



Libro “Progresos en Finanzas” Capítulo de Derivados

Miguel Tomás Delfiner

BCRA y UCEMA

Reunión Anual de la AAEP, Mendoza 2009

El mercado de derivados financieros 1

- ❖ Recientes desastres financieros vinculados al uso de derivados han sido motivo de preocupación para diversos entes regulatorios, sin embargo
- ❖ los derivados juegan un rol fundamental en cuanto al control y transferencia de los riesgos.
- ❖ La industria de los derivados ha producido cambios radicales en las finanzas, siendo responsable de una continua innovación.

El mercado de derivados financieros

2

- ❖ Estos contratos permiten separar los riesgos existentes en un producto o actividad, permitiendo cubrir aquellos que no estemos dispuestos a asumir.
- ❖ Por otro lado el apalancamiento inherente a estos productos pueda haber facilitado que se hayan generado pérdidas puntuales considerables y haber colaborado en profundizar alguna crisis

El mercado de derivados financieros

3

Estadísticas del BIS en base a encuestas voluntarias entre los principales bancos de operaciones OTC, expresadas en billones de USD

	Jun-05	Dic-05	Jun-06	Dic-06	Jun-07	Dic-07	Jun-08	Dic-08
Contratos totales	281.493	29.767	369.507	418.131	516.407	595.341	683.726	591.963
Moneda extranjera	31.081	31.364	38.091	40.271	48.645	56.238	62.983	49.753
Forwards y F/X swaps	15.801	15.873	19.395	19.882	2.453	29.144	31.966	24.562
Swaps de moneda	8.236	8.504	9.669	10.792	12.312	14.347	16.307	14.725
Opciones	7.045	6.987	9.027	9.597	11.804	12.748	1.471	10.466
Tasa de interés	204.795	21.197	26.196	291.581	347.312	393.138	458.304	418.678
FRA	13.973	14.269	18.117	18.668	22.809	26.599	3.937	39.262
Swaps de tasa	163.749	169.106	207.042	229.693	272.216	309.588	356.772	328.114
Opciones	27.072	28.596	368	43.221	52.288	56.951	62.162	51.301
Acciones	4.551	5.793	6.782	7.488	859	8.469	10.177	6.494
Forwards y swaps	1.086	1.177	143	1.767	247	2.233	2.657	1.632
Opciones	3.464	4.617	5.351	572	6.119	6.236	752	4.862
Commodities	2.940	5.434	6.394	7.115	7.567	8.455	13.229	4.427
Oro	288	334	456	640	426	595	649	395
Otros	2.652	51	5.938	6.475	7.141	7.861	1.258	4.032
Credit default swaps	10.211	13.908	20.352	28.650	42.581	57.894	57.325	41.868
No asignados	27.915	29.199	35.928	43.026	61.713	71.146	81.708	70.742

Mercado de derivados en Argentina

1

- ❖ Previo a la crisis del 2001 existía un volumen interesante de operaciones con derivados en el mercado interbancario del orden de los USD 5000 millones.
- ❖ Además era posible encontrar estructurados bastante sofisticados que eran ofrecidos al público en general, como así también operaciones en el mercado de futuros granarios.

