantuvo hasta fines de la década de los noventa.

A fines de septiembre de 1982, se dejó flotar el dólar dentro de una banda estrecha,  $\pm 2\%$ , la que más tarde se amplió:  $\pm 5\%$  a mediados de 1989,  $\pm 10\%$  en enero de 1992 y  $\pm 12.5\%$  en enero de 1997. La paridad central se determinaba de acuerdo con una regla de PPC, (Paridad Central) con devaluaciones diarias basadas en los diferenciales entre inflación interna e inflación internacional. Esta última, expresada en dólares estadounidenses, se estimaba en 1% anual cuando se volvió a imponer el sistema. Luego, en marzo de 1983, se fijó el descuento en cero para acelerar el crecimiento de la paridad central e inducir una depreciación. Entonces, en 1985 se descontó 0,6% de la inflación internacional, y posteriormente se usaron tasas de 3,6%, 0%, 1,2% y finalmente 2.4% en julio de 1992.

Tras volver la estabilidad a la política cambiaria, se implementaron varias devaluaciones en los años ochenta, además de las mini devaluaciones diarias: 23,7% en septiembre de 1984, 9% en Febrero de 1985 y 5% en junio de 1985.

A fines de 1995, una baja (apreciación) de 2% se agregó a la cifra de inflación internacional utilizada en la regla de PPC. En otras palabras, el descuento permitía una apreciación real de “equilibrio” de 2% en la paridad central, esto es, la regla PPC-2%. La paridad central se establecía de acuerdo con una canasta de monedas, pero con frecuencias cambiaba la forma de ponderarlas. La idea era usar también esta canasta de monedas para calcular la inflación internacional, pero la práctica común fue determinar su composición y el nivel de la inflación externa con un objetivo deseado para la tendencia del tipo de cambio y no con la lectura de una medida observable. Por ejemplo, en 1997 se aumentó la ponderación del dólar estadounidense en la canasta desde 50% a 80%, lo que redujo las presiones para una apreciación, ya que la tasa de aumento de la banda disminuía a medida que el dólar se fortalecía.

Al igual que en los ochenta, la paridad central se modificó en varias ocasiones durante los noventa, pero ahora haciendo reevaluaciones en lugar devaluaciones. Fueron cuatro: en junio de 1991 se revaluó la paridad central en 2%, luego 5% en enero de 1992, 10% en diciembre de 1994, y por último 5% en enero de 1997.

Desde la crisis de la deuda y hasta 1990, las continuas devaluaciones del tipo de cambio nominal lograron una depreciación real continua. A partir de 1990 la situación se revirtió, y los tipos de cambio comenzaron a apreciarse. La economía alcanzó el pleno empleo en 1988; las cuentas externas se veían sanas y la productividad aumentaba a paso rápido. Chile también retomó los movimientos voluntarios de capitales internacionales.

En este contexto, aparecieron tensiones en el mercado cambiario, las que pusieron fin al período de tipo de cambio “alto” (depreciado). Entre 1990 y 1997, el tipo de cambio real se apreció a una tasa anual promedio de 5,4%, acumulando una caída de 32%.

Tras varios años de tranquilidad y presiones para apreciar la moneda, vino la crisis asiática y las cosas cambiaron drásticamente. En 1998 hubo tres rondas de presiones extremas sobre el peso. La primera, en enero, se combatió con incrementos de la tasa de interés de política monetaria y una contracción de liquidez que aumentó drásticamente las tasas diarias, cerca de 150% durante algunos días. Además, el Banco Central intervino vendiendo cerca de mil millones de dólares de sus reservas. Sin embargo, para fines de junio resurgieron las presiones en contra del dólar. Unas semanas más tarde, el Banco Central volvió a contraer su política monetaria e intervino en el mercado cambiario, aunque esta vez modificó además los parámetros de la banda. Esta, que para entonces estaba en  $\pm 12.5\%$  alrededor del centro, se redujo a 2% por arriba y 3,5% por debajo del objetivo.

Además, se relajaron los controles a la entrada de capitales y el Banco Central intervino emitiendo bonos a tres años pagaderos en pesos pero denominados en dólares.

Había tres razones para justificar un ajuste con política monetaria contractiva, evitando una depreciación significativa del peso. Se argumentaba que el sector corporativo era muy vulnerable al debilitamiento del peso, que las consecuencias inflacionarias serían demasiado grandes, y que el déficit de cuenta corriente era excesivo y requería de un ajuste, a través de una contracción monetaria.

Finalmente, en agosto, cuando la crisis rusa invadía los mercados emergentes, comenzó una nueva ronda especulativa contra el peso. En septiembre, el Banco Central volvió a contraer la política monetaria, eliminó el control del capital en la forma de un encaje no remunerado, y volvió a modificar la banda cambiaria, agrandándola a  $\pm 3.5\%$  y con ajustes diarios de manera tal que llegara gradualmente a  $\pm 5\%$  a fines de año. Se eliminó el descuento por inflación externa en la paridad central, y se hizo reptar al centro de la banda según la inflación meta, no según la inflación pasada. En diciembre, y después de que los mercados se calmaron y la economía se dirigía a su primera recesión desde 1982-1983, se volvió a ampliar la banda, hasta  $\pm 8\%$ , mientras se mantenían las ampliaciones diarias. Este proceso llegó a su fin el 2 de septiembre, con la eliminación de la banda y la liberalización del peso chileno.

### **Flotación Libre desde Septiembre de 1999:**

Desde septiembre de 1999, el Banco Central ha permitido que el dólar se ajuste libremente a las fuerzas del mercado. La adopción de la flotación libre vino tras poco menos de una década con una meta de inflación implícita, y el reconocimiento de que un control de la inflación no se lograría jamás con dos anclas nominales a la vez: la banda cambiaria y la meta de inflación. La coexistencia de ambas anclas restaba credibilidad a la meta de inflación, y de paso le quitaba eficacia. La transición al sistema cambiario flexible ocurrió a través de ajustes continuos a la banda que acomodaban, el que evidentemente era el objetivo último del ente rector (presente en la Ley Orgánica Constitucional): la estabilidad de precios. El fundamento para tener una meta cambiaria era doble: por un lado, promover las exportaciones y el crecimiento y, por otro, mantener acotado el déficit de la cuenta corriente dentro de límites saludables, que entonces se estimaba en alrededor de 4% del PIB.

A este respecto, cabe recordar que en la víspera de la crisis asiática, Chile tenía un déficit de cuenta corriente cercano a 6%, el tipo de cambio real estaba en su punto más bajo de la década, y operaban controles al capital que contribuían a la tendencia de apreciación.

Los argumentos a favor del tipo de cambio flexible abundan en la literatura económica. Los más tradicionales, asociados con Mundell (3), aseveran que la flexibilidad es clave para facilitar el ajuste a shocks reales en presencia de rigidez de precios. En tal caso, los movimientos del tipo de cambio facilitan los ajustes de los precios relativos que produzcan el cambio necesario en la asignación de los recursos, aminorando el impacto sobre la actividad y el empleo. En contraste, un shock real que pide una depreciación de la moneda se magnifica en presencia de un dólar fijo, ya que el shock trae consigo presiones inflacionarias.

Otra conclusión que se deriva del modelo Mundell-Fleming (4) es que con un tipo de cambio flexible, la autoridad local retiene la flexibilidad para usar una política monetaria independiente como herramienta estabilizadora. Así, resguarda la posibilidad de conducir políticas contracíclicas, mientras que con tipo de cambio fijo, la estabilización tiene que hacerse mediante política fiscal, lo que ha demostrado ser una tarea muy difícil, ya que es altamente procíclica debido al poco acceso a los mercados financieros.

El uso de la política monetaria como instrumento estabilizador tiene más peso en países que efectivamente pueden implementar tales acciones. Aunque la mayoría de las economías emergentes está lejos de ello, la solidez de las instituciones fiscales, financieras y monetarias chilenas, con un Banco Central autónomo comprometido con la estabilidad de precios, cuenta con la base institucional para poder tener un tipo de cambio flotante y por lo tanto aprovechar las ventajas de una política monetaria independiente.

En el otro extremo, varios países que han optado por el tipo de cambio fijo tienen una historia de severa inestabilidad monetaria e instituciones monetarias débiles, y por lo tanto deshacerse de la política monetaria a través de la fijación del dólar fijo puede no ser óptimo, pero sí la mejor opción que tienen a mano. Esta fue una de las principales razones esgrimidas para adoptar la convertibilidad en Argentina a comienzos de los noventa. Sin embargo, aun en esos casos, la decisión de fijar el tipo de cambio debe aplicarse con prudencia y diseñarse con cuidado, teniendo en cuenta el futuro de las políticas y su sustentabilidad. Para evitar usar el tipo de cambio para postergar un colapso, se debe idear una estrategia de salida: o se avanza hacia un compromiso irrevocable, como la dolarización, o hacia un régimen más flexible.

Este último, sin embargo, por lo general es impracticable, porque es precisamente el compromiso de no abandonar la paridad fija lo que asegura su éxito. Por otro lado, el que sea irrevocable lo hace creíble, pero es a la vez el principal impedimento para el tipo de cambio fijo. Quizás por estas dificultades, y por el reciente derrumbe de algunos de estos regímenes, los países tienden cada vez más hacia esquemas más flexibles.

Pero cambiar a régimen flotante paga un costo en volatilidad, como ha sido el caso en Chile. Poco después de establecer la flotación, la volatilidad comenzó a aumentar, tal como ocurre en la mayoría de los países que flexibilizan el tipo de cambio. Aun así, la relativa volatilidad del peso chileno está acotada dentro de límites normales según los estándares internacionales.

Los costos que la volatilidad impone a la economía (inestabilidad de precios y disturbios financieros) son argumentos poderosos para oponerse a la libre flotación, y una de las principales razones que se invocan para intervenir. Explícitamente, lo que la autoridad teme son las presiones inflacionarias asociadas a las variaciones cambiarias, al ser estas traspasadas a los precios internos. Si este traspaso de las variaciones del dólar a los precios es alto y asimétrico, se corre el riesgo de tener que abandonar el tipo de cambio libre para controlar la inflación, o de tener que aplicar una política monetaria muy restrictiva para hacer frente a una depreciación de magnitud.

Por otro lado, la mayor volatilidad cambiaria puede traer serios problemas al sector financiero si en el país está presente una o más de las siguientes condiciones: alta dolarización de pasivos, fragilidad financiera o fuertes efectos de balance. En particular, cuando los pasivos están en moneda extranjera pero los activos están en moneda nacional, una depreciación aguda e imprevista produce un deterioro en los estados financieros de bancos y empresas, además de amenazar la estabilidad del sistema financiero y deprimir la actividad económica del país.

