



UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Economía y Negocios

Escuela de Economía y Administración

MODELO DE CARRY TRADE

Seminario de título INGENIERO COMERCIAL, Mención Administración

Alumno: **Simón Silva Lozano**

Profesor Guía: **Jorge Gregoire Cerda**

Santiago, Chile

Primavera, 2008

MODELO DE CARRY TRADE

Alumno: **Simón Silva Lozano**

Profesor Guía: **Jorge Gregoire Cerda**

Abstracto

El comportamiento generalizado de los mercados difiere en el corto y mediano plazo del supuesto de mercados eficientes mencionado muy comúnmente en la teoría, lo cual no es erróneo a plazos más largos(o largo plazo), pero, definitivamente, podemos identificar oportunidades de arbitraje en lapsos más cortos, dado a los constantes desequilibrios. Claramente, y en especial en el mercado de divisas, las oportunidades de arbitraje no están exentas de riesgos que son generados por diversos factores y que son difíciles de representar, en una ecuación o medida, por su carácter multifactorial. Dado lo anterior, podemos definir un modelo de optimización que logre aprovechar aquellos desvíos del equilibrio para generar mayores rentabilidades a las esperadas, pero que también tome en consideración los posibles riesgos involucrados en uno de los mercados más volátiles de la actualidad, las divisas.

Agradecimientos y Dedicatoria

Esta seminario de título está dedicado a **Jesús Lozano Fernández**, quien fue y sigue siendo un gran abuelo y amigo, y un fiel ejemplo a seguir de amor, sabiduría, ética, esfuerzo y perseverancia, y que marcó el corazón y mente de multitudes.

Quiero agradecer primero que nada a mi familia, sobretodo a mis padres Mario Silva y Uca Lozano, que han sido una gran fuente de amor y apoyo, y un modelo a seguir de constante esfuerzo y perseverancia. A Teresa Jeffs Balmori, amiga y abuela, confidente y consejera, caudal interminable de amor, alegría y sabiduría. A mi hermano Matías Silva, quien me abrió las puertas del pensamiento ilimitado y *multivariable*, y que siempre me ha brindado su alegría, amor y apoyo incondicional, y que, al igual que mis padres, es un fiel representante del esfuerzo. A mis hermanas Claudia y Viviana Silva, mis cuñados y todos mis sobrinos, que han sido personajes principales en mi desarrollo personal. A mis amigos, que han estado en los periodos buenos y malos, que me han apoyado incondicionalmente, y que, sin lugar a dudas, han sido un pilar fundamental en cada aspecto de mi vida.

Quiero agradecer al profesor Jorge Gregoire, por su gran ayuda, compromiso y sabiduría, lo cual fue vital para llevar a cabo este trabajo, y que marcó mi formación profesional y personal. A los académicos y funcionarios de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile, por su transferencia de conocimientos, apoyo, amistades y diversidad de pensamiento, que fueron fundamentales para mi formación integral.

Por último, quiero agradecer al equipo de Netgociando Chile S.A., en especial a, Francisco Matthews, Jorge Valencia y Claudio Morales, quienes me abrieron las puertas al mercado y sus aristas, y que han marcado una etapa en mi desarrollo personal. A los Ejecutivos de Riesgo de Mercado, quienes han sido excelentes colegas, amigos y confidentes.

Indice

1. Introducción.....	pág. 1
2. Marco Teórico	
2.1 Forward Parity Puzzle.....	pág. 2
2.2 Carry Trade.....	pág. 5
2.2.1 Precio Forward y Spot Promedio.....	pág. 8
2.2.2 Precios Forward y Spot con Spreads.....	pág. 9
2.3 Asimetrías de Información.....	pág. 11
2.4 Medidas de Riesgo.....	pág. 13
2.4.1 Volatilidad Realizada.....	pág. 14
2.4.2 Volatilidad Estimada(GARCH).....	pág. 15
2.4.3 Volatilidad Implícita.....	pág. 17
2.4.4 Carry-to-Risk Ratio.....	pág. 18
3. Metodología.....	pág. 19
4. Análisis de Resultados.....	pág. 23
4.1 Análisis de Resultados por Estrategia	
4.1.1 Análisis de Resultados Estrategia A.....	pág. 25
4.1.2 Análisis de Resultados Estrategia B.....	pág. 26
4.2 Análisis comparativo entre medidas de riesgo.....	pág. 27
4.3 Crisis Subprime y desempeño del modelo.....	pág. 29
5. Conclusión.....	pág. 30
6. Bibliografía.....	pág. 32
7. Anexos.....	pág. 34

1. Introducción

Los mercados, cualquiera sean éstos, y tal como lo comenta la teoría económica tienden a encontrar el equilibrio en el largo plazo, o se acercan mucho al mismo, lo cual significa un precio representativo ya arbitrado, es decir, del cual no puedo obtener ganancias excesivas o sobredimensionadas, ya que los costos y beneficios se encuentran en la igualdad.

Ésta relación no es tal a plazos más cortos, en donde los precios cruzan el equilibrio o lo cortan constantemente desviándose del mismo. Esto genera claras oportunidades de poder obtener retornos anormales, o bastante mayores a lo que la teoría económica recomienda .

En éste sentido, y de forma implícita, estamos reconociendo que existe una fuente de riesgo en la cual debemos incurrir o estar expuestos, la cual no es fácil de identificar, medir o muchas veces agrupar de forma más sencilla.

En éste trabajo desarrollaremos un modelo de optimización Mean-Variance para la especulación del mercado de las divisas, en base a diferenciales de tasas entre países y diversas medidas de riesgo usadas en la actualidad en el mercado para poder recoger de la mejor manera los “n” factores involucrados, y se analizarán los resultados a distintos periodos , y de forma transversal entre las medidas de riesgo, para poder establecer, finalmente, la posibilidad de obtener atractivas rentabilidades en el corto plazo aprovechando de manera real las desviaciones de cada par de moneda con su equilibrio.

2. Marco Teórico

2.1. Forward Parity Puzzle

Mucho se ha hablado e investigado sobre el comportamiento y representación de los precios forward, que recordemos es el valor futuro hoy de cierta moneda, commodity, tasa, etc. Estos precios forward, en cuanto se refiere a las monedas, son determinados mediante las diferencias de tasa existentes entre el país doméstico y el extranjero en el caso de las monedas, lo cual será el factor relevante de nuestra investigación.