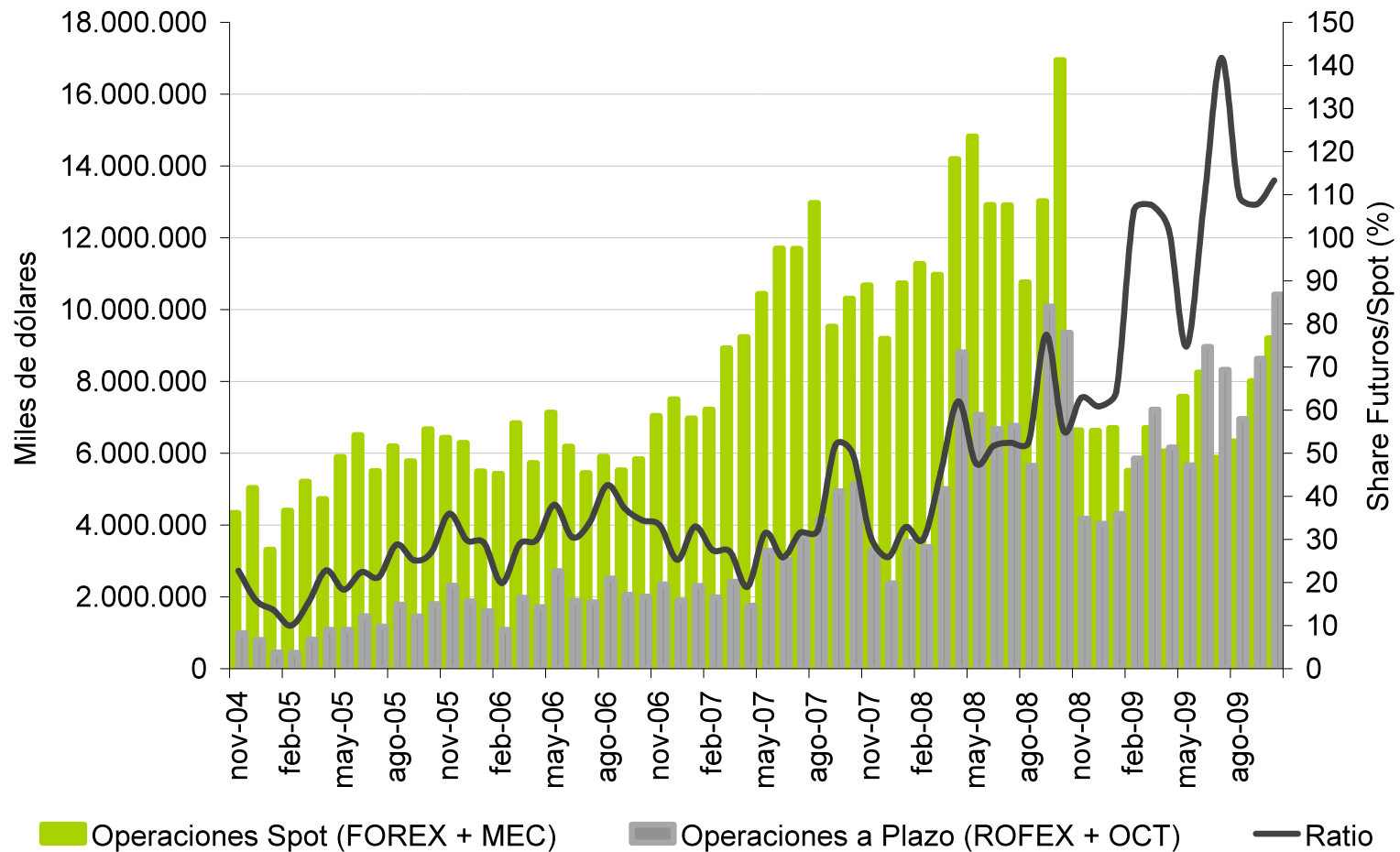
Mercado de derivados en Argentina

2

- ❖ La crisis originada en el año 2001 y la pesificación asimétrica de los activos y pasivos en moneda extranjera de los contratos desató una debacle en este mercado → el nivel de operaciones cayó a niveles despreciables.
- ❖ Sin embargo la estabilización posterior sumado a la necesidad de los agentes de cubrir las fluctuaciones cambiarias llevo nuevamente a los actores a demandar productos de cobertura.

Mercado de derivados en Argentina

3



Mercado de derivados en Argentina

4

- ❖ Por otro lado cabe destacar que el mercado sobre la moneda en Argentina es claramente el más profundo, siendo los otros productos derivados financieros prácticamente inexistentes.
- ❖ Este bajo desarrollo, en contraste con lo observado en países desarrollados, puede explicarse por varios factores:
 - 1) Inestabilidad institucional y cambios de reglas
 - 2) Falta de conocimiento entre los potenciales usuarios