Por esta amenaza de presiones inflacionarias e inestabilidad financiera, con frecuencia los países con flotación libre responden a las fluctuaciones cambiarias con política monetaria y/o interviniendo en el mercado cambiario. Más aun, las economías emergentes parecen sufrir de un miedo a flotar peor, ya que presentan variaciones mucho menores del tipo de cambio, y sin embargo enfrentan shocks y movimientos de la tasa de interés y de las reservas mayores.

Estas reacciones también se pueden justificar con el argumento de la poca credibilidad manifestada en la alta variación del premio por riesgo, la pérdida de acceso al mercado de capitales internacionales, las paradas repentinas y el alto costo sobre la actividad que impone la volatilidad cambiaria, pero la mayoría de los estudios apunta a la inflación y la estabilidad financiera como los principales determinantes del miedo a flotar.

Por tanto, el giro aparentemente masivo hacia sistemas cambiarios flexibles es un paso en la dirección de la flexibilidad, pero todavía lejos de una flotación pura. De acuerdo con datos de Levy-Yeyati y Sturzenegger (5) el número de países con miedo a flotar aumentó mucho en los noventa, incluso más que el número de países que implementaron leyes para avanzar hacia sistemas flotantes durante la misma década.

### **Inestabilidad Financiera:**

Los posibles efectos de la volatilidad cambiaria, sobre la estabilidad del sistema financiero y sobre los balances contables de las empresas, han sido citados como la principal razón del miedo a flotar. El miedo a que la banca y el sector corporativo tengan descalces de monedas podrían evitar la necesidad de hacer ajustes (a veces drásticos) al tipo de cambio. Un primer enfoque consiste en introducir regulaciones que minimicen los desalineamientos. Sin embargo, no basta para las empresas que dependen del valor del dólar. Lo que necesitan es un seguro que les permita cubrirse contra el riesgo de fluctuaciones cambiarias.

El riesgo cambiario se puede cubrir manejando la deuda en dólares y en pesos. Los exportadores que desean asegurar sus flujos futuros de dólares en pesos pueden pedir dólares hoy, cambiarlos a pesos y pagar en el futuro con sus ingresos de exportación. Pero también pueden asegurarse participando en el mercado de derivados vendiendo forward los dólares. La literatura sobre finanzas empresariales ha analizado por qué a las empresas les puede interesar asegurarse o por qué habrían de usar los derivados en vez de un crédito.

Una explicación que viene al caso de la empresa chilena es que resulta más barato cubrirse en el mercado forward, ya que solo necesitan cubrir diferenciales de precios, no grandes volúmenes de endeudamiento.

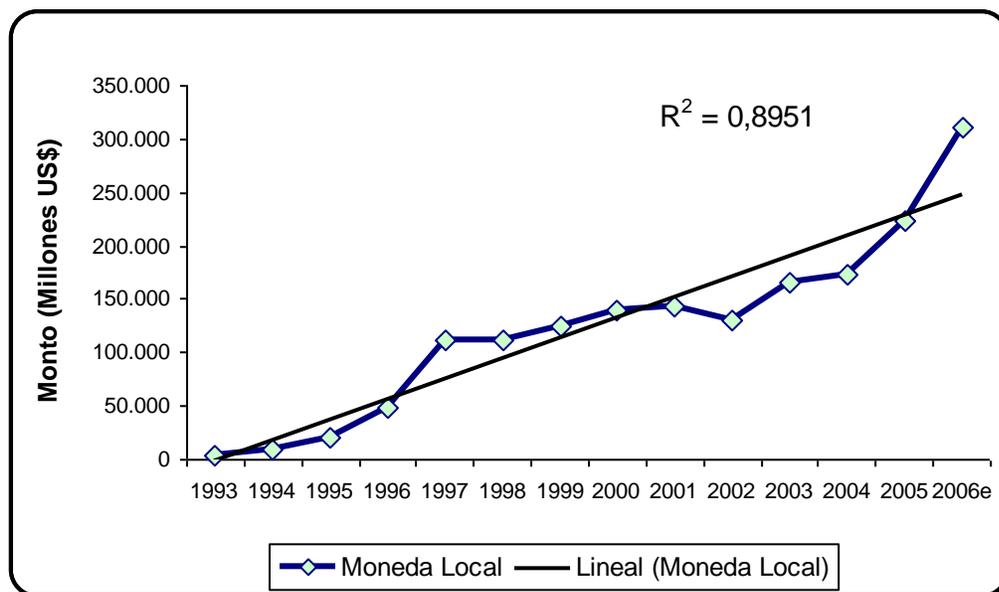
El sistema cambiario puede ser importante para determinar las prácticas de cobertura de las empresas locales, así como el desarrollo del mercado de derivados. Por ejemplo, un dólar fijo induce a descalces de monedas y puede inhibir el desarrollo de los derivados.

Cuando la autoridad provee algún tipo de seguro, por ejemplo comprometiéndose con un tipo de cambio estable, no hay motivo para tomar precauciones respecto del riesgo de monedas y, en consecuencia, tampoco hay incentivos para desarrollar el mercado de los derivados.

En el sistema financiero, particularmente en la banca, una legislación prudencial puede tomar las salvaguardas adecuadas contra el riesgo de monedas, pero con las empresas resulta más difícil reducir el riesgo. Esto justificaría el miedo a flotar.

Antes de dejar libre el tipo de cambio, la suscripción de derivados en moneda extranjera alcanzaba a 112 mil millones de dólares, y en cinco años se casi duplicó.

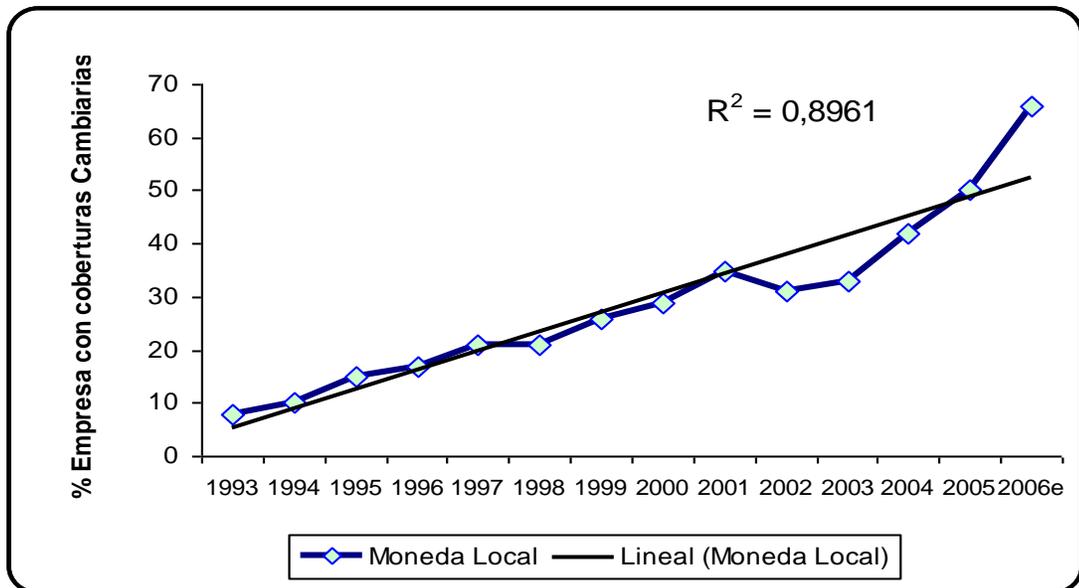
### Transacciones en el Mercado de Derivados en Chile.



Fuente: Elaboración Propia, en función de datos del Banco Central de Chile.

Las operaciones en el mercado de derivados son mayoritariamente interbancarias, aunque las empresas han estado aumentando su participación. En el siguiente grafico se muestra como se ha ido incrementado el porcentaje de empresas que operan con coberturas cambiarias.

### Empresas con Cobertura Cambiaria



**Fuente:** Elaboración Propia, en función de datos del Banco Central de Chile.

En el tema de los descalces en el sector empresarial, en un estudio más global y reciente, Cowan (6) demuestran que efectivamente hay efectos de balance, en el sentido de que las empresas sujetas al dólar son las que más sufren, en términos de inversiones, cuando el peso se deprecia. Por lo tanto, con el uso de derivados o reduciendo la exposición al dólar se podría reducir el riesgo de monedas. Sin embargo, y concordando con los primeros hallazgos de Bleaky y Cowan (7) también se demuestra que la empresa chilena, tiene el calce adecuado de monedas. Esta conclusión ha quedado bien establecida para el período completo entre 1995 y 2003, lo que indica que aun antes de adoptarse la flotación, las empresas tenían conciencia del riesgo de descalce de monedas. La máxima exposición ocurrió en 1998, con un promedio de 10% de los activos, pero desde entonces ha disminuido en forma sostenida.

El que haya habido baja exposición durante el período de la banda cambiaria es una señal de que la regulación fue la adecuada, pero también de que la banda no promovía los descalces, las empresas tenían plena conciencia, al contrario de otros episodios, de que tendrían que pagar el costo de los descalces.

De hecho, el mercado de derivados se ha desarrollado con el tipo de cambio flotante. Sin embargo, estas tendencias vienen desde antes de la flotación, y la evidencia no permite aislar los efectos de la implementación del sistema de tipo de cambio flotante. Un cambio más notable ocurrió a nivel corporativo, que apoya la hipótesis de que un tipo de cambio flexible estimula la cobertura a la moneda extranjera hedging.

En resumen, el sector empresarial chileno se ha protegido adecuadamente del riesgo de monedas desde antes de que se adoptara la flotación. Pero la exposición se ha reducido más a consecuencia de la liberalización del tipo de cambio. Luego de una larga historia de manejo cambiario, Chile por fin adoptó un régimen flexible a fines de los noventa. La decisión fue acertada, especialmente porque la mayoría de las recesiones que la economía había tenido que sufrir habían estado asociadas a rigideces del tipo de cambio: el tipo de cambio fijo de comienzos de los ochenta, y el estrechamiento de la banda cambiaria tras la crisis asiática. De hecho, se ha demostrado que en el periodo de presiones sobre el peso de 1998 no existían razones para no dejar que este se ajustara, lo que habría reducido el costo del ajuste. Además, dada la alta exposición a shocks externos (en particular shocks a los términos de intercambio y fluctuación de la entrada de capitales) hacía falta un régimen que permitiera hacer ajustes rápidos a los precios relativos, lo que podía lograrse mediante la flexibilización del tipo de cambio.