Es en este sentido que se ven dos teorías que revelan la **paridad** de los precios forward con el spot, y que en cierta manera tratan de explicar su relación: El “Covered Interest Rate Parity”(CIRP) y el “Uncovered Interest Rate Parity”(UIRP).

$$F_t = S_t \left(\frac{1 + R_t}{1 + R_t^*} \right) \quad \text{CIRP (1)}$$

$$E_t(S_{t+1}) = S_t \left(\frac{1 + R_t}{1 + R_t^*} \right) \quad \text{UIRP (2)}$$

F_t : Precio Forward (cantidad de unidades domésticas por una extranjera)

R^* : Tasa de interés extranjera

R : Tasa de interés doméstica

$E(\cdot)$: Expectativa futura

Como observamos en (1) y (2), la relación nos hace ver que un aumento en la tasa extranjera genera una depreciación relativa de la moneda doméstica frente a la

extranjera, es decir, que en términos adquisitivos me costará menos adquirir una unidad monetaria extranjera. Lo contrario ocurre en el caso de que la tasa doméstica aumenta, *ceteris paribus*, me cuesta más de forma relativa una unidad monetaria extranjera. (Ej: Si yo poseo dólares, y aumenta la tasa en pesos, entonces el adquirir una peso chileno me costará menos que antes, y lo contrario si es que la tasa estadounidense aumenta).

Al comparar ambas relaciones matemáticas vemos la diferencia fundamental entre ambas teorías, y es que el precio Forward en el UIRP se da como una expectativa del precio futuro, no así el CIRP que se determina directamente de la relación entre las tasas (Burnside, Eichenbaum, Kleshchlski y Rebelo, 2006). Esto se hace fundamental desde el punto de vista de que las predicciones futuras condicionan comportamientos presentes, pero no definen que se cumpla realmente lo esperado.

Es por lo anterior que debemos ver que hay dos utilidades principales para los precios forward de los cuales hacen uso los agentes: (1) Para ver expectativas de diferenciales de tasa entre dos países (2) para ver las expectativas de tipo de cambio futuro. (Bilson, 2003).

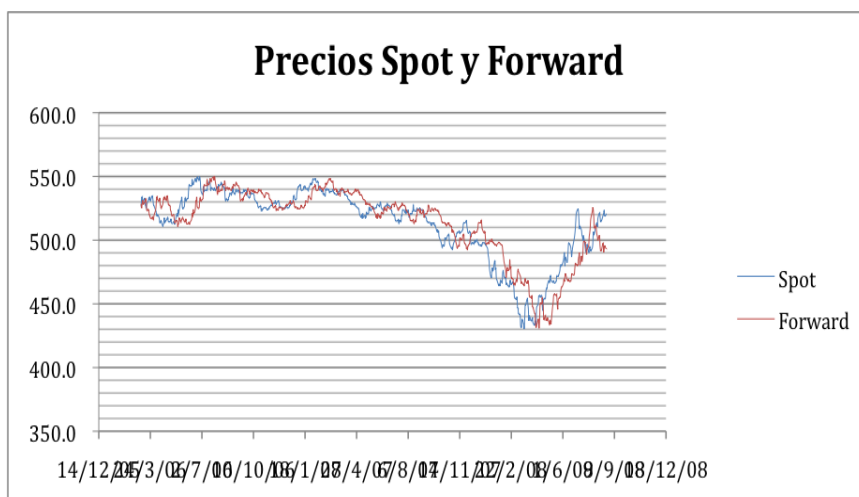
Por ende, teniendo en cuenta tanto las condiciones de paridad como las utilidades definidas para los precios forward, es que podríamos ver que los precios forward se transforman en una fuente de información, y que cualquier intento de estrategia de arbitraje no sería posible dado el supuesto de mercados eficientes y agentes racionales y maximizadores del beneficio, que están presentes como supuestos básicos de aquellas teorías.

Las últimas investigaciones han demostrado que las paridades no se cumplen en la realidad, ni en el corto, mediano o largo plazo, ya que los supuestos de mercados eficientes y agentes racionales maximizadores no se cumplen, por lo que las expectativas de un tipo Spot futuro dado solamente por un diferencial de tasa, es por lo menos ambicioso, aunque pensemos que los movimientos de las tasas suponen otros factores económicos relevantes que afectan al flujo de divisas, y por ende, al tipo

de cambio.

Como podemos ver los precios forward nos son buenas representaciones del precio futuro efectivo, sólo representan diferenciales de tasa spot para los diferentes periodos pertinentes. Es de esta manera que se identifica una muy buena oportunidad para realizar operaciones rentables con la compra y venta de divisas, lo cual no esta, por cierto, exenta de riesgos, tales como los riesgo de tasa y tipo de cambio, lo cual veremos en la siguiente sección de Carry Trade.

Gráfico1. Relación entre precios Spot y Forward



2.2. Carry Trade

El Carry Trade ha sido una estrategia de inversión que ha aumentado su popularidad de forma exponencial en los últimos años y que por cierto Chile se encuentra en los inicios del desarrollo de ésta estrategia de inversión.

El Carry Trade, en su forma más básica, consiste en el pedir prestado en un país extranjero con bajas tasas de interés (ej: dólar estadounidense), como por ejemplo Estados Unidos, y cambiar e invertir ese dinero en un país con altas tasas (ej: pesos chilenos), o mayores que Estados Unidos, como por ejemplo Chile. En este sentido, ésta estrategia lleva a una ganancia por el diferencial de tasas, el cual debiera verse omitido por la variación del tipo de cambio, si es que coincidimos con las teorías de paridad de tasas (CIRP y UIRP) presentadas en la sección anterior.

Pero como demostraremos éstas paridades no se cumplen, y por cierto que la variación del tipo de cambio se transforma en un factor de riesgo más que relevante, en conjunto con el riesgo de variación de tasa de interés, que afectan a las estrategias de Carry Trade, y que serán un tema fundamental a discutir.