Mercado de derivados en Argentina

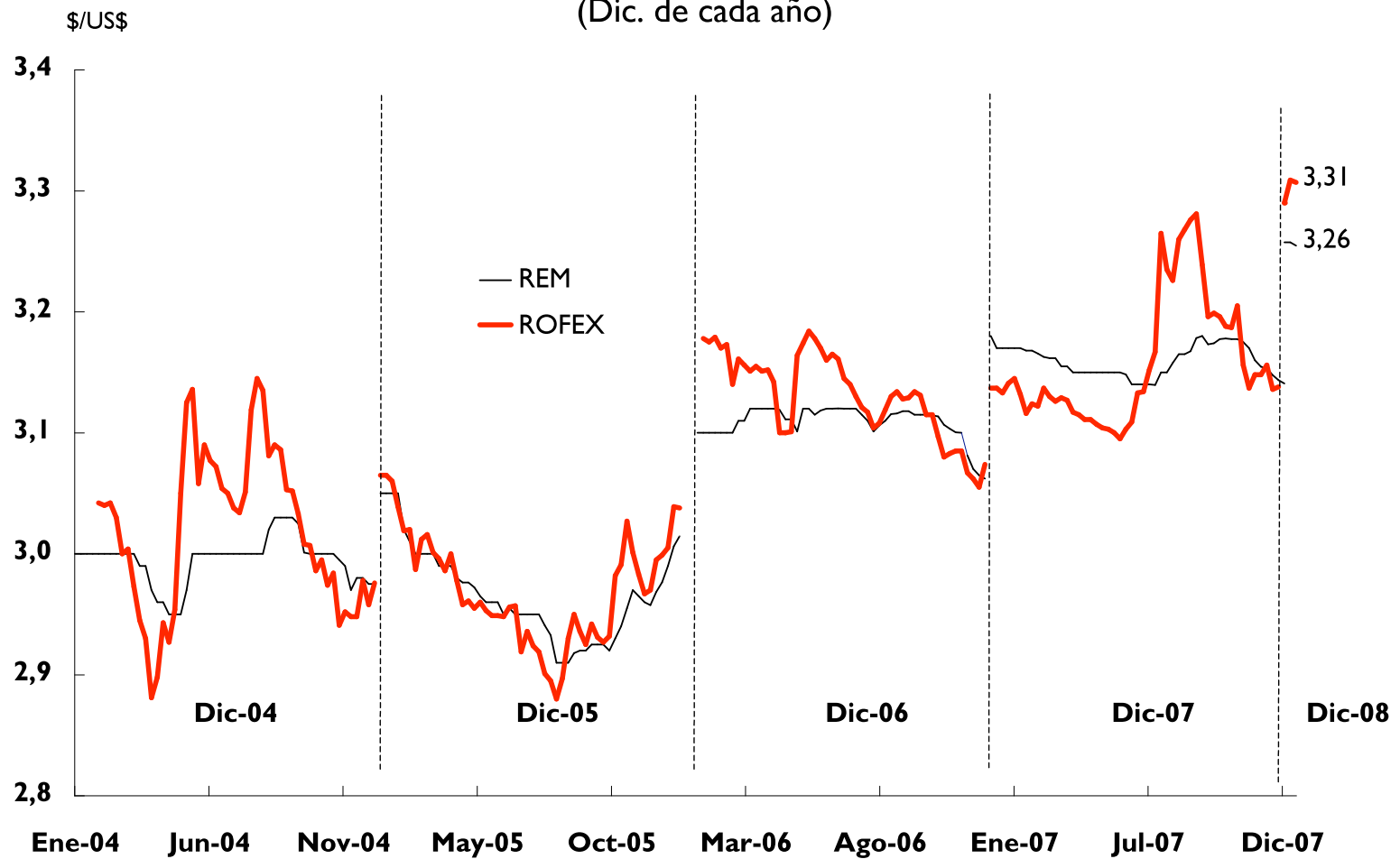
5

- 3) Falta de puntas que permitan ampliar el mercado.
- 4) Falta de un mercado de activos subyacentes lo suficientemente desarrollado.
- 5) Ausencia de “market-makers” con experiencia internacional.
- 6) Restricciones para inversores extranjeros y ausencia de inversores institucionales.
- 7) Relativo bajo nivel de intermediación financiera y corto plazo de las operaciones.
- 8) Falta de índices de referencia y una curva de tasas de referencia.

Mercado de derivados en Argentina

6

Expectativas de Tipo de Cambio Nominal
(Dic. de cada año)



Fuente: REM y Rofex

Los instrumentos derivados financieros 1

- ❖ Se presentan los principales productos derivados y su relación con resonantes casos recientes:
 - 1) “Forwards” o contratos a termino
 - 2) Futuros
 - 3) Swaps de tasa y moneda
 - 4) Opciones financieras
 - 5) Credit default swaps (CDS)
 - 6) MBS, ABS, CMOs, CDOs,

Los instrumentos derivados financieros 2

❖ Casos relevados:

- 1) La caída de la “Barings”: El 26/2/1995 el banco comercial mas antiguo de Inglaterra con 233 años de existencia amaneció quebrado, debido a las operaciones en futuros en las bolsas de Osaka y Singapur de un único “trader”, Nick Leeson.
- 2) Operaciones póblemáticas con coberturas financieras: el caso de la “Metallgesellschaft”.
- 3) La relación entre los CDS y la crisis del 2007 (Lehman y su vinculación con la aseguradora AIG).