Sin embargo, para que un régimen cambiario flexible funcione adecuadamente, y evitar ser dominado por el miedo a flotar, deben cumplirse algunos requisitos. Se ha demostrado que Chile los ha cumplido: los descalces de monedas en bancos y empresas son pequeños, la dolarización de pasivos de los bancos también es menor, y las empresas han sido cada vez más capaces de cubrir sus riesgos de monedas en el mercado de derivados.

Por lo tanto, los efectos de balance provenientes de fluctuaciones cambiarias no constituyen amenaza para el sector financiero o para el sector empresarial. Además, el mercado de derivados se ha desarrollado gracias a la demanda originada en la volatilidad cambiaria implícita en el régimen de tipo de cambio flotante. También se ha desarrollado debido a la necesidad de cubrir el riesgo de monedas de los fondos de pensiones, un actor principal en las inversiones chilenas en el exterior. De hecho, cuando los gobiernos y los bancos centrales otorgan seguros de monedas al sector privado, hay poco incentivo a desarrollar el mercado de derivados y a que las empresas sean cuidadosas en la administración de sus riesgos de monedas.

Los muchos derrumbes de las economías emergentes demuestran que cuando se abandonan los controles al tipo de cambio, el sector privado parece preferir buscar subsidios y apoyo ex post, antes que protegerse ex ante. Desde los noventa, hemos

presenciado en Chile el bajo riesgo de monedas del sector empresarial y, más recientemente, el desarrollo de un mercado de derivados profundo.

Además, un sistema cambiario flexible funcionando bien requiere, un traspaso menor de depreciación a inflación y, en consecuencia, que los efectos de la volatilidad del tipo de cambio sean acotados. De lo contrario, siempre estará la tentación de controlar la inflación por la vía de manejar el tipo de cambio, una receta que en Chile ha producido mucho daño. Sin embargo, un traspaso bajo es, a su vez, el resultado de fluctuaciones cambiarias menos persistentes, características de los regímenes flexibles. Por lo tanto, no tendría que ser una condición previa esperar una reducción de la transmisión de las fluctuaciones cambiarias a inflación para adoptar un tipo de cambio flexible.

Lo que es más discutible es si la inflación debería o no ser baja antes de liberalizar totalmente el tipo de cambio. En Chile, si bien se permitió cierta flexibilidad al funcionamiento de la banda cambiaria de los noventa, la flexibilidad plena se impuso cuando la inflación era baja y la meta de inflación de mediano plazo se había implementado también como estrategia de política monetaria.

La experiencia reciente de la economía chilena ha demostrado que una meta de inflación combinada con un tipo de cambio flexible, un sistema financiero sano, y finanzas públicas sólidas, han permitido amortiguar graves shocks externos sin afectar demasiado a la economía local.

No es posible medir por separado los efectos de cada uno de los rasgos descritos, pero claramente el tipo de cambio ha absorbido importantes shocks. En lugar de estar sujeto a fluctuaciones extremas de las tasas de interés y de las condiciones financieras como medio de controlar, a menudo sin éxito, el tipo de cambio, es más sensato dejarlo ajustarse, especialmente porque permite la sustitución de gasto y la reasignación de recursos en presencia de shocks externos.

Ha habido instancias en las que el Banco Central ha intervenido en el mercado cambiario, pero han sido excepciones. El principal inconveniente de la intervención es que la autoridad empieza a intervenir con demasiada frecuencia, desnaturalizando la flotación y convirtiéndola en un sistema manejado de hecho. Puede funcionar por un

tiempo, pero en un país como Chile, con experiencias dolorosas en tiempos de graves problemas externos, es un peligro. Por eso, las intervenciones tienen que ser eventos excepcionales.

Su credibilidad, y por lo tanto su efectividad, depende de que sean muy ocasionales. Los procedimientos para intervenir son estrictos. La regla exige plena comunicación de las razones, explicitar el monto máximo de la intervención, y un cronograma claro. El actual marco de política permite intervenir en circunstancias extremas, y es una sabia decisión mantener abierta la opción. Pero la evidencia que hemos revisado aquí apoya la idea de que no hay razones importantes para que exista miedo a flotar en Chile. Por lo tanto, las intervenciones tendrían que ser mucho menos frecuentes en el futuro.

### **Rol de las Coberturas en Chile:**

En un contexto de creciente integración financiera y comercial, el mercado de derivados constituye una importante herramienta para dar cobertura a los agentes residentes expuestos a riesgo cambiario y, de esa manera, mantener la estabilidad financiera de la economía.

La demanda por cobertura está asociada a la percepción individual que cada firma tiene sobre su exposición al riesgo de tipo de cambio. En esa decisión, subyace el estrés financiero o incapacidad de hacer frente a sus obligaciones, la obtención de ventajas tributarias, la disminución de los costos de agencia, la valorización y, finalmente, el marco legal aplicado a dichos derivados, que están entre los principales factores que la literatura menciona como determinantes de la demanda por cobertura cambiaria.

Las firmas evalúan constantemente la posibilidad de reducir la volatilidad de sus flujos de caja denominados en moneda extranjera y, de esta manera, disminuir o eliminar posibles situaciones de estrés financiero. Por otra parte, la diversidad de intereses de accionistas, acreedores y administradores puede conducir a niveles no óptimos de inversión que pueden ser parcialmente eliminados a través de una cobertura cambiaria que genere estabilidad en los flujos de caja. Al lograr ese objetivo, el valor de la firma aumenta en el tiempo, Smith y Stulz, (8).

La oferta de cobertura que entrega los instrumentos financieros, respeta el marco regulatorio y legal, y evalúa los costos asociados y la disponibilidad de infraestructura de mercado.

Los principales instrumentos financieros de cobertura cambiaria ofrecidos son: forwards, futuros, y opciones. Sin embargo, la reglamentación e infraestructura pueden limitar el uso generalizado de todos estos instrumentos, lo que termina otorgando mayor profundidad y liquidez a ciertos instrumentos.

La liquidez y profundidad permiten caracterizar los mercados de cobertura resultantes de la interacción de los factores de demanda y oferta anteriores. La liquidez, en el mercado forward, se asocia a la posibilidad de vender y comprar a un spread lo más bajo posible. Por otra parte, la profundidad se asocia al volumen de transacciones cambiarias.

### **Rol de la Macroeconomía:**

El intercambio de divisas se caracteriza porque se realiza en mercados descentralizados donde existe información asimétrica, riesgos de contraparte y el proceso de descubrimiento de los precios es rezagado. Estos factores, entre otros, hacen que los fundamentales macroeconómicos jueguen un rol menor anticipando los cambios en el precio de las divisas en el corto plazo.

Las transacciones de derivados pueden ser realizadas en bolsa (organized exchange) o fuera de bolsa (over the counter). Los contratos en bolsa se caracterizan por su alta estandarización, transacción de conocimiento público y realización a través de cámaras de compensación. Esto hace que dichos contratos sean “fungibles”, es decir, sustitutos unos de otros y altamente líquidos.

### **Otros Elementos Macroeconómicos Relevantes**

A mayor integración financiera y comercial con el resto del mundo se generan más transacciones de contado pero, al mismo tiempo, surgen incentivos para que residentes y no residentes incrementen el uso de instrumentos de cobertura de manera de asegurar estabilidad en sus flujos de caja. Estos flujos pueden estabilizarse a plazos cada vez

mayores, en la medida en que existan instrumentos de cobertura de mediano y largo plazo, influido en gran parte, por la liquidez y profundidad de los mercados de tasa de interés doméstica y el acceso a financiamiento externo a mayores plazos.

El grado de dolarización de una economía o adquisición de una moneda común por parte de un grupo de economías, a pesar de beneficiar, eventualmente, la estabilidad de precios internos, desincentiva el desarrollo de los mercados de intercambio de divisas, en la medida en que la moneda dura se transforma en un seguro de cambio completo que elimina posibles descalces cuando activos y pasivos financieros e ingresos y egresos operacionales están denominados en dólares.

### **Limitantes del Desarrollo del Mercado de Derivados Cambiarios**

La literatura se ha orientado a evidenciar algunas imperfecciones de mercado que pueden limitar el desarrollo del mercado de cobertura. El acceso simétrico a los mercados de crédito en moneda extranjera y local resulta relevante para las empresas interesadas en mejorar sus posibilidades de calce.

Asimismo, el tratamiento a inversionistas nacionales y extranjeros, y los marcos legales y jurídicos relativos a los procesos de compensación y liquidación son también importantes para evaluar el sesgo e impedimentos en el desarrollo de ciertos instrumentos o plataformas de intercambio Canales-Kriljenko, (9).

### **Mercado de Derivados Cambiarios en Chile: 1998-2003**

Entender la microestructura del mercado de derivados, asociada principalmente a los aspectos de transferencia de información, comportamiento de los agentes y mecanismos de intercambio, permite evaluar de mejor manera qué elementos determinan el desarrollo de este mercado Lyons, (10).

### **Información Disponible:**

Los instrumentos que se suscriben en el mercado chileno de derivados cambiarios corresponden a forwards, foreign Exchange, swaps y currency swaps.

Los primeros involucran el intercambio a una fecha futura de dos monedas a un tipo de cambio acordado en la fecha de suscripción del contrato. Los segundos involucran el intercambio de dos monedas, por lo general uno se efectúa en el mercado spot o contado y la reversión del intercambio de las mismas dos monedas se efectúa en una fecha posterior a un tipo de cambio generalmente distinto y con el objetivo de ganar una cierta tasa de interés y solucionar problemas de liquidez de muy corto plazo.

Finalmente, los currency swaps, corresponden básicamente a la modalidad de cross currency, comprometen a dos partes a intercambiar flujos de intereses en diferentes monedas por un tiempo convenido, e intercambiar el capital en diferentes monedas a un tipo de cambio previamente establecido al momento de la madurez. Por sus características, estos últimos se asocian más con perfiles de cobertura de largo plazo.

### **Instrumentos de Cobertura de Tipo de Cambio en Chile (11)**

En Chile, aunque existe la infraestructura para el intercambio de derivados en la Bolsa de Comercio de Santiago, en la actualidad no se realizan operaciones. (14)

Los instrumentos derivados que se transan en forma regular en Chile son los *forwards* para cobertura de riesgo cambiario: dólar-peso, dólar-Unidad de Fomento (UF). Estos fueron introducidos en el mercado doméstico en 1992 y en 1994, respectivamente.