Ahora, definamos en una primera parte las estrategias Carry:

Para poder formular las estrategias carry, es preciso entender la diferencia entre precios Bid y Ask para los distintos mercados. El precio Bid es aquel precio al cual las instituciones financieras compran ciertos activos derivados, y el precio Ask, es al cual estas mismas instituciones venden los activos. Es decir, si hoy en día quisiese comprar un dólar tendría que comprarlo al precio Ask, y por el contrario, si quisiese venderlo, tendría que hacerlo al precio Bid.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el carry trade se basa en pedir prestado un cierto monto de dinero en un país con tasas bajas y prestar ese monto en una moneda con altas tasas de interés, tal como lo expresa (3).

$$y_t = \begin{cases} > 0 & \text{si } R_t < R_t^* \\ < 0 & \text{si } R_t^* < R_t \end{cases} \quad (3)$$

y_t = Cantidad de unidades monetarias a pedir prestado en el periodo t

R_t^* = Tasa externa en el periodo t

R_t = Tasa doméstica en el periodo t

Por lo tanto, el pago de esta estrategia en el periodo $t + 1$, en términos de la moneda a la cual se pide prestado está dado por,

$$y_t \left[S_t (1 + R_t^*) \frac{1}{S_{t+1}} - (1 + R_t) \right] \quad (4)$$

S_t = precio spot en el periodo t expresado en pesos chilenos

S_{t+1} = Precio spot en un periodo más expresado en pesos chilenos

Una estrategia alternativa a la anterior es considerar el vender forward la moneda de menor interés, como el dólar, cuando se encuentra en forward Premium ($F_t > S_t$), y comprándola cuando se encuentra en forward discount ($F_t < S_t$). Por lo tanto esto sería,

$$x_t = \begin{cases} < 0 & \text{si } F_t < S_t \\ > 0 & \text{si } F_t > S_t \end{cases} \quad (5)$$

$x_t =$ Monto en dólares vendido forward en el periodo t .

$F_t =$ Precio Forward expresado en pesos chilenos en el periodo t .

De ésta manera el pago de la estrategia representada en (5) corresponde a

$$x_t \left(\frac{F_t}{S_{t+1}} - 1 \right) \quad (6)$$

Podemos apreciar que lo anterior sólo se mantiene si se cumple (1), dado que el rendimiento estaría representado por ambas tasas involucradas en la operación.

Ambas estrategias mencionadas con anterioridad son igualmente válidas para operaciones de carry trade, y dado a que la determinación de los precios forward es en base a diferenciales de tasas entre ambos mercados que se encuentran involucrados.

En el desarrollo de éste trabajo nos centraremos específicamente en la segunda estrategia, ya que en Chile el mercado de los forward posee una gran liquidez, especialmente a plazos entre 30 y 90 días, por lo que también los costos de operación son menores, y sumado además que es de una mayor facilidad para la gestión de la estrategia.

Dicho lo anterior, se hace muy relevante la forma en cómo tratar los precios Bid y Ask para las estrategias carry, por lo que a continuación presentaremos dos versiones de cómo podemos enfrentar aquellos precios.

2.2.1 Precio Forward y Spot Promedio(Mid Price)

Se considera que los agentes pueden comprar y vender al valor promedio entre los Bid y Ask Spreads. De esta forma el precio forward y spot estaría representados por,

$$S_t = \frac{(S_t^a + S_t^b)}{2} \quad (7)$$

$$F_t = \frac{(F_t^a + F_t^b)}{2} \quad (8)$$

Así siguiendo a (7) y (8) el valor de X_t estaría representado de la siguiente forma,

$$x_t = \begin{cases} +1 & \text{si } F_t \geq S_t \\ -1 & \text{si } F_t < S_t \end{cases} \quad (9)$$

Por ende, y siendo consistente con lo manifestado con anterioridad, los pagos se pueden expresar como,

$$z_{t+1} = x_t \left(\frac{F_t}{S_{t+1}} - 1 \right) \quad (10)$$

La implicancia fundamental que hay detrás de considerar el promedio de los precios forward entre los Bid y Ask Spreads, y de igual forma para los precios spot es que se basa en el supuesto de que no hay costos de transacción.

2.2.2 Precios Forward y Spot con Spreads

Se toma en cuenta que los agentes tienen en consideración que en el mercado existe un precio de compra(Ask) que difiere del precio de venta(Bid).

Además, se asume que,

$$E_t\left(\frac{1}{S_{t+1}^a}\right) = \left(\frac{1}{S_t^a}\right) \wedge E_t\left(\frac{1}{S_{t+1}^b}\right) = \left(\frac{1}{S_t^b}\right) \quad (11)$$

Por ende, x_t estará definido por,

$$x_t = \begin{cases} +1 & \text{si } \frac{F_t^b}{S_t^a} > 1 \\ -1 & \text{si } \frac{F_t^a}{S_t^b} < 1 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases} \quad (12)$$

Es decir, venderemos forward la moneda con baja tasa de interés(dólar) en el caso que el precio forward de venta sea mayor al precio de compra spot, y por el contrario, en el caso en que el precio de compra forward sea menor que el precio de venta spot, tomaremos una posición larga forward en la moneda base con menor tasa de interés.

De esta forma los pagos se encuentran definidos por,

$$z_{t+1} = \begin{cases} x_t \left(\frac{F_t^b}{S_{t+1}^a} - 1 \right) & \text{si } x_t > 0 \\ x_t \left(\frac{F_t^a}{S_{t+1}^b} - 1 \right) & \text{si } x_t < 0 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases} \quad (13)$$

En este caso, podemos ver que se encuentra presente la consideración de que existen costos de transacción, y que son relevantes en la toma de decisiones para esta estrategia, pero a su vez asume que las expectativas del mercado, con respecto a los precios spot se mantiene en el mismo nivel actual, lo cual no se da en la realidad.

2.3. Asimetrías de Información

En su mayoría, las teorías económicas basan sus teorías y resultados en simetrías de información, es decir, en que la información disponible en el mercado es la misma para todos aquellos que participan en él, y por ende, las decisiones óptimas son las mismas. De esta manera los retornos obtenidos en la marginalidad son cero, dado que en último momento el mercado se encuentra en equilibrio, y las posibilidades de arbitraje no están presentes.