Los instrumentos derivados financieros 3

- ❖ Hasta hace poco tiempo estos instrumentos se hallaban prácticamente desregulados, situación que se está modificando rápidamente.
- ❖ El futuro de estos instrumentos está vinculado a las diversas propuestas que están siendo debatidas en la actualidad por diversos organismos internacionales en cuanto a su correcto tratamiento prudencial y en el sentido de otorgar a su negociación una mayor transparencia.

Los instrumentos derivados financieros 4

- ❖ Es importante señalar los siguientes aspectos referidos al mercado y negociación de los derivados crediticios:
 - ✓ fuertes vínculos entre los riesgos de mercado y crediticio.
 - ✓ opacidad de este mercado.
 - ✓ aumento de la “conectividad” de los mercados financieros globales.
 - ✓ riesgos crediticios transferidos pueden volver en la forma de riesgo de contraparte.
 - ✓ ubicación del riesgo desconocida para los participantes del mercado.

Los instrumentos derivados financieros 5

- ❖ Como consecuencia de la intensidad de la crisis, los líderes del G-20 realizaron en la ciudad de Washington, en Noviembre de 2008, una cumbre sobre mercados financieros y la economía mundial.
- ❖ Ahí se definieron medidas urgentes, sintetizadas a través de un plan de acción para la implementación de principios para la reforma. En la sección correspondiente a supervisión prudencial uno de los puntos expresá:

Los instrumentos derivados financieros 6

- ❖ “ Los supervisores y reguladores, en vista al pronto lanzamiento de servicios de contraparte central para CDS en algunos países, deberán:
 - ✓ acelerar los esfuerzos para reducir los riesgos sistémicos de los CDS y otras transacciones OTC de derivados crediticios;
 - ✓ insistir que los participantes en este mercado apoyen el uso de plataformas de negociación electrónicas u operados a través de un mercado institucional para estos contratos;
 - ✓ expandir la transparencia del mercado de derivados negociados OTC; y
 - ✓ asegurar que la infraestructura para derivados OTC pueda soportar volúmenes de negociación crecientes”.

Desarrollos teóricos en valuación de opciones y otros derivados 1

- ❖ A partir de finales de los 70', principalmente debido a las contribuciones teóricas de Black & Scholes y Merton, se abre el camino para toda una serie de desarrollos posteriores. Su enfoque está basado en la posibilidad de sintetizar un derivado mediante el uso de carteras dinámicas.
- ❖ Cox y Ross introducen el concepto de valuación neutral al riesgo, según el cual la tendencia del activo subyacente podía ser reemplazada por la tasa libre de riesgo.

Desarrollos teóricos en valuación de opciones y otros derivados 2

- ❖ El marco teórico para la valuación neutral al riesgo fue provisto unos años después por Harrison y Kreps; ellos demuestran que la ausencia de posibilidades de arbitraje implica la existencia de una medida de probabilidad neutral al riesgo. Este documento sentó las bases de lo que se llegó a conocer como la teoría de representación de martingalas. El precio p_t de un instrumento que realiza un pago estocástico X_T , con $T > t$ es:

$$p_t = E^Q \left[e^{-\int_t^T r_s ds} X_T \right]$$

Desarrollos teóricos en valuación de opciones y otros derivados 3

- ❖ También se ha analizado el impacto en la valuación cuando el activo subyacente se comporta como una difusión con saltos, siendo uno de los primeros trabajos el de Merton, que supone que el riesgo de saltos es diversificable.
- ❖ Otra línea de investigación corresponde en suponer que el activo subyacente está sujeto a una volatilidad estocástica, en la cual Hull y White proveen un marco para valorar dichas opciones y Heston obtiene una solución cerrada.