Un forward es un contrato en el que se define un acuerdo entre dos partes, por el cual se comprometen a intercambiar una cierta cantidad de un activo en una fecha futura a un precio determinado.

Los participantes de este tipo de contrato son un comprador y un vendedor, los cuales pueden ser, por ejemplo, dos entidades financieras o una entidad financiera y una empresa no financiera.

Los contratos forward son de dos tipos: "liquidación por entrega física", los cuales al momento del vencimiento del contrato, se recibe los dólares por el activo acordado y se entregan al banco, a cambio éste paga por cada dólar el tipo de cambio que acordaron en el contrato y "liquidación por compensación" en el cual, al momento del vencimiento del contrato, se recibe los dólares y se deben vender en el mercado y con ese dinero

saldar con el banco, las diferencias entre tipo de cambio acordado en el contrato y el tipo de cambio del mercado.(15)

Los contratos *forward* dólar-UF se realizan en dólares y su valor se basa en el precio del dólar observado y el valor de la UF. En el caso de los *forward* dólar-peso, las compras de dólares se realizan en pesos y las ventas en el precio del tipo de cambio *spot* contra el tipo de cambio observado. En un comienzo, los fondos utilizados en las operaciones de cobertura a futuro se ubicaban entre un 10 y 20 por ciento del total transado en el mercado *spot*.

En la actualidad, en contraste, éstos alcanzan a un 50 por ciento o más de la línea utilizada por los bancos para sus operaciones diarias en dólares. Por ejemplo, las transacciones en operaciones a futuro dólar-UF y dólar-peso alcanzaron, en conjunto, un promedio de US\$640 millones diarios en octubre de 2000. (12)

Las mesas de *forward*, al igual que las del mercado *spot*, tienen dos políticas de funcionamiento: negociación (*trading*) y posición. La política de negociación se aboca esencialmente a las actividades de especulación. La política de posición, en cambio, se concentra en operaciones de cobertura de riesgo del banco.

El mercado de operaciones *forward* se mueve de acuerdo a las necesidades de empresas exportadoras e importadoras, y está constituido principalmente por bancos y empresas que poseen mesas de dinero. Las 17 puntas interbancarias de *forwards* se anuncian cinco minutos antes de las operaciones en el *spot*, y finalizan cinco minutos antes del cierre de las operaciones diarias. El monto mínimo de cada transacción es de US\$1 millón. Por lo tanto, en caso de tratarse de un monto menor, generalmente proveniente de un requerimiento del sector de comercio exterior, la cotización debe solicitarse en el mercado. Por ejemplo, algunas compañías pequeñas realizan operaciones a través de sucursales bancarias por montos, generalmente, inferiores a los US\$50 mil.

Los vencimientos de los contratos *forward* dólar-peso van de 1 a 7 días, de 8 a 30 días, 3 a 42 días y más de 42 días. El precio de cada contrato se construye mediante el tipo de cambio *spot* y las tasas de interés de colocación (captación) en pesos y dólares:

$$Fwd compra = Spot compra * \left( \frac{1 + tasa\_captacion\_pesos * plazo / 30}{1 + tasa\_colocacion\_US\$ * plazo / 360} \right)$$

$$Fwd venta = Spot venta * \left( \frac{1 + tasa\_colocacion\_pesos * plazo / 30}{1 + tasa\_de\_captacion\_US\$ * plazo / 360} \right)$$

El *forward* de compra sería aquel aplicable a un exportador, mientras que el de venta a un importador. Para efectos ilustrativos, considérese a un importador que, en diciembre de 2000, decidió tomar una posición larga (compra) en un *forward* dólar-peso a 40 días, a través de un banco.

El valor promedio de la tasa de captación en pesos para un período de 30 a 89 días fue de un 0,61 por ciento (base mensual) en diciembre de 2000, mientras que el promedio de la tasa de captación en dólares, para igual plazo, fue de 9,04 por ciento (base anual) en igual período.

El valor del dólar interbancario de venta al cierre de diciembre de 2000 fue de \$/US\$573,9. De estas cifras, y aplicando la fórmula, el precio del *forward* fijado por el banco sería igual a \$/US\$572,8. Es decir, a la fecha de vencimiento del contrato, el importador podría adquirir dólares a ese precio. Sus ganancias o pérdidas dependerán del valor del dólar observado al vencimiento del contrato.

Por ejemplo, si el contrato fuera por un US\$1 millón y el dólar observado tomara el valor de \$/US\$565 al vencimiento, entonces el importador debería compensar al banco por \$7,8 millones.

### **Ventajas de los Derivados Financieros**

La principal función de los derivados es servir de cobertura ante fluctuaciones de precio de los activos subyacentes, por lo que se aplican preferentemente a:

- Portafolios accionarios.
- Obligaciones contraídas a tasa variable.
- Pagos o cobranzas en moneda extranjera a un determinado plazo.

- Planeación de flujos de efectivo, entre otros.

Los productos derivados son instrumentos que contribuyen a la liquidez, estabilidad y profundidad de los mercados financieros; generando condiciones para diversificar las inversiones y administrar riesgos.

Los beneficios de los productos Forward, son especialmente aplicables en los casos de:

- Importadores que requieran dar cobertura a sus compromisos de pago en divisas.
- Empresas que busquen protegerse de fluctuaciones adversas en las tasas de interés. Inversionistas experimentados que pretendan obtener rendimientos por la baja o alza de los activos subyacentes.
- Deudores a tasa flotante que busquen protegerse de variaciones adversas en la tasa de interés, entre otros.

## **Problema**

El presente proyecto de Tesis tiene como objetivo, analizar el grado de profundización de los mercados de coberturas Forward-Dólar, con la volatilidad del tipo de cambio, en una economía pequeña y muy integrada a las relaciones internacionales como la chilena, para este efecto el análisis se llevara a cabo para la serie de datos comprendida entre Enero 99 a Septiembre 06.

Desde mediados de 1999 la autoridad monetaria paso de un sistema de bandas cambiarias a uno de libre flotación, esto implico que las divisas en nuestro país presentaran ex post a la decisión del Instituto Emisor, una variabilidad mayor a ex ante, periodo en el cual predominaba las bandas, ante el mayor grado de dispersión es que surge la interrogante de cómo los agentes económicos administran de manera optima y eficiente la incertidumbre cambiaria, tanto en el corto como en el largo plazo.

## **Objetivo General**

Determinar una relación directa entre un régimen de flotación cambiaria, con la profundización del mercado de coberturas, estos últimos medidos a través de contratos Forwards- Dólar.

## **Objetivo Específicos**

1. Describir el marco actual en que opera el tipo de cambio como también el mercado de coberturas forwards dólar.
2. Identificar el grado de asociación que existe entre la variabilidad del tipo de cambio y la profundización de las coberturas cambiarias (Forwards - Dólar).
3. Interpretar los resultados obtenidos en el análisis del periodo Enero 99 - Septiembre 06 con el fin de validar la relación positiva entre variabilidad y profundización.

## Metodología

El desarrollo del estudio se realizara en las siguientes etapas:

### **Etapas 1 Recopilación de información.**

Recopilar información a través de revisión bibliográficas en textos especializados, papers del área.

### **Etapas 2 Definición de Variables**

Profundización del mercado de coberturas: este parámetro se identificara como los montos transados en los contratos Forward - Dólar, en el mercado formal, para lo cual se utilizaran los datos del Banco Central.

Volatilidad Cambiaria: Se define para esta investigación como el promedio del valor de la divisa en los diferentes meses en los cuales se analizaran los datos.

### **Etapas 3 Especificación de la Serie de Tiempo**

Se establece una serie de tiempo entre Enero de 1999 y Septiembre de 2006, en la cual convergen tanto el tipo de cambio como los grados de profundización de los mercados de coberturas (Forward - Dólar).

### **Aplicación del Modelo Econométrico**

$$\kappa_i = \alpha + \beta\varphi + \varepsilon_i$$

$\kappa_i$  = Grado de profundización medido a través de los montos transados (Forward – Dólar).

$\alpha$  = Intercepto de la recta.

$\beta$  = Parámetro a estimar. (Variable explicativa)

$\varphi$  = Variabilidad de cambiaria.

$\varepsilon_i$  = Error Aleatorio.

Se requiere probar la siguiente hipótesis nula.

$H_0$  = El grado profundización del mercado de cobertura no es explicado por la variabilidad cambiaria.

$H_1$  = El grado profundización del mercado de cobertura es explicado por la variabilidad cambiaria.

### **Análisis de Resultados**

Se analizaran los resultados observados y se verificara la correlación entre las variables grado de profundización del mercado de cobertura y variabilidad cambiaria, en el periodo Enero de 1999 y Septiembre de 2006.

Se considerará estadísticos de prueba para la hipótesis planteada.

## Resultados

Los resultados obtenidos para la aplicación del modelo econométrico, en la serie de tiempo, cuya estimación se llevo a cabo a través de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) Enero-97 a Septiembre-06, se ven influenciados por los patrones de actividad pasada y el presente que van indexados a la misma influencia en el futuro, es decir el  $\varepsilon_i$  (error) es aleatorio y existe una correlación muy frecuente de errores, en periodos sucesivos.

Para poder analizar estos procesos estocásticos útiles para modelar la serie de tiempo, se aplicará un proceso autorregresivo primer orden  $AR(1)$ , debido a que el modelo regresión de  $u_t$  se regresa sobre  $u_{t-1}$  con un solo rezago.

En E-Views podemos observar la siguiente salida:

Dependent Variable: MONTOS  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/28/06 Time: 20:13  
 Sample(adjusted): 1997:02 2006:09  
 Included observations: 116 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 5 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNUS\$	3089.419	1149.560	2.687481	0.0083
AR(1)	0.952429	0.032069	29.69931	0.0000
R-squared	0.887111	Mean dependent var	14891.04	
Adjusted R-squared	0.886120	S.D. dependent var	9901.094	
S.E. of regression	3341.229	Akaike info criterion	19.08316	
Sum squared resid	1.27E+09	Schwarz criterion	19.13063	
Log likelihood	-1104.823	F-statistic	895.8378	
Durbin-Watson stat	1.529252	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.95			

**Fuente:** Elaboración Propia

Dado que la variable obtenida; "Prob (F-statistic)", es decir el valor ( $P$ ) es "0", nos da la seguridad que el modelo es consistente, debido a que el error que estamos cometiendo es mínimo al rechazar nuestra hipótesis nula  $H_0$ , el cual se confirma con el estadístico Durbin-Watson que al no ser tan cercano a 2, nos hace también rechazar  $H_0$ , lo cual nos asegura, tanto a nivel de variable, como de modelo, que podemos sacar conclusiones con confianza al respecto.