En este trabajo no nos basaremos en aquellos supuestos y entenderemos que no hay un flujo perfecto de información entre los agentes, ya que hay costos de adquirir la información relevante la cual no es solventable(o altamente costosa) por la mayoría de los participantes del mercado(los cuales sólo observan P), lo que fue muy bien expuesto en el trabajo de Stiglitz y Grossman en 1980, y que piensan que representa toda la información disponible en el mercado, lo cual sería cierto bajo un flujo perfecto e inmediato de la información, si rezagos presentes.

Por otra parte, ésta gran mayoría de no informados no se comportan como agentes maximizadores de la rentabilidad, o tienden a maximizarla frente al escenario particular de cada integrante del mercado el cual no es perfecto en ninguno de los casos. Esto se da por dos razones fundamentales: (1) Frente a la incertidumbre a la que se ven expuestos, dado que saben que existe otro individuo con más información toman decisiones indexadas, las cuales los llevan a acotar su grados de libertad en las decisiones relevantes de inversión, y (2) las decisiones de inversión en los instrumentos derivados de moneda corresponden en muchos casos a estrategias de cobertura que no son necesariamente manejadas por la administración de la empresa de forma de optimizar ganancias por éste concepto, dado a que sus intereses

estratégicos fundamentales concentran sus esfuerzos en otras áreas estratégicas relevantes.

Esto último da lugar para que en el mercado logremos identificar oportunidades de arbitraje relevantes que nos permitan obtener ganancias aprovechando los ciclos con tendencia hacia el equilibrio.

Dicho lo anterior, subentenderemos que la condición de paridad no se mantiene ni en el corto, mediano ni largo plazo, por lo que los excesos de retornos se pueden expresar como,

$$r_{t+1} = \frac{S_{t+1}}{S_t}(1 + R_t) - (1 + R_t^*) \quad (14)$$

En la siguiente sección presentaremos ciertas medidas de riesgo que son relevantes a considerar si queremos poder modelar las decisiones de inversión óptimas. Medidas que hoy, en el pasado y, definitivamente, en el futuro, serán tema de discusión relevante para incorporar en los distintos modelos a utilizar.

2.4. Medidas de Riesgo

Entre las medidas de riesgo que hemos encontrado en trabajos anteriores podemos encontrar la varianza, el Beta, desviación estándar, volatilidad, etc. Los cuales son medidas que dependen de cómo cada inversionista percibe la magnitud y relevancia de la distribución de probabilidades que determinará los ingresos a obtener, o la probabilidad de que los ingresos futuros se vean mermados por posibles pérdidas.

En cuanto a lo que se refiere a divisas, a nivel de mercado, se vuelve muy relevante la “Volatilidad” como medida de riesgo. Ésta se entiende como desviación estándar percibida sobre la raíz de los días que se ha transado el activo. Es relevante hacer hincapié en que es una de las medidas más usadas, y por ende, significativas en el mercado de las divisas en cada uno de sus mercados como subconjuntos.

Pero una de las importantes discusiones actuales ha sido cuál volatilidad asumir, y que sea la más representativa del mercado y de sus variaciones presentes y futuras a distintos plazos. Es en este sentido es que podemos identificar diferentes tipos de volatilidad o índices relacionados comúnmente ocupados por el mercado, de las cuales, a continuación, presentamos y analizamos los más relevantes: Volatilidad Realizada, Volatilidad estimada(GARCH), Volatilidad implícita y Carry-to-Risk Ratio.

2.4.1 Volatilidad Realizada

La volatilidad realizada hace referencia a la variación que han tenido los precios históricos de un activo, en base a los días transados. Es decir, lo podemos expresar como,

$$Vol_t = \frac{\sigma_i}{\sqrt{n_t}} \quad (15)$$

Como podemos ver en (16) la Volatilidad realizada para el periodo t es la desviación estándar sobre la raíz de los días transados, lo cuales en un año “normal” o no bisiesto ascienden a 252 días.

Claramente, esta medición es de gran utilidad para respaldar eventos pasados, pero no nos da un visión de un enfoque hacia las expectativas futuras que necesitamos que se encuentren representadas en nuestro modelo de optimización.

2.4.2 Volatilidad Estimada (GARCH)

Podemos describir el comportamiento discreto de la volatilidad en un periodo Δt de la siguiente forma,

$$\Delta \log S = \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma dB \quad (16)$$

Ahora, bajo la perspectiva de un inversionista neutro al riesgo $\mu = r - q$, e introduciendo el cambio esperado, tenemos,

$$\log S(t_{i+1}) - \log S(t_i) = \left(r - q - \frac{1}{2} \sigma_{i+1}^2 \right) \Delta t + \sigma_{i+1} dB \quad (17)$$

Dado lo anterior, asumimos que la volatilidad $\sigma_{\tau+1}$ entre t_i y t_{i+1} está dado por,

$$\sigma_{i+1}^2 = a + by_i^2 + c\sigma_i^2 \quad (18)$$

con a mayor que 0, y b, c mayor o igual que 0. Con y_i ahora definido como,

$$y_i = \frac{\log S(t_i) - \log S(t_{i-1}) - (r - q - \frac{1}{2} \sigma_i^2) \Delta t}{\sqrt{\Delta t}} \quad (19)$$

Lo anterior en su conjunto implica que y_i se distribuye normal con media 0 y varianza σ_{τ}^2 . Así, bajo lo que hemos expuesto hasta el momento el movimiento aleatorio de $\log S$ es llamado movimiento GARCH(1,1)

Luego, con $b + c < 1$ tenemos que,

$$\sigma_{i+1}^2 = K\theta + (1 - K)[(1 - \lambda)y_i^2 + \lambda\sigma_i^2] \quad (20)$$

$$\text{Donde, } \lambda = \frac{c}{(b + c)}, K = 1 - b - c, \theta = \frac{a}{(1 - b - c)}$$

Así podemos definir que lo anterior es una varianza condicionada ponderada.

Este tipo de modelos logran una muy buena estimación de la volatilidad futura al corto plazo, pero no representa la visión del mercado con respecto a ésta variable. Es por la misma razón que Black y Scholes en su modelo de valorización de opciones incorporan un movimiento GARCH(1,1) en d_1 , pero la volatilidad se incorpora como variable independiente, ya que debe representar lo que el inversionista estima conveniente como representación del mercado.