Desarrollos teóricos en valuación de opciones y otros derivados 4

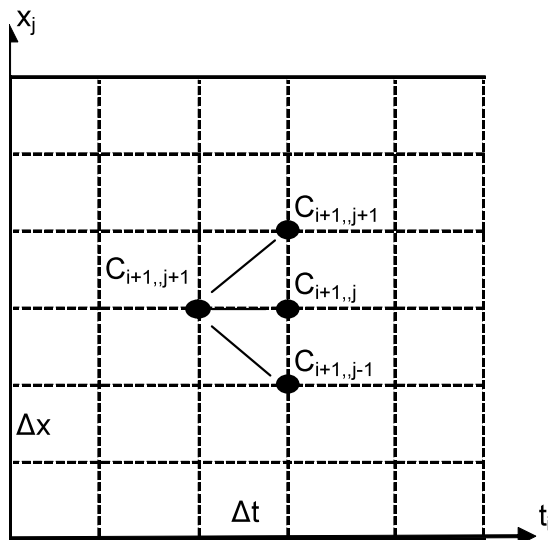
- ❖ Geske obtiene una solución cerrada para la valuación de opciones compuestas y Black propone un modelo para la valuación de opciones sobre futuros.
- ❖ También fueron desarrollados modelos para valorar futuros y forwards por Cox, Ingersoll y Ross, Richard y Sundaresan y Jarrow y Oldfield.
- ❖ Sundaresan y Duffie y Singleton desarrollan modelos para valorar swaps.

Desarrollos teóricos en valuación de opciones y otros derivados 5

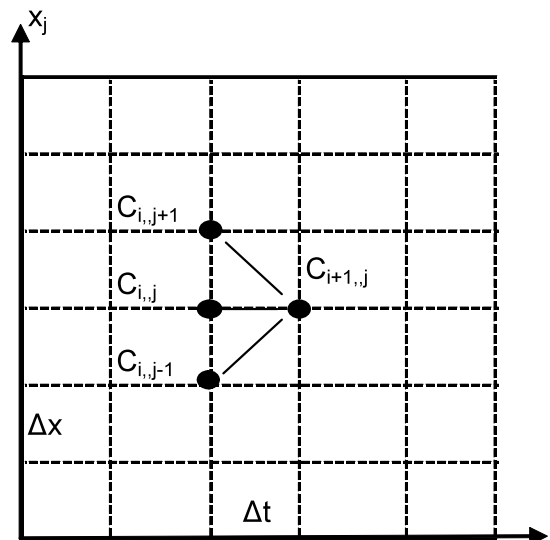
- ❖ Hull y White introducen el riesgo de contraparte en la valuación de opciones.
- ❖ Más recientemente la teoría se orientó a la valuación de opciones exóticas, esto es aquellas dependientes del camino seguido por el activo subyacente.

Desarrollos de métodos numéricos para la valuación de opciones y otros derivados 1

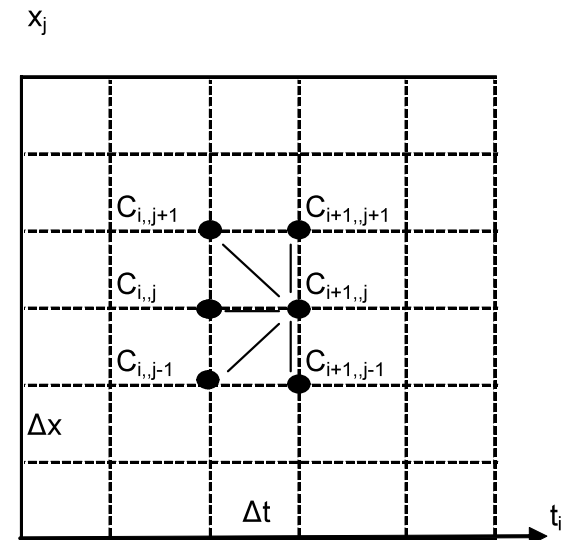
- ❖ Resolución de la ecuación diferencial de Black & Scholes por diferencias finitas:
- ❖ Generan una grilla finita con intervalos Δx y Δt .