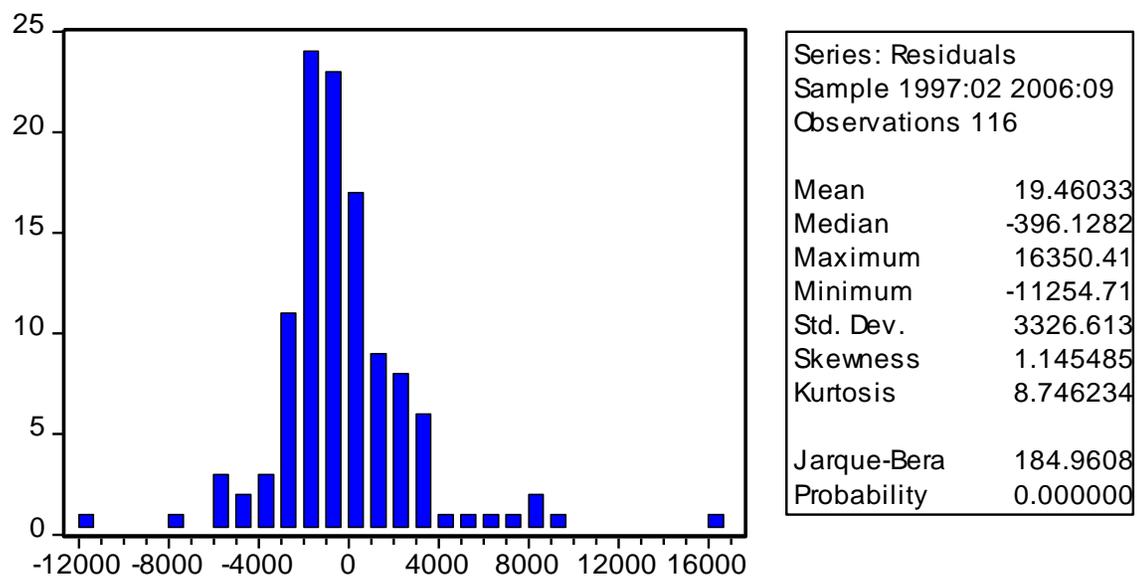
Una vez que se rechaza  $H_0$ , se puede considerar el coeficiente de determinación " $R^2$ " (R-squared), de la regresión, que se vincula estrechamente con el valor del test  $F$  (F-statistic) calculado, variando ambos en forma directa, es decir cuanto mayor sea el  $R^2$ , mayor será el valor de  $F$ , en el límite cuando  $R^2 = 1$ ,  $F$  es infinito, de esta forma  $F$  mide la significancia global de la regresión estimada. Por lo cual el modelo es significativo, dado los datos obtenidos.

El coeficiente de determinación  $R^2$  mide la proyección o el porcentaje de la variación total en  $Y$  explicada por el modelo de regresión, en nuestro caso el modelo la recta ajustada explica en un 88.71% la variaciones en  $Y$ , es decir la profundización del mercado de cobertura (forward - dólar) es explicado en un 88.71% por variabilidad del tipo de cambio.

Dado el supuesto de normalidad de histograma de los residuos, si  $\varepsilon_i$  es normal, entonces las pruebas son validas, para lo cual se utiliza el test Jarque-Bera, el cual permite verificar si los residuos calculados para la serie de tiempo, provienen de una distribución normal.

El modelo indica que los residuos siguen una distribución normal con media 0 y varianza constante, cuando la probabilidad entregada bajo el estadístico Jarque-Bera es mayor a 0.05. En este caso es 184.96, por lo tanto se aceptan que los residuos están normalmente distribuidos.

Jarque- Bera constituye una prueba de hipótesis conjunta de que el coeficiente de asimetría (Skewness) y el coeficiente de curtosis (Kurtosis), cercana a cero, con estos resultados podemos afirmar que los residuos están normalmente distribuidos, tal como se demuestra en el grafico adjunto, probando así lo adecuado que es el modelo de regresión ajustado a los datos utilizados.



Los datos que se han obtenido nos demuestran, que en nuestra economía, el mercado de las coberturas se ha ido incrementando con el correr del tiempo, esto en base a que

al rechazar la hipótesis nula, se considera el coeficiente de determinación para explicar el comportamiento de las variables en estudios, es decir la profundización del mercado de cobertura (Forward - Dólar) es explicado en un 88.71% por variabilidad del tipo de cambio, y además se confirma que los datos utilizados son consistente al modelo, través de la distribución normal de los residuos.

#### **Datos Tipo de Cambio Observado Septiembre 1999- Septiembre 2006**

Valor Septiembre 1999	531 \$/US\$
Valor Septiembre 2006	538 \$/US\$
Valor Promedio del Periodo	610 \$/US\$
Mediana	596 \$/US\$
Valor Máximo	758 \$/US\$
Valor Mínimo	501\$/US\$
Desviación Standard	70 \$/US\$
Coefficiente de Variación	11.5%

**Fuente: Elaboración Propia**

Al hacer un análisis descriptivo de los datos extraídos del Banco Central para esta investigación, se puede concluir que la variabilidad en este periodo se acerco a los 70 US\$, lo que representa un variación de un 11,5%, en el periodo Enero 1999 hasta Septiembre 2006, lo cual se explica por la liberación del tipo de cambio en Septiembre de 1999, el cual se ajusta libremente a las fuerzas del mercado.

## **Conclusiones**

En una economía pequeña y muy integrada a las relaciones internacionales como la chilena, sumado al hecho que la autoridad monetaria, por mandato constitucional debe velar por la estabilidad de los precios, el escenario para los instrumentos de coberturas aplicados sobre variables financieras se hacen imprescindible, sencillamente por que la autoridad monetaria no puede tener objetivos simultáneos de política económica. En este sentido, los resultados encontrados vienen a confirmar que las firmas buscan maximizar sus beneficios utilizando las herramientas que le provee el mercado.

En el escenario antes mencionado, encontramos evidencia significativa de la existencia de un aumento de la profundización mercado de cobertura, en nuestra economía, va en directa relación con la exposición cambiaria a las que las firmas se ven expuestas, producto de que la política cambiaria en nuestro país es de libre flotación, o sea son las fuerzas del mercado las que determinan el valor de la divisa, tal como lo demuestran los datos analizados.

Entender el grado de profundización del mercado de cobertura se hace cada vez más relevante, luego de la adopción del régimen de flotación cambiaria en septiembre de 1999 en el que aumentara la volatilidad (y por lo tanto la incertidumbre) del tipo de cambio. El conocimiento y la utilización de productos derivados contribuyen a la liquidez y la estabilidad de los mercados financieros; ya que generan condiciones en las cuales existe una diversificación de las inversiones y una buena administración de los riesgos.

Los Forward tienen por finalidad eliminar el riesgo de las fluctuaciones del precio del activo subyacente al contrato, así las partes comprometidas en el contrato estabilizan sus flujos de caja. En Chile hasta Septiembre del 2006, los montos transados de forward-dólar han aumentado en US\$ 30.070 (millones), desde Enero de 1997, junto a ello, la estimación arroja una desviación estándar de US\$ 70, en el tipo de cambio, en el periodo analizado, con todo podemos reafirmar la existencia de una relación entre las variables analizadas, que viene a confirmar que en nuestro país, ante la variabilidad del tipo de cambio, se incrementa los montos transados en el mercado de las coberturas.

## Bibliografía

- (1) Salazar J, Economía Para la Gestión de Empresas, Documento de docencia, 2a.Edición Chile 2005.
- (2) Calvo, G., and Reinhart, C. (2002). "Miedo a flotar." *Quarterly Journal of Economics* No.177: 379-408.
- (3) Mundell, R. (1961) "A Theory of Optimal Currency Areas." *American Economic Review* 51.
- (4) Blanchard,O;Perez,D. Macroeconomía, Teoría y Política Económica con aplicaciones a América Latina Editorial Prentice.Hall 2000.
- (5) Dornbusch,R,Fisher,S: "Macroeconomía", Mc Graw Hill 8va Edicion,2002
- (6) Levy-Yeyati, E y F. Sturzenegger (2004). Clasificar regímenes del cambio: Hechos contra palabras. *Revisión económica Europea*.
- (7) Cowan, K., De Gregorio (2004), "Préstamo internacional, controles capitales y el tipo de cambio". *Lecciones para Chile.* , Banco Central de Chile.
- (8) Bleakey, C y K. Cowan (2002). "Corporate Dollar Debt and Depreciations: Much Ado About Nothing?" *Reserva Federal de Boston, Documento de Trabajo* No. 02-5.
- (9) Smith C. y R. Stulz (1985). "The Determinants of Firms Hedging Policies", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 20, pp. 391-405.
- (10) Canales-Kriljenko, J. (2003). "Foreign Exchange Market Organization in Selected Developing and Transition Economies: Evidence from a Survey", *IMF WP/04/4*.
- (11) Lyons, R. (2001). "El acercamiento de la Microestructura a los tipos de cambios".

(12) Bolsa de Comercio de Santiago (1999), "La Bolsa de Comercio de Santiago y los instrumentos de mercado", Serie Institucional No 2.

(13) Banco Central de Chile. Santiago, Chile <http://www.bcentral.cl> (visita Enero2007).

(14) Romero,R.(2004) "Definiendo un programa de Administración de Riesgos Financieros".Economía & Administración, N° 148: 38 – 42.

(15) Banca Fácil. <http://www.bancafacil.cl> (visita Enero 2007)

## Glosario

**Activos subyacentes:** El activo subyacente a un contrato forward, o el activo objeto del mismo, puede consistir en: un monto en moneda extranjera, en moneda nacional o internacional predefinida, o un monto equivalente a renta fija homogéneos. En general, cualquier activo que pueda calificarse como relevante en los negocios de los agentes económicos, cuyo precio resulta fluctuante en el tiempo y, por lo tanto, comprometedor de la estabilidad de los flujos futuros de caja.

**Derivados financieros:** Es toda operación, contrato o convención cuyo resultado financiero dependa o este condicionado a la variación o evolución del precio o rentabilidad de otro activo o combinación de ellos, y que sea pagadero en el país en moneda nacional.

**Forward:** Es un contrato entre dos partes, por el cual los contratantes se comprometen a intercambiar activos, especificados en cantidad, en una fecha futura previamente fijada y a un precio acordado.