2.4.3 Volatilidad Implícita

La volatilidad implícita es por lo menos de gran relevancia al momento de considerar variables de riesgo en el mercado de las divisas, ya que ésta representa la visión o la esperanza generalizada de diferentes *brokers*, quienes estiman mediante diversidad de modelos estadístico la probable volatilidad para los diferentes plazos que sean necesarios.

En la práctica obtener éstos datos no es de gran complejidad, y se recoge de los precios de las opciones Put(venta) y Call(compra) que se encuentran en el mercado. Dado a que el modelo de valorización representativo para la valoración de aquellos activos derivados podemos resolver y determinar la volatilidad considerada por el mercado en general, lo cual es un muy buen estimador de la volatilidad futura, y que definitivamente será una variable relevante a considerar en nuestro modelo.

2.4.4 Carry-to-Risk Ratio

Es un índice que representa el retorno por unidad de volatilidad presente en el Mercado. Es decir, recoge los diferenciales de tasas entre los países involucrados en un par de moneda, sobre la volatilidad implícita presente en el mercado, y para el plazo relevante. En términos formales,

$$CR_{ij} = \frac{R_t^i - R_t^j}{Vol_{ij}} \quad (21)$$

En este sentido nos permite representar o evidenciar comparativamente las mejores alternativas de inversión ex – ante la decisión de inversión por unidad de inversión.

Este ratio es uno de los más ocupados en la práctica por los traders mundiales, ya que acota sustancialmente las pérdidas como también las ganancias, pero da un buen benchmark para evidenciar oportunidades de arbitraje interesantes, el cual también incorporaremos en nuestro modelo de forma comparativa.

3. Metodología

Es interesante incorporar en nuestro análisis qué relación podemos encontrar en los excesos de retornos y los diferenciales de tasa de interés, lo que se esperaría que bajo las condiciones de paridad y mercados con simetrías de información fuese cero ($E(r_{t+1}) = 0$). En el trabajo realizado por John F. O. Bilson en el 2003, expone lo siguiente,

$$r_{t+h} = \alpha + \beta(R_t^* - R_t) + \varepsilon_{t+h} \quad (22)$$

Donde se esperaría que los valores de α y β fuesen cero. Los resultados de Bilson expusieron que aquellos parámetros son muy lejanos a cero para todas las monedas duras analizadas por él, resultados también obtenidos por Miguel Villanueva en el 2006. Esto último dejó en evidencia que las teorías de UIRP y CIRP no se cumplen en el futuro, y que existen oportunidades para obtener rentabilidades significantes por éste concepto. Para nuestro análisis econométrico ocuparemos los datos de Reuters, los cuales corresponden a los cierres mensuales para cada uno de los pares de moneda a considerar, como también el punto Mid entre las dos puntas (Bid y Ask) de las tasas a un mes relevantes (para las monedas duras la Libor y para el CLP, las tasas relevantes al periodo), para el periodo desde Enero del 2006 a Agosto del 2008.

Hemos querido presentar un modelo de optimización para inversionistas, en donde las variables principales que afectan a los resultados son la volatilidad, los diferenciales de tasas y las correlaciones entre las monedas. Para probar éste modelo en su desempeño llevaremos a cabo dos estrategias.

Estrategia A: Elegir más de una par de moneda a invertir y comprar la con la tasa de interés más alta, y vender la con la tasa más baja

Estrategia B: Elegir más de un par de moneda a invertir y según el modelo de optimización tomar las posiciones que nos den más rentables en ese sentido.

El modelo a utilizar será un modelo **Mean-Variance** como se muestra a continuación, en donde, para obtener cero costo, calzamos la posición de la moneda que está corto(vendida) con la que está larga(comprada).

$$Máx_{\{w_l, w_s\}} \left[\Delta R^T, -\Delta R^T \right] \begin{bmatrix} w_l \\ w_s \end{bmatrix} - \lambda \left[w_l^T, w_s^T \right] COV \begin{bmatrix} w_l \\ w_s \end{bmatrix} \quad (23)$$

s.a.,

$$I w_l \geq 0$$

$$I w_s \geq 0$$

$$I^T w_l = I^T w_s = 1$$

Donde,

w_s, w_l : Es la proporción en la moneda en que se está largo(comprado) o corto(vendido).

ΔR : Es el diferencial de tasa de cada par de moneda

COV : Es la matriz de covarianzas entre las monedas.

I : Es una matriz de unos

θ : Es la máxima proporción que se puede tener de cada moneda

$()^T$: Es el elemento que se encuentra traspuesto

λ : Representa el nivel de aversión al riesgo del inversionista

La matriz de covarianzas(COV) para nuestro análisis las reemplazaremos por el Carry-to-Risk Ratio o volatilidad implícita como medida de riesgo, lo cual será uno de los puntos relevantes a analizar en el desempeño del modelo

Se hace necesario que mencionemos que nuestro modelo se basa en decisiones mensuales, en donde se tiene como retorno esperado el diferencial de tasa entre ambas monedas, lo cual se basa en el supuesto que las tasas spot de hoy, en el futuro se mantendrán constantes.

Como expusimos con anterioridad para las estrategias carry podemos ocupar los contratos forward, ya que como sabemos los precios forwards en el caso de las monedas expresan diferencial de tasa, por lo que si hoy compro un contrato forward del par USD/CLP, lo cual quiere decir que en el futuro compraré dólares a un tipo de cambio determinado, y venderé los pesos chilenos, es decir tomo una posición larga en el futuro en dólares y una corta en pesos chilenos. Eso es equivalente a endeudarse en dólares e invertirlo en pesos chilenos.

Por ende, tomaremos una posición larga en una moneda cuando esa moneda esté en Forward Premium(precio forward más alto que el spot), y una posición corta si se encuentra en Forward Discount(un precio forward más bajo que el spot).

Dicho lo anterior, nuestro retorno esperado para la moneda “i” será,

$$E[r_i] = \ln\left(\frac{f_{i,t-1}}{S_{i,t}}\right) * 12 \quad (24)$$

f_i = Precio forward a un mes de la moneda “i”, en el periodo t-1

S_i = Precio spot de la moneda "i", en el momento t.