Método explícito



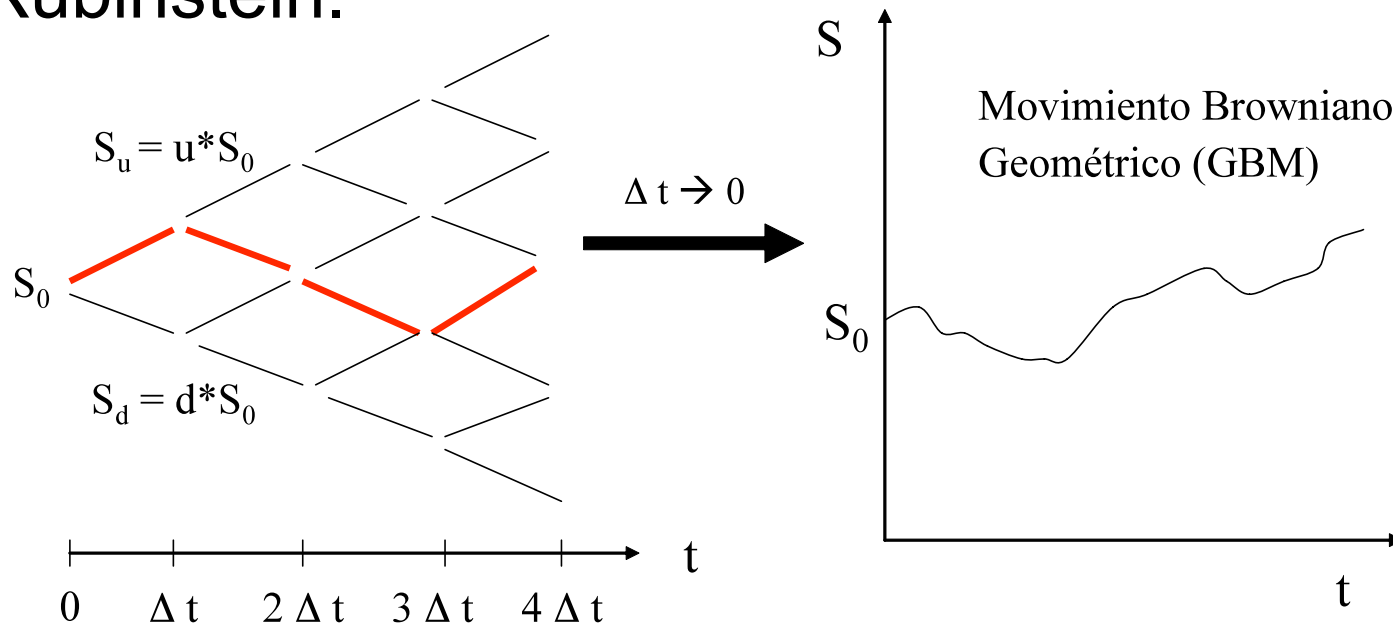
Método implícito



Método Crank Nicholson

Desarrollos de métodos numéricos para la valuación de opciones y otros derivados 2

- ❖ Un concepto muy útil y de fácil implementación es el de los árboles binomiales propuesto inicialmente por Cox y Ross + Ross y Rubinstein.



Desarrollos de métodos numéricos para la valuación de opciones y otros derivados 3

- ❖ Finalmente presentaremos los métodos de valuación a través de la simulación de Monte-Carlo. Esta metodología aplicada al campo de las opciones implica estimar la esperanza del valor final de la opción a través de la siguiente expresión :

$$f = E\left[e^{-rT} f_T\right] \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{-rT} f_T^i$$

- ❖ En el caso de una opción de compra (call) obtendríamos:

$$\hat{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ e^{-rT} \max(S_T^i - K, 0) \right\}$$

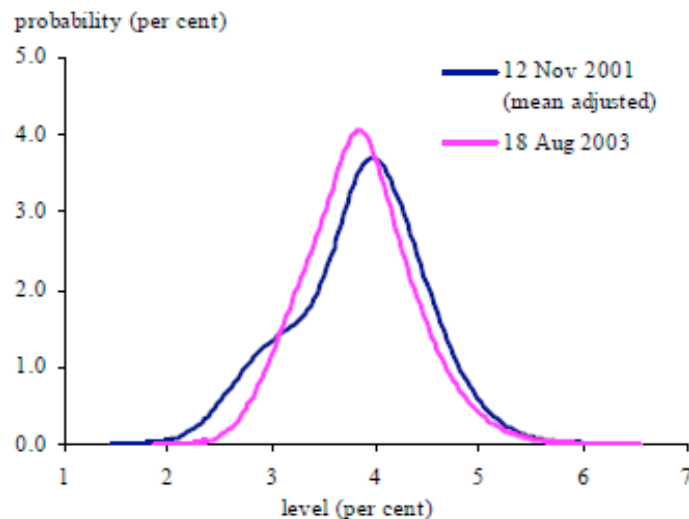
La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 1

- ❖ Dado que el valor de una opción va a depender del valor de su activo subyacente en una fecha futura, el precio de mercado de la opción debería poder proporcionar información valiosa vinculada al activo subyacente.
- ❖ Más precisamente el valor de la opción debe contener información referida a la evaluación de probabilidades que el inversor asigne al precio del activo subyacente para una fecha futura. Esta es la idea básica subyacente a la de extracción de probabilidades neutrales al riesgo (RND, del inglés “Risk neutral distributions”).