**Modalidades de Liquidación:** Existen dos modalidades que se aplican en la liquidación de los contratos forward. La primera consiste en que al vencimiento de un contrato se produce el intercambio físicos de los montos equivalentes del activo subyacente de acuerdo con el precio forward que pactaron las partes; esta modalidad se llama entrega física. La segunda consiste en una compensación por la diferencia producida entre el precio pactado y el precio referencial de mercado que se haya estipulado en el contrato; esta modalidad se llama compensación.

**Monto de la emisión:** El monto de un contrato forward suscrito es variable. Este dependerá de las necesidades de una de las partes y de las posibilidades de dar satisfacción de la otra parte.

**Unidad de cuenta:** El valor nominal de los contratos forward puede estar expresado en pesos moneda corriente nacional; moneda extranjera o u unidades de fomento.

**Fecha de emisión:** La fecha de emisión de un contrato forward es la del día de su suscripción.

**Plazo:** El plazo desde la suscripción de un contrato forward es la del día de su suscripción.

**Bretón Woods:** El Patrón de oro de intercambio implicaba la fijación de tipos de cambio de monedas extranjeras con dólar estadounidense, y de este con el oro. El patrón de intercambio del oro estuvo en vigor desde 1944 hasta 1968, después de cuya fecha se convirtió en el patrón del dólar.

**Punto de Apoyo:** Limite superior e inferior de una banda que enmarca a un cierto tipo de cambio y en la cual los bancos centrales participan para evitar que el tipo de cambio se salga de dicha banda.

**Ancla nominal:** Objetivo último de la autoridad, en nuestro caso el ancla nominal es la inflación, la cual debe estar ubicada en un rango simétrico de un 2% a 4% centrado en un 3%.

**Spot:** Transacción única que consiste en el intercambio de dos monedas a una tasa o precio acordado en el momento en que se pacta dicho acuerdo, y cuyo valor, pago o entrega física se realiza en un plazo inferior a dos días hábiles.

**Tipo de cambio fijo:** En un sistema de tipo de cambio fijo, el banco central (o la autoridad monetaria nacional que exista) fija el precio relativo entre la moneda local y una moneda extranjera.

**Tipo de cambio reptante:** Consiste en un sistema automático que permite revisar el valor a la par o el valor central, el valor en torno del cual el tipo de cambio puede fluctuar. La fijación reptante requiere que el banco central intervenga siempre que el tipo de cambio se aproxime a un punto de apoyo.

**Tipo de cambio flexible:** Bajo un sistema de tipo de cambio flexible (o flotante) la autoridad monetaria no tiene compromiso alguno de sostener una tasa dada. Por el

contrario, todas las fluctuaciones en la demanda y la oferta de moneda extranjera se absorben mediante cambios en el precio de la moneda extranjera respecto de la moneda local.

**Apreciación:** Incremento en el valor de una moneda como divisa cuando los tipos de cambio son flexibles.

**Arbitraje:** Compra y venta simultánea con la finalidad de obtener una utilidad a partir de las diferencias de precios.

**Especulación:** Dícese de la toma de una exposición expuesta, ya sea de manera conciente o inconciente.

**Dólar Observado:** Corresponde al tipo de cambio establecido por el Banco Central en función del promedio de transacciones realizadas en el Mercado Cambiario Formal, durante el día hábil anterior. Su valor se informa en el Diario Oficial.

**Política Cambiaria:** Políticas en materias cambiarias adoptadas por las autoridades de un país.

**Descalce financiero:** Proceso en que las empresas, generan perdidas financieras producto de la denominación en moneda distinta de la que se preparan los EE.FF.

**Devaluación:** Disminución en el valor de una moneda como divisa extranjera sobre tipos de cambio fijo.

**Depreciación:** Disminución en el valor de cambio de una moneda como divisa extranjera cuando los tipos de cambio son flexible.

**Paridad cambiaria:** Es el precio de una moneda expresada en otra.

**Modelo de Mundell y Fleming:** Es un sistema de tipo de cambio fijo y movilidad perfecta del capital, en donde un país no puede seguir una política monetaria independiente.

**Non-Delivery Forward:** Operaciones de derivados cambiarios con el exterior, en el cual las transacciones se liquidan bajo la modalidad de compensación y se realizan al amparo de la legislación extranjera (Transacciones transfronterizas entre una contraparte residente y una no residente).

**Futuro:** Similar a un forward, pero transado dentro de una bolsa a través de corredores con montos nomenclales estandarizados y fechas estandarizadas. (No existe en Chile)

**FX Swap:** Dos operaciones simultáneas de intercambio de monedas presentes o futuras que se compensan con un mismo monto nacional.

**Revaluación:** Incremento en el valor cambiario de una moneda sobre tasas de cambio fijas.

**Riesgo del Tipo de Cambio:** La varianza del valor de la moneda nacional de un activo, pasivo o ingreso en operación atribuible a las variaciones no anticipadas en los tipos de cambio.

## Anexos

### Anexo 1

#### Mercado de Derivados en Chile

Año (Diciembre)	Mercado (millones de dólares):			Rotación como % de :		% de empresas con
	Moneda Local	Moneda Extranjera	Total	PIB	Comercio Total	Cobertura Cambiaria
1993	2.822	-	2.822	0.06	0.14	8.0
1994	9.415	-	9.415	0.18	0.40	10.0
1995	21.124	-	21.124	0.32	0.66	15.0
1996	47.828	-	47.828	0.63	1.38	17.0
1997	112.050	-	112.050	1.35	2.89	21.0
1998	112,150	-	112	1.41	3.10	21.0
1999	125.494	20	125.514	1.72	3.79	26.0
2000	139.228	11.646	150.874	2.01	4.00	29.0
2001	143.192	20.308	163.500	2.39	4.53	35.0
2002	130.686	30.414	161.100	2.39	4.55	31.0
2003	165.835	41.592	207.427	2.88	5.13	33.0

Fuente: Banco Central de Chile

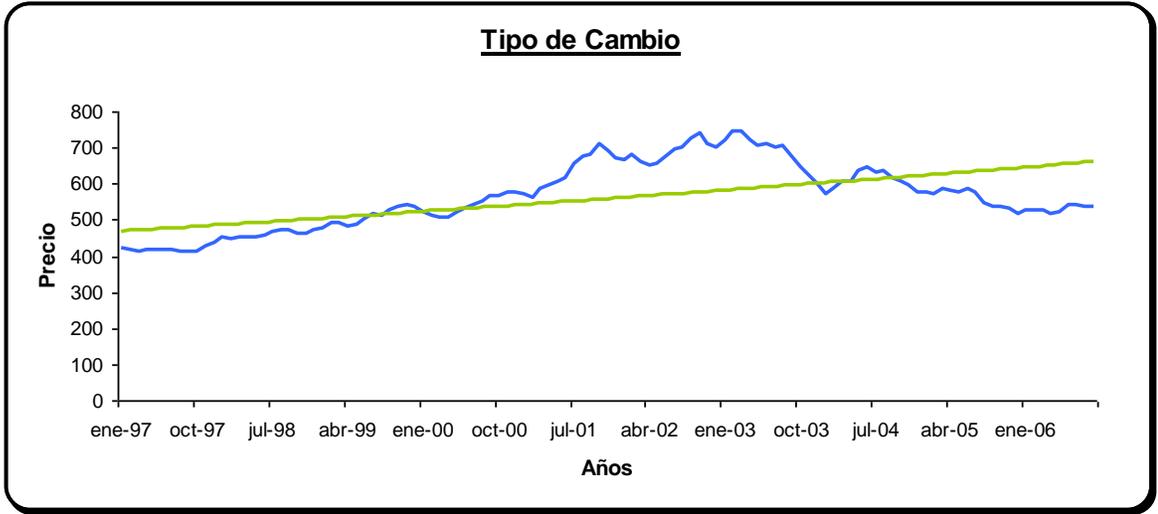
## Anexo 2

Maduración	Monto transados Forwards Millones de dólares	Tipo de Cambio
ene-97	3.952	423,79
feb-97	4.896	416,19
mar-97	5.450	414,05
abr-97	6.487	417,58
may-97	5.022	418,61
jun-97	6.943	417,42
jul-97	10.942	416,61
ago-97	11.454	414,85
sep-97	9.314	414,9
oct-97	16.160	414,41
nov-97	8.363	424,96
dic-97	7.168	438,29
ene-98	6.460	453,39
feb-98	7.493	448,53
mar-98	7.373	452,53
abr-98	8.555	453,74
may-98	9.000	453,42
jun-98	10.151	456,19
jul-98	8.716	464,64
ago-98	9.654	471,26
sep-98	7.489	470,5
oct-98	7.287	463,6
nov-98	9.042	463,26
dic-98	8.407	472,39
ene-99	7.856	475,68
feb-99	6.957	493,45
mar-99	10.864	492,48
abr-99	10.491	482,33
may-99	8.907	485,04
jun-99	8.868	502,17
jul-99	9.061	516,74
ago-99	7.210	513,03
sep-99	9.648	524,55
oct-99	8.398	537,97
nov-99	7.912	543,71
dic-99	7.138	538,22