$E[r_i]$ = Retorno esperado de invertir en la moneda "i".

Lo anterior tiene de forma implícita a que se basa en decisiones de inversión mensuales, ya que está expresado en tasas de composición simple, es decir, que hay retiro de flujos en cada periodo, y no una reinversión. Además, utilizamos la función "Ln" para obtener una expresión más parsimoniosa de las rentabilidades. Por lo que podemos ver que tomamos en cuenta el precio al cual compramos las divisas al momento de invertir, y descontamos por la variación del tipo de cambio al final.

En el caso de que el inversionista desee invertir en pares de moneda que no transan realmente en un mercado formal, puede llevar a cabo dos transacciones para imitar el par de moneda, es decir, en caso de que se quisiese invertir en EUR/CLP, par el cual no existe un mercado formal, se puede imitar vendiendo el par USD/CLP, y comprando el EUR/USD, lo cual puede ser representado en el modelo también.

Para un trato más fácil y generalizado del modelo asumiremos $\lambda = 1$, es decir, el caso de un inversionista neutro al riesgo. Pero es necesario que tomemos en cuenta y evidenciamos que λ se vuelve una variable más que significativa al momento de tomar decisiones personalizadas de inversión, y que se puede volver crucial para expresar en términos de tasa de descuento (aversos al riesgo) o de capitalización (amantes del riesgo), y por ende, de valor actual de las decisiones de inversión. No es la intención de este trabajo ahondar en este tema, pero sin duda da espacio para grandes avances en términos de los Fondos de Pensiones y Bancos de Inversión.

Como medida de riesgo ocuparemos tanto el Carry-to-Risk Ratio (CTR) como la Volatilidad Implícita (VOL), como comparación de desempeño del modelo (pero los resultados preeliminares serán bajo CTR), dado a que son las dos medidas más utilizadas en el mercado por los agentes participantes, por lo cual a su vez se vuelve de gran interés mostrar, o dejar en evidencia, las diferencias entre ambas medidas en cuanto a los resultados a obtener una vez incorporadas por separado en el modelo.

Para nuestro análisis ocuparemos datos obtenidos de Reuters, los cuales corresponden a los cierres mensuales de los siguientes pares de moneda: JPY/USD,

GBP/USD, USD/CLP y EUR/USD, junto con sus volatilidades implícitas particulares mensuales (*at-the-money*), y tasas de captación(Ask) y colocación(Bid) relevantes mensuales, desde Enero del 2006 a Agosto del 2008.

4. Análisis de Resultados

A continuación se muestra la tabla 1 del análisis realizado desde Enero del 2006 a la actualidad sobre la relación planteada por Bilson, y presentada en la sección anterior, y donde los resultados son evidentes.

Tabla 1. Resultados regresiones de exceso de retorno.

Pares Monedas	□	t-Student	f-Fisher
GBPUSD	-0,86	-3,87	14,94
JPYUSD	1,21	12,33	152,03
USDCLP	0,73	3,01	9,05
EURUSD	-1,07	-5,58	31,11

El cuadro anterior representa los resultados econométricos hecho a cada una de las monedas desde el año 2006 al 2008, para lo cual la se comprobó que la pendiente dista de ser cero para todos los pares de moneda, con significancia de 5% o menos para algunos casos, y muy significativa globalmente a nivel de modelos para todos los pares de monedas a todo nivel.

Así podemos ver que las teorías de paridad no representan lo que ocurre en la realidad, y distan de ser hechos localizados en el pasado, y que son oportunidades que se deben aprovechar y arbitrar.

En lo que se refiere a las estrategias de toma de posiciones, las dos tuvieron un desempeño muy por sobre las expectativas de rentabilidad tal como lo definimos en (24), lo que evidencia las posibilidades de obtener muy buenas rentabilidades con las estrategias de Carry Trade. Se analizaron 3 periodos relevantes.

Periodo A: Desde Febrero-2006 hasta Febrero-2007

Periodo B: Desde Febrero-2006 hasta Agosto-2008

Periodo C: Desde Junio-2007 hasta Agosto-2008

Analicemos a continuación cada una de las estrategias, para cada una de los periodos anteriores.

4.1 Análisis de Resultados por Estrategia

Presentamos a continuación los resultados obtenidos de la optimización, y a continuación el análisis de cada estrategia, y medidas de riesgo.

Tabla 2. Resultados estrategias A y B

Periodo/Estrategia	Estrategia A	Estrategia B
Periodo A	11,88%	5,94%
Periodo B	1,91%	1,11%
Periodo C	-8,89%	-4,13%

4.1.1 Análisis de Resultados Estrategia A

Dado a que esta estrategia se basaba en la decisión de inversión en un par de moneda en cada uno de los periodos, la diversificación, y por ende, los riesgos a asumir son muy elevados en comparación con otras estrategias sobre un portfolio. En este sentido, las rentabilidades esperadas como las realizadas para cada uno de los periodos fueron mayores en términos de ganancia y pérdidas.

Para el periodo A y B, las ganancias fueron de 11,88% y 1,91%, lo cual fueron mayores a las expectativas, pero la rentabilidad en el periodo C se vio afectado por la crisis Subprime lo cual influyó a que los montos y la dirección de los flujos en términos de estrategias carry se vieran disminuidas, más que nada por la necesidad de los agentes de poseer dinero con gran liquidez ante el mayor riesgo o probabilidad de ocurrencia de cualquier evento perjudicial para los flujos futuros.

En consistencia con lo anterior la estrategia tuvo un pérdida de 8,89%, dado a que las volatilidades implícitas no representaron fehacientemente los posibles cambios en precios futuros. Todos los hechos que se presentaron en el periodo de análisis dieron como promedio una rentabilidad anual de 1,91%.

4.1.2 Análisis de Resultados Estrategia B

La diversificación es la palabra clave para ésta estrategia de inversión, lo cual corrigió las ganancias y las pérdidas percibidas en el periodo relevante, donde la eventual crisis no golpeó tanto al portfolio en su conjunto. Así para el periodo A presentó una rentabilidad del 5,94%, y para el periodo B una rentabilidad del 1,11%, la que se vio disminuida por la misma razón comentada en la estrategia A. En cuanto al periodo B se reconoció una pérdida por 4,13%, que por lo que podemos ver es menor que la obtenida en la Estrategia A, lo cual se debe principalmente a la diversificación del riesgo al invertir en los diferentes activos.