La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 2

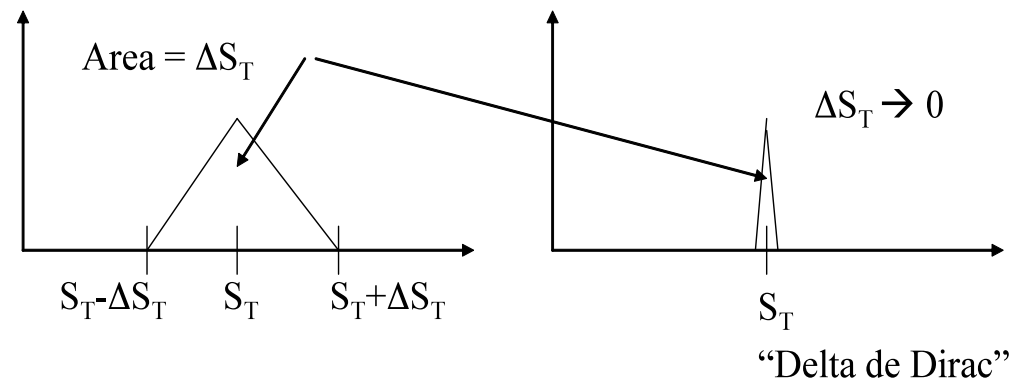
- ❖ Los reguladores han demostrado interés en las RND de las tasas de interés, ya que les permite anticipar un cuadro de las expectativas del mercado frente a futuras decisiones de política monetaria:

Diagram 5: Option implied pdfs for short sterling rates in 6 months



La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 3

- ❖ Breeden y Litzenberger proponen una estrategia del tipo “Butterfly spread”, esto es:



- ❖ Su valor es:

$$P = \frac{\{c(S_T + \Delta S_T, \tau) - c(S_T, \tau)\} - \{c(S_T, \tau) - c(S_T - \Delta S_T, \tau)\}}{\Delta S_T}$$

La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 3

- ❖ Si compramos $1/\Delta S_T$ de este portafolio, y tendemos $\Delta S_T \rightarrow 0$, el precio del portafolio converge a:

$$\lim_{\Delta S_T \rightarrow 0} \left(\frac{P(S_T, \tau, \Delta S_T)}{\Delta S_T} \right) = \left. \frac{\partial^2 c(X)}{\partial X^2} \right|_{X=S_T} = e^{-r\tau} \cdot f(S_T)$$