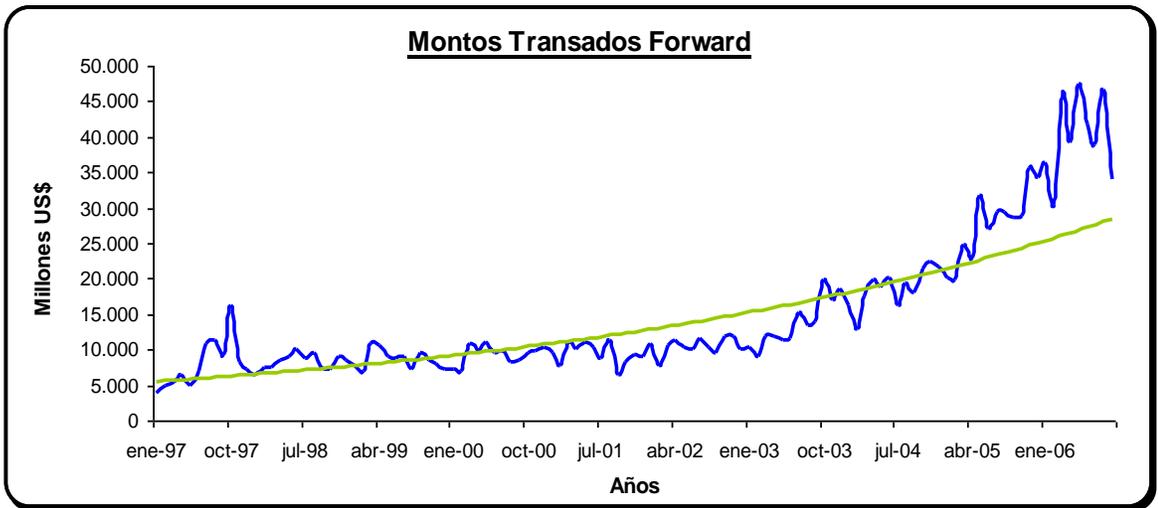
<b>Maduración</b>	<b>Monto transados Forwards Millones de dólares</b>	<b>Tipo de Cambio</b>
ene-00	7.169	520,45
feb-00	6.918	512,85
mar-00	10.777	504,38
abr-00	9.864	508,1
may-00	11.200	521,66
jun-00	9.564	529,74
jul-00	9.738	542,75
ago-00	8.335	550,99
sep-00	8.579	565,9
oct-00	9.518	567,84
nov-00	9.854	574,6
dic-00	10.391	574,63
ene-01	9.432	571,12
feb-01	7.752	563,13
mar-01	11.112	587,79
abr-01	10.160	598,63
may-01	11.069	604,48
jun-01	10.243	616,07
jul-01	8.780	656,46
ago-01	11.454	673,7
sep-01	6.383	681,24
oct-01	8.203	708,1
nov-01	9.228	689,4
dic-01	8.909	669,14
ene-02	10.798	667,28
feb-02	7.813	678,84
mar-02	10.584	663,26
abr-02	11.445	650,82
may-02	10.181	653,91
jun-02	10.168	673,77
jul-02	11.569	696,33
ago-02	10.321	702,3
sep-02	9.534	726,98
oct-02	11.826	742,32
nov-02	11.978	709,48
dic-02	9.973	701,95

<b>Maduración</b>	<b>Monto transados Forwards Millones de dólares</b>	<b>Tipo de Cambio</b>
ene-03	10.383	722,48
feb-03	9.051	745,21
mar-03	11.918	743,28
abr-03	11.759	718,25
may-03	11.327	703,58
jun-03	11.520	709,18
jul-03	15.087	701,14
ago-03	13.523	703,77
sep-03	13.997	675,44
oct-03	19.835	646,07
nov-03	17.061	625,47
dic-03	18.607	602,9
ene-04	16.338	573,64
feb-04	13.010	584,31
mar-04	17.423	603,91
abr-04	19.743	608,19
may-04	18.752	635,76
jun-04	20.104	643,5
jul-04	16.305	632,39
ago-04	19.271	635,93
sep-04	17.981	616,55
oct-04	21.334	607,28
nov-04	22.336	596,72
dic-04	21.534	576,17
ene-05	20.174	574,12
feb-05	19.741	573,58
mar-05	24.627	586,48
abr-05	22.917	580,46
may-05	31.728	578,31
jun-05	27.079	585,47
jul-05	29.435	575,77
ago-05	29.417	546,61
sep-05	28.667	536,7
oct-05	28.798	535,5
nov-05	35.597	529,88
dic-05	34.250	514,33
ene-06	36.321	524,48
feb-06	30.336	525,7
mar-06	46.182	528,77
abr-06	39.068	517,33
may-06	47.464	520,79
jun-06	41.788	542,46
jul-06	39.026	540,62
ago-06	46.567	538,53
sep-06	34.022	538,65

### Anexo 3

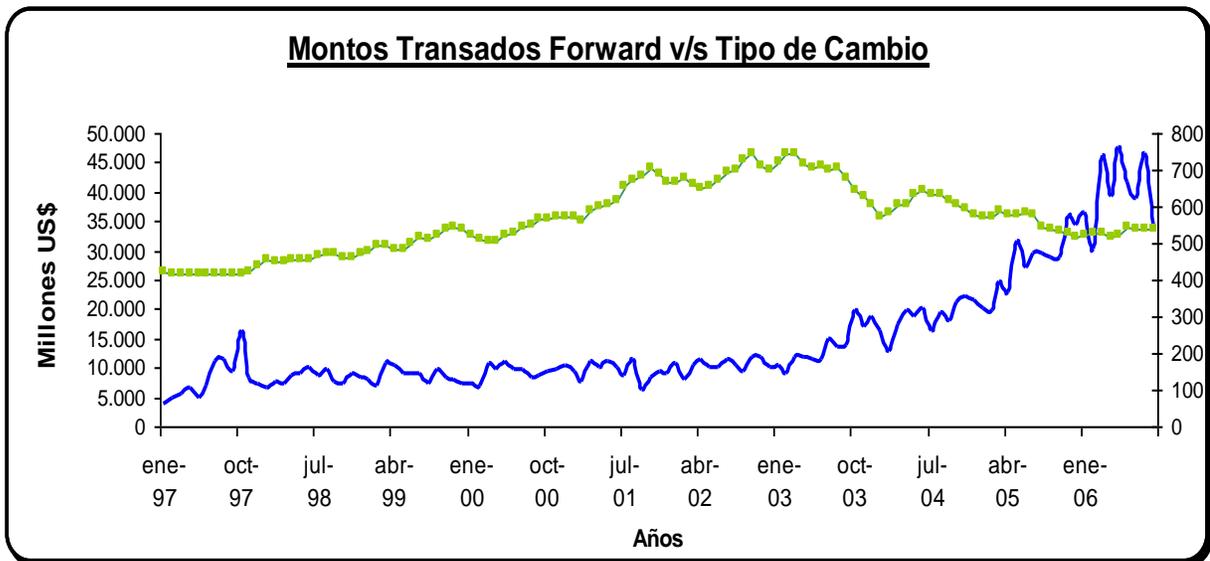


**Fuente:** Elaboración Propia, en función de datos del Banco Central de Chile.



**Fuente:** Elaboración Propia, en función de datos del Banco Central de Chile.

### Anexo 3



**Fuente :** Base proporcionada por académica Viviana Fernández, hasta periodo de maduración 2002, para los siguientes periodos , se adquieren en el Banco Central de Chile, igual referencias para valor del Tipo de Cambio.

# Apéndice

## Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MICO)

### Regresión Lineal Simple

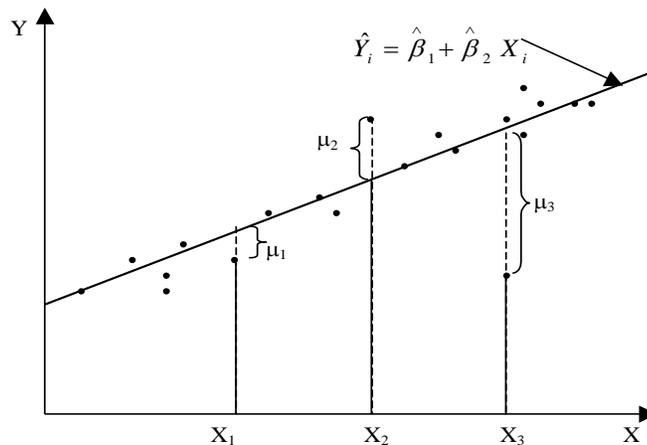
Este método, con el cual se trabajó en esta tesis, busca encontrar la regresión muestral que esté lo más cerca al valor observado. Con este fin, se adopta el criterio de seleccionar la regresión muestral que tenga la sumatoria de residuos menor, es decir:

$$\sum \hat{u}_i = \sum (Y_i - \hat{Y}_i).$$

Se llama regresión lineal simple cuando se considera sólo una variable explicativa, resultando en:

$$\hat{u}_i = Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i$$

Gráficamente lo que se está buscando es,



Se observa que con el criterio de minimizar la sumatoria de los residuos, se da igual importancia a cada uno de los residuos en esta regresión, por lo tanto, es posible que dicha suma algebraica sea cercana o incluso igual a cero a pesar que los errores estén muy dispersos. Para evitar estos inconvenientes se trabaja con la suma de los residuos al cuadrado. Al elevarse al cuadrado éste método le da más peso a los residuos más alejados de la regresión muestral, por ello una estimación será mejor mientras más pequeña es la sumatoria al cuadrado de los residuos.

Lo anterior se traduce en,

$$\begin{aligned} \sum \hat{u}_i^2 &= \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \\ \sum \hat{u}_i^2 &= \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i)^2 \end{aligned}$$

Para encontrar los valores de los  $\beta$ 's se minimiza la suma de cuadrados:

$$\text{Minimizar: } \sum \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i)^2$$

Los valores de  $\beta_1$  y  $\beta_2$  que minimizan la expresión anterior satisfacen las ecuaciones normales, para encontrarlas se calculan las derivadas parciales del residuo respecto a cada uno de los parámetros y luego, se igualan a cero.

Si seguimos el proceso anterior resulta:

$$(A) \quad \frac{\partial(\sum \hat{u}_i^2)}{\partial \beta_1} = -2 \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i) = -2 \sum \hat{u}_i = 0$$

$$(B) \quad \frac{\partial(\sum \hat{u}_i^2)}{\partial \beta_2} = -2 \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i) X_i = -2 \sum \hat{u}_i X_i = 0$$

De dividir la expresión (A) por  $-2$  resulta:

$$\begin{aligned} \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i) &= 0 \\ \sum Y_i - \sum \hat{\beta}_1 - \sum \hat{\beta}_2 X_i &= 0 \end{aligned}$$

$$(A') \quad \sum Y_i = n\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \sum X_i$$

Donde "n" es el tamaño de la muestra.

Si procedemos de igual forma para la expresión (B), tenemos:

$$\begin{aligned} \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i) X_i &= 0 \\ \sum Y_i X_i - \sum \hat{\beta}_1 X_i - \sum \hat{\beta}_2 X_i^2 &= 0 \end{aligned}$$

$$(B') \quad \sum Y_i X_i = \hat{\beta}_1 \sum X_i + \hat{\beta}_2 \sum X_i^2$$

Las ecuaciones (A') y (B') son las ecuaciones normales, al resolver un sistema con ellas se encuentran los valores de  $\hat{\beta}_1$  y  $\hat{\beta}_2$ .

$$\hat{\beta}_2 = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2}$$

Donde  $\bar{X}$  y  $\bar{Y}$  son las medias muestrales de X e Y.

En el caso de la constante se tiene:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

Estos estimadores obtenidos se conocen como estimadores de mínimos cuadrados, ya que se derivan del principio de mínimos cuadrados.