Por ende, y bajo esta perspectiva de ganancias acotadas dependerá del inversionista cuál se adapte mejor a su perfil de inversión, pero es necesario precisar que la Estrategia B resultaría bastante atractiva para la mayoría de los inversionistas, dado principalmente las menores pérdidas o lo acotado del rango en las rentabilidades.

A continuación analizaremos el desempeño entre las medidas de riesgo incorporadas, cuales son Carry-to-Risk Ratio y la Volatilidad implícita, y posteriormente, un breve análisis del efecto de la *Crisis Subprime* sobre el *Carry Trade*.

4.2 Análisis Comparativo entre medidas de riesgo

A continuación se presenta un resumen con los resultados obtenidos luego de la simulación para cada una de las medidas de riesgo que pensamos relevantes considerar.

Tabla 2. Resultados del modelo de optimización bajo VOL y CTR

PERIODO	CTR		VOL	
	1 PAR	2 O MÁS PARES	1 PAR	2 O MÁS PARES
PERIODO A	5,94%	11,88%	7,23%	9,49%
PERIODO B	1,11%	1,91%	0,12%	3,55%
PERIODO C	-4,13%	-8,90%	-7,49%	-3,13%

Como podemos observar en la tabla 2, en ambos casos el desempeño entre el CTR(Carry to Risk Ratio) y el VOL(Volatilidad Implícita) para los periodos A y B poseen el mismo comportamiento, en términos comparativos entre 1 o 2 o más pares de monedas, es decir, el comportamiento de una mejor rentabilidad realizada para los casos de 2 o más pares de monedas se ve expresado en ambos.

Ahora, en términos comparativos de medidas de riesgo podemos ver que bajo VOL tiene un comportamiento más acotado, ya que las rentabilidades en el periodo A alcanzan

9.49%, frente a un 11.88% bajo CTR, para el caso de 2 o más pares, como también ocurre en el periodo B donde VOL presenta una rentabilidad de 3.55% frente a un 1.91% de CTR.

No ocurre lo mismo en el caso de la elección de un solo par, donde en el periodo A bajo VOL la rentabilidad es de 7.23%, lo que se encuentra sobre el 5.94% bajo CTR, y con respecto al periodo B VOL presenta una rentabilidad de 0.12%, encontrándose por debajo del 1.11% de CTR.

Para poder representar bien las razones de este “extraño” o poco normal comportamiento del modelo bajo ambas medidas de riesgo, es de vital importancia la comprensión de cada una de las medidas por separado.

Cuando nos referimos al CTR, finalmente, estamos refiriéndonos a una medida de productividad por unidad de volatilidad implícita. Es decir, las decisiones adoptadas en el modelo son diferentes, ya que se basa en la elección del CTR más alto versus la mínima volatilidad cuando se ocupa VOL. Por ende, estamos bajo el problema dual de la optimización, levemente indexado en el CTR, y basado en resultados ex ante optimización.

Con lo anterior nos referimos a que el CTR no recoge el “*riesgo real*” del portfolio, ya que nubla o no deja en evidencia otros riesgos asociados a las divisas y que muchas veces no son compensados o representados por las tasas de interés ponderadas y promediadas, tales como riesgos políticos, económicos y sociales que hacen relevantes la decisiones de inversión, y que indexan las estrategias propuestas por el modelo. En cuanto a la medida VOL podemos ver que expresa de forma mas “pura” los factores de riesgos que afectan a las rentabilidades al final del periodo, ya que no compensa ese riesgo o variabilidad del activo mediante retornos ex ante por lo que deja entrever los factores fundamentales, y por ende, muestra la esencia del comportamiento del activo.

Por lo anterior se hace muy razonable que en cuanto a los resultados con 2 o más pares el modelo bajo VOL tenga un mejor comportamiento, ya que la diversificación se vuelve más eficiente dada la mejor expresión del riesgo, lo que no sucede así en el CTR, abriendo así posibilidades a menores rentabilidades en el portfolio.

La interpretación cambia al momento que hablamos de 1 par, debido a que el CTR expresa la compensación implícita en el par de moneda elegido, por lo que no se tienen

riesgos “escondidos” o poco explícitos bajo el promedio ponderado de las tasas, por lo que las decisiones de inversión están menos indexadas. Para el caso del modelo bajo VOL no podemos representar esa compensación, por lo que nos vemos enfrentados al riesgo si saber ex ante la retribución esperada por el hecho de tomar ese riesgo, lo que lo hace una decisión de inversión menos acotada con respecto al CTR.

En el caso del Periodo C ambas mediciones de riesgo estuvieron afectas a la crisis por lo que su comportamiento se vio afectado negativamente, tema el cual analizaremos a continuación.

4.3 Crisis Subprime y desempeño del modelo

La crisis Subprime se desató en Estados Unidos, y básicamente, dado a que no tratamos de hacer un resumen de la crisis sólo analizar su impacto en el modelo, se debió a la no adecuada medición del riesgo en ciertos activos vinculados con los prestamistas subprime y que se “maquillaban” con otros activos de bajo riesgo y se vendían a muy buen precio. Esto trajo consigo fuertes inestabilidades en los bancos de inversión estadounidenses, los cuales afectaron directamente a bancos de inversión europeos y a empresas que hubiesen invertido en alguno de los “papeles basura”. En este sentido, diversos bancos de inversión, de gran escala(ej: Lehman Brothers) vieron sus patrimonios disminuidos, por lo que a falta del apoyo de la Fed hizo que varios de los bancos del mismo sector cayeran en default. Esto afectó mundialmente más allá de que sólo se perdieron grandes cantidades de dinero, sino que se perdió uno de los activos fundamentales de las economías de mercado “la confianza”, lo cual trajo cruciales problemas en cuanto al cambio en el riesgo sistémico provocando grandes volatilidades por las sobrerreacciones de los agentes no informados y de los especuladores, ayudando a que muchas empresas quebraran y a que el corto plazo se hiciese de vital importancia.