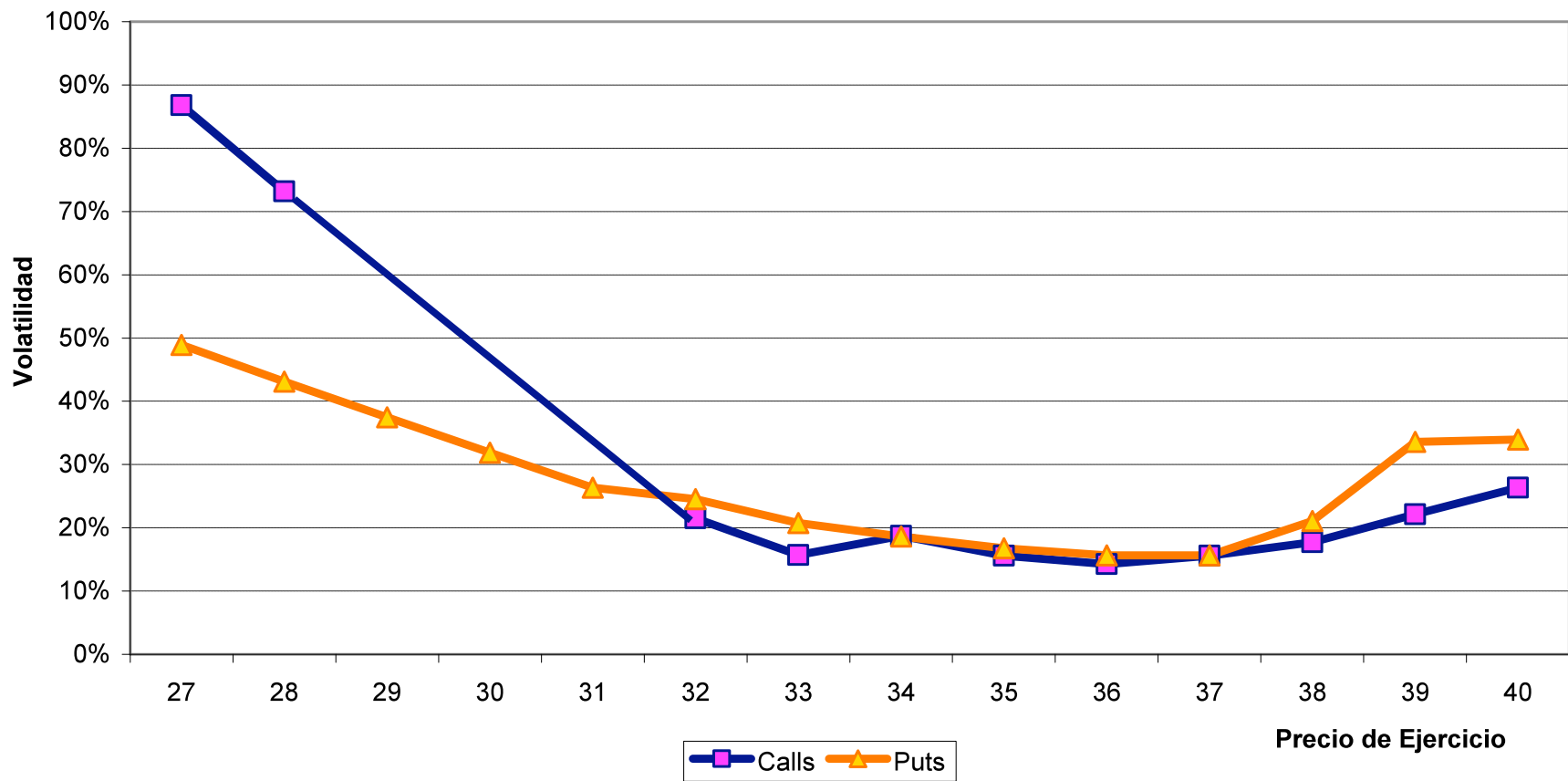
- ❖ Este es un resultado fundamental que como veremos más adelante permite encontrar una expresión empírica relevante para $c(X)$ sin asumir previamente una distribución de $f(S_T)$.

La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 4

- ❖ La sonrisa de volatilidad: de todos los parámetros que determinan el precio de una opción con la fórmula de Black & Scholes $f = f(S, K, \text{Sig}, r, \delta, T)$, el único que se puede considerar no observable es la volatilidad del activo subyacente Sig .
- ❖ Se puede invertir el problema obteniendo Sig a partir de los precios de mercado de las opciones.
- ❖ El parámetro así obtenido se conoce como volatilidad implícita.

La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 5

NASDAQ-100 Index Tracking Stock - Octubre 2004



La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 6

- ❖ Shimko resuelve este problema interpolando directamente la sonrisa de volatilidad implícita que surge de aplicar la fórmula de Black & Scholes para futuros sobre tasa de interés.
- ❖ Obsérvese que:

$$c = e^{-r\tau} [F\Phi(d_1(X)) - K\phi(d_2(X))]$$

$$\frac{\partial c}{\partial x} = e^{-r\tau} \Phi(d_2) + \left(e^{-r\tau} X \sqrt{\tau} \Phi(d_2) \right) \frac{\partial \sigma}{\partial X}$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = e^{-r\tau} \Phi(d_2) \left[\frac{1}{\sigma X \sqrt{\tau}} + \left(\frac{2d_1}{\sigma} \right) \frac{\partial \sigma}{\partial X} + \left(\frac{d_1 d_2 X \sqrt{\tau}}{\sigma} \right) \left(\frac{\partial \sigma}{\partial X} \right)^2 + \left(X \sqrt{\tau} \right) \frac{\partial^2 \sigma}{\partial X^2} \right]$$

La extracción de probabilidades neutrales al riesgo 7

- ❖ No existe aún consenso con respecto a la mejor técnica para extraer las RND. Algunas alternativas:
 - ✓ Histogramas
 - ✓ resolver directamente la ecuación diferencial mediante una expresión funcional de $c(X)$.
 - ✓ usan árboles binomiales implícitos
 - ✓ Uso de la sonrisa de volatilidad
 - ✓ Asumir un proceso estocástico paramétrico para el activo subyacente.
 - ✓ Otra alternativa, es asumir directamente una forma paramétrica para la RND.



Gracias por su atención !