La regresión lineal normal clásica supone que cada  $\mu_i$  está normalmente distribuido con:

Media:  $E(\mu_i) = 0$   
 Varianza:  $E(\mu_i^2) = \sigma^2$   
 Cov  $(\mu_i, \mu_j)$ :  $E(\mu_i, \mu_j) = 0, i \neq j$

Estos supuestos pueden expresarse en forma compacta como:  $\mu_i \sim N(0, \sigma^2)$

Se puede observar que dos variables normalmente distribuidas, una covarianza o correlación cero significa independencia entre las dos variables, por consiguiente, la expresión anterior se puede escribir como:  $\mu_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ , donde NID significa normal e independientemente distribuido.

Las razones para formular este supuesto son:

1. Como  $\mu_i$  representa la influencia combinada de una serie de variables independientes no incluidas explícitamente en la regresión, se debe esperar que la influencia combinada de todas ellas sea pequeña, y en el mejor de los casos aleatoria. El teorema del límite central justifica el supuesto de normalidad.
2. Una variante del teorema del límite central establece que aunque el número de variables no sea muy grande o si éstas no son estrictamente independientes, su suma puede estar aún normalmente distribuida.

3. Con el supuesto de normalidad, las distribuciones de probabilidad de los estimadores MICO pueden derivarse fácilmente ya que una propiedad de la distribución normal es que cualquier función lineal de variables normalmente distribuidas estará también normalmente distribuida. La afirmación en sentido contrario no es válida.
4. Finalmente, la distribución normal, es muy sencilla de operar, es muy conocida y sus propiedades teóricas han sido ampliamente estudiadas en estadística matemática.

### Coeficientes de correlación simple y múltiple

Los estimadores anteriores no permiten saber cuan buena es la estimación que se está realizando, para ello se utiliza el *coeficiente de determinación*  $r^2$  (en el caso de una regresión simple) o  $R^2$  (en una regresión múltiple) que es una medida resumen que nos indica qué tan bien se ajusta la recta estimada a los datos.

#### a) Coeficiente de determinación en una regresión simple

Este coeficiente mide la proporción de la variación en las observaciones  $Y_i$ 's que es explicada por los regresores  $X_i$ 's. El  $r^2 \in [0,1]$ .

Para calcularlo, se parte de:  $y_i = \hat{y}_i + e_i$

Elevando al cuadrado y sumando,

$$\begin{aligned} \sum y_i^2 &= \sum \hat{y}_i^2 + \sum e_i^2 + 2\sum \hat{y}_i e_i \\ &= \sum \hat{y}_i^2 + \sum e_i^2 \\ &= \hat{\beta}_2^2 \sum x_i^2 + \sum e_i^2 \end{aligned}$$

Recordemos que:

$$\sum \hat{y}_i e_i = 0 \quad y \quad \hat{y}_i = \hat{\beta}_2 x_i$$

La sumatorias se pueden expresar como sigue:

$\sum y_i^2 = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$ , recibe el nombre de **suma total de cuadrados (STC)**, y corresponde a la variación total de los valores observados de Y con respecto a su media muestral. La STC no es sino la varianza muestral de la variable endógena (dependiente) multiplicada por "n", por lo que es una medida del tamaño de las fluctuaciones experimentadas por dicha variable alrededor de su media. El objetivo de todo modelo econométrico es tratar de explicar dichas fluctuaciones y, por consiguiente, la suma total es la cantidad que se pretende explicar.

$\sum \hat{y}_i^2 = \sum (\hat{Y}_i - \hat{Y})^2 = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = \hat{\beta}_2^2 \sum x_i^2$ , que recibe el nombre de **suma explicada de cuadrados (SEC)**, corresponde a la variación en los valores de Y estimados alrededor de su media.

$\sum e_i^2$ , **suma de residuos al cuadrado (SRC)**, que es la parte no explicada de los valores de Y alrededor de la recta estimada.

En otros términos: Suma Total = Suma Explicada + Suma Residual

$$\text{STC} = \text{SEC} + \text{SRC}$$

Esta proposición implica que la diferencia entre la cantidad a explicar (suma total) y la cantidad explicada (suma explicada) es precisamente la suma residual, siempre y cuando el modelo contenga un término constante.

Dividiendo la expresión anterior por STC, queda:

$$1 = \frac{SEC}{STC} + \frac{SRC}{STC}$$

$$1 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} + \frac{\sum e_i^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

$$1 = r^2 + \frac{\sum e_i^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

$$r^2 = 1 - \frac{SRC}{STC}$$

Así el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) **mide la proyección o el porcentaje de la variación total en Y explicada por el modelo de regresión, por lo tanto corresponde a una medida global del grado en que la variación en una variable determina la variación en la otra.** Cuando r es cero significa que no hay ninguna relación entre la

variable dependiente y la variable explicativa,  $\hat{\beta}_2 = 0$ . En este caso, la mejor predicción de cualquier valor de Y es su media y la recta de regresión es horizontal al eje de X.

Cuando r es uno significa un ajuste perfecto, es decir,  $\hat{Y}_i = Y_i$ .

Algunas formas de calcular este coeficiente de determinación son las siguientes:

$$r^2 = \frac{SEC}{STC}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sum \hat{y}_i^2}{\sum y_i^2} \\
&= \frac{\hat{\beta}_2^2 \sum x_i^2}{\sum y_i^2} \\
&= \hat{\beta}_2^2 \left( \frac{\sum x_i^2}{\sum y_i^2} \right)
\end{aligned}$$

Al dividir por el tamaño muestral “n” o (n-1) si la muestra es pequeña, el coeficiente de determinación se transforma en:

$$\begin{aligned}
r^2 &= \hat{\beta}_2^2 \left( \frac{S_x^2}{S_Y^2} \right) \\
r^2 &= \hat{\beta}_2^2 \left( \frac{\text{Varianza Muestral X}}{\text{Varianza Muestral Y}} \right)
\end{aligned}$$

Adicionalmente, se puede calcular

$$r^2 = \frac{(\sum x_i y_i)^2}{\sum x_i^2 \sum y_i^2}$$

Unido al concepto del coeficiente de determinación está el de **coeficiente de correlación**, que mide el grado de asociación entre dos variables. Se obtiene a partir de:

$$r = \pm \sqrt{r^2}$$

que corresponde a: 
$$r = \frac{\sum x_i y_i}{\sqrt{(\sum x_i^2)(\sum y_i^2)}}$$

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] [n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Las propiedades del coeficiente de correlación son:

- $-1 \leq r \leq +1$ , el signo dependerá del término del numerador, el cual mide la covarianza muestral de dos variables.

- b. Es simétrico, es decir la correlación entre X e Y ( $r_{XY}$ ) es el mismo que entre Y y X ( $r_{YX}$ ).
- c. Es independiente del origen y de la escala.
- d. Si Y y X son estadísticamente independientes el coeficiente de correlación entre ellos será cero. Sin embargo, cuando  $r = 0$ , no significa que las dos variables sean independientes.
- e. Es una medida de asociación lineal o dependencia lineal, su uso en descripciones no lineales no tiene significado.
- f. Aunque es una medida de asociación lineal entre dos variables, esto no implica necesariamente alguna relación causa-efecto.

### Test de Durbin y Watson

Para detectar la presencia de auto correlación en una serie de datos la prueba más utilizada y que aparece en prácticamente todos los softwares econométricos es la de Durbin Watson. Para este fin se define el estadístico de la siguiente manera:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{t=n} (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=n} e_t^2}$$

Dicho estadístico se basa en los residuos que se calculan automáticamente en el análisis de regresión. Otra forma de representar el estimador es de la siguiente manera:

$$d \cong 2(1 - \hat{\rho})$$

Donde  $\hat{\rho}$  es un estimador del coeficiente de autocorrelación de primer orden

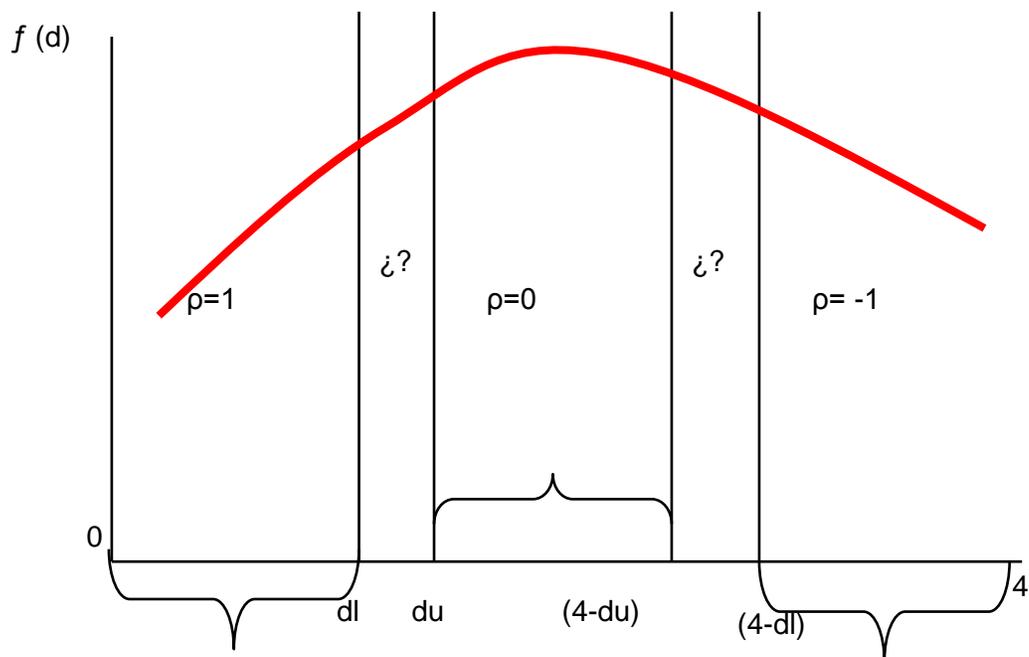
El valor de  $\hat{\rho}$  estará entre 1 y -1 lo cual implica que  $0 < d < 4$

Cuando  $\hat{\rho} = 0$  tendremos que  $d = 2$

Cuando  $\hat{\rho} = -1$  tendremos que  $d = 4$

Cuando  $\hat{\rho} = 1$  tendremos que  $d = 0$

Por tanto, como regla general, si se encuentra que  $d = 2$  puede suponerse que no existe autocorrelación de primer orden.



Rechácese  $H_0$ .  
Evidencia de  
autocorrelación  
Positiva

Zona No se rechace  $H_0$   
de  $H_0^*$  o ambas  
indeci  
sión

Zona Rechácese  $H_0^*$ . Evidencia  
de de autocorrelación  
indeci negativa  
sión