Frente a ese escenario, el precio del dinero, con lo cual nos referimos a la tasa de interés, aumentó de forma más que considerable, pasando. Así una empresa se podía endeudar a Libor + 1% ex ante a un Libor + 6% ex post, lo que provocó un shock generalizado y una descapitalización bursátil de proporciones, lo que finalmente redundó en problemas de flujos futuros esperados disminuidos y mayores tasas de descuento.

Bajo las condiciones mencionadas con anterioridad el modelo no se comportó como se esperaba, ya que éste se basa en el comportamiento “normal” de los agentes. Es decir, la alta volatilidad en cuanto a precio del dinero y las divisas, redundaron en que el modelo, a los plazos estimados, no fuese suficientemente robusto, lo cual no implica que simulaciones de más corto plazo no muestren que se puedan mostrar rentabilidades positivas. Por otro lado es necesario señalar que el comportamiento del modelo bajo VOL redundó en menores pérdidas, lo cual se puede explicar, como explicamos con anterioridad, por que es un mejor *benchmark* al momento de reconocer el riesgo que el CTR.

5. Conclusión

Los mercados financieros se han vuelto potentes sistemas de señales y transacciones, donde la información implícita en el precio es enorme. Aun así, en el día de hoy el reconocimiento en su proporción de aquellos que participan en el mercado es cada vez más importante, es decir, del componente de informados y no informados. Estos últimos presentan una clara desventaja en cuanto a la información disponible, y que la observan en $t+1$ en el precio. Aquel retraso en el reflejo de diversos hechos en el precio de un activo dan grandes oportunidades para los informados (traders, CFO's, Banqueros, etc) de alcanzar rentabilidades mediante el *arbitraje*. En este sentido, podemos decir que en la práctica no existen los mercados eficientes plenos en el corto y mediano plazo, y los agentes se comportan racionalmente, pero bajo el escenario particular de cada individuo, lo que genera un aumento en las oportunidades de ganancias y pérdidas de forma transversal en los diversos mercados financieros.

Entre los precios que hemos mencionado con anterioridad están las tasas de interés y tipos de cambio, que corresponden al precio del crédito y el precio de intercambio de monedas. Como hemos aseverado la ausencia de equilibrio en el corto y mediano plazo deja entrever riesgos asociados a la variación de éstos precios, los cuales queremos minimizar. Estos riesgos o probables desviaciones representan en su conjunto diferentes riesgos particulares que son difíciles de identificar en la realidad, ya que es un compuesto macro y microeconómico de alta complejidad. Pero, en definitiva, podemos identificar al menos un factor fundamental y transversal a todos los pares de moneda, el *diferencial de tasa*.

Aquel diferencial representa hoy en día, más que sólo mayores o menores rentabilidades ofrecidas, en su forma fundamental expone movimiento de flujos de las divisas de un territorio a otro (mediante transferencia bancaria electrónica) afectando la paridad en las monedas, y exponiendo un riesgo potencial para el inversionista, el cual podría materializarse en ganancias si es bien manejado.

El modelo de optimización mostrado es de gran simpleza matemática, pero representa las oportunidades globales de percibir rendimientos positivos gracias a una economía

mundial interconectada en donde los sistemas de información han dado el pié para que la magnitud de los flujos sea de proporciones mayores, lo que también da espacios para mayores ganancias para cada agente o distribuidas entre más actores.

Es necesario precisar que se basa en un funcionamiento normal de la economía mundial, pero no presenta un buen desempeño en términos del signo de la rentabilidad, lo cual se podría fundamentar mediante la pérdida relativa entre este modelo y otros para hacer una comparación más justa y real.

Por ende, hemos logrado demostrar que hay oportunidades de arbitraje interesantes en el mercado de las divisas mediante las estrategias de *Carry Trade*, el cual, por supuesto, no está exento de riesgos, pero que dado los bajos costos de hoy para actuar en aquel mercado existe otra posibilidad de estrategia de mercado para aumentar la rentabilidad de nuestro activo circulante y que no es reconocido por los no informados, en particular a nivel nacional y mundial.

6. Bibliografía

Jylhä, P., Lyytinen, J. y Suominen, M. (2008), "Arbitrage Capital and Currency Carry Trade Returns", Finance International Meeting AFFI – EUROFIDAI.

Bilson, J. F.O. (2003), "The Forward Parity Puzzle", Working Paper, Melbourne Business School.

Burnside, C., Eichenbaum, M. y Rebelo, S. (2008), "Carry Trade: The Gains of Diversification", Journal of the European Economic Association, Vol. 6, No. 2-3, pp.581-588.

Galati, G., Heath, A. y McGuire, P. (2007), "Evidence of Carry Trade Activity", BIS Quarterly Review, pp.27-41.

Hochradl, M. y Wagner, C. (2005), "Trading the Forward Bias: Are there Limits to Speculation?", Working Paper, Vienna University of Economics and Business Administration.

Flood, R. P. y Rose, A. K. (1999), "Understanding Exchange Rate Volatility without the Contrivance of Macroeconomics", Economic Journal 109, pp.660-672.

Villanueva, O. M. (2007), "Forecasting Currency Excess Returns: Can the Forward Bias be Exploited?", Journal of Financial and Quantitative Analysis, 42, pp.963-990.

Nordvig, J. (2007), "Can the Carry Trade Carry On?", Global Economics Paper, No. 156, Goldman Sachs, New York.

Burnside et al (2006): "The Returns to Currency Speculation", por Burnside, Eichenbaum, Kleshchelski y Rebelo, NBER Working Paper 12489.

Flood, R. P. y Rose, A. K. (2002), "Uncovered interest parity in crisis: The interest rate defense in the 1990s," IMF Staff Papers, vol. 49, No. 2.

Throop, A. W. (1993), "A generalized uncovered interest parity model of exchange rates", Economic Review, Federal Reserve Bank of San Francisco, 2, pp.3-16.

Grossman, S.J. and J.E. Stiglitz, 1980," On the Impossibility of Informationally Efficient Markets", American Economic Review 70, pp.393-408.

7. Anexos

ANEXO A. Precio Spot USDJPY



ANEXO B. Precio Spot Diario EURUSD



ANEXO C. Precio Spot USDCLP



ANEXO D. Precio Spot GBPUSD

