

FORO DE INVESTIGACIÓN FINANCIERA



documentos a debate

1 PharmaMar: Una Aplicación de la Teoría de Opciones Reales a la Valoración de Empresas Farmacéuticas.

2 Las Subastas de Volatilidad en el Mercado Bursátil Español

El Foro de Investigación Financiera es una iniciativa promovida desde el servicio de estudios de la Bolsa de Madrid que busca activar y poner de relieve la conexión existente entre la realidad del día a día de los mercados y los trabajos de investigación que desde el ámbito académico se realizan sobre materias que inciden en el desarrollo de los mismos. A tal fin se orienta la organización periódica de seminarios de discusión, donde los autores de un par de trabajos de investigación presentan sus estudios (en ocasiones versiones muy preliminares) ante un grupo reducido de profesionales del mercado y académicos interesados, para su valoración y debate. La última jornada de estas características se celebró en la Bolsa de Madrid en la mañana del pasado 1 de julio. A continuación se ofrece un resumen ejecutivo realizado por los propios autores de los trabajos ("papers") que se presentaron en esta ocasión.

PharmaMar: Una Aplicación de la Teoría de Opciones Reales a la Valoración de Empresas Farmacéuticas

1 DOCUMENTO

Diego Piñeiro Groba. Gestor de inversiones. Ibercaja Gestión S.G.I.I.C., S.A.
Ángel León Valle.
Universidad de Alicante.

PharmaMar es una filial del grupo Zeltia especializada en la obtención de fármacos oncológicos de origen marino. Todos los compuestos que la empresa ha patentado se encuentran en fase de investigación y desarrollo. Por ello, la determinación de su precio ha de tener en cuenta la cartera de patentes, la probabilidad de que un proyecto fracase, la incertidumbre sobre el tamaño de la inversión y las expectativas acerca de los flujos de caja futuros. Para cada uno de los productos patentados se permitirá el abandono del proyecto cuando los costes sean mayores y/o los flujos de caja menores de lo esperado. Mediante dicha flexibilidad puede recogerse el comportamiento

racional de la Compañía y se presenta como alternativa a la valoración tradicional por descuento de flujos de caja.

INTRODUCCIÓN

Puede caracterizarse el sector farmacéutico a partir de las características que se señalan a continuación:

- La fracción de compuestos descubiertos o sintetizados que se comercializa es mínima, de cada 5.000-10.000 moléculas evaluadas 1 llegará al mercado.
- El proceso de desarrollo de un compuesto puede durar 10-15 años y superar los 400 millones de euros, involucrando una serie de etapas que pueden solaparse en el tiempo.
- Existe una importante correlación entre el nivel de protección y el esfuerzo innovador en la industria farmacéutica. Se trata de un sector que en ausencia de protección por patentes estaría sujeto a problemas de *free-riding*.

A partir de datos proporcionados por los departamentos de desarrollo científico y financiero de PharmaMar, analistas del sector farmacéutico y la literatura existente, se pondrá precio a los compuestos que la Compañía tiene tanto en fase clínica (Yondelis, Aplidina, Kahalalido-F y ES-285) como a los 5 de fase preclínica, obteniendo así la valoración como suma de partes tras añadir el montante que la Empresa tiene en caja. El precio de PharmaMar será entonces el de un conjunto de proyectos de inversión o patentes.

El modelo utilizado es una extensión del propuesto en Schwartz (2001), introduciéndose el ciclo de vida del producto y distinguiendo entre fases de desarrollo. El algoritmo de Longstaff-Schwartz (2001), pensado originariamente para la valoración de opciones *put* americanas, permitirá recoger la racionalidad empresarial, ya que contempla el abandono del producto cuando la inversión marginal supere a la

FORO DE INVESTIGACIÓN FINANCIERA

VALORACIÓN DE PHARMAMAR Y OPCIÓN DE ABANDONO
(MILL. DE EUROS 2003)

	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	
Valor con opción				
Yondelis		436,52	436,49	679,21
Aplidina		283,01	282,99	442,65
Kahalalido-F		106,20	106,98	166,86
ES-285		81,87	81,86	129,78
Preclínica 1		65,57	65,58	112,60
Preclínica 2		48,27	48,26	85,93
Preclínica 3		35,50	35,50	65,71
Preclínica 4		25,11	25,11	48,26
Preclínica 5		15,86	15,86	32,35
Caja		120,00	120,00	120,00
PharmaMar		1217,91	1218,63	1883,35
Valor sin opción				
Yondelis		436,36	436,33	679,11
Aplidina		282,79	282,78	442,48
Kahalalido-F		106,06	106,85	166,74
ES-285		81,69	81,68	129,61
Preclínica 1		65,04	65,04	112,24
Preclínica 2		47,10	47,09	85,45
Preclínica 3		32,87	32,86	64,90
Preclínica 4		20,82	20,82	47,19
Preclínica 5		8,70	8,69	31,31
Caja		120,00	120,00	120,00
PharmaMar		1201,41	1202,13	1879,04
Valor opción				
Yondelis		0,16	0,16	0,11
Aplidina		0,21	0,21	0,16
Kahalalido-F		0,14	0,14	0,12
ES-285		0,18	0,18	0,17
Preclínica 1		0,53	0,53	0,36
Preclínica 2		1,18	1,17	0,48
Preclínica 3		2,64	2,64	0,82
Preclínica 4		4,29	4,29	1,06
Preclínica 5		7,17	7,17	1,04
PharmaMar		16,50	16,50	4,31

parámetro de volatilidad, dw^*_1 y dw^*_2 variaciones de procesos Gauss-Wiener, δ es una constante, a es un indicador de año de convivencia con medicamentos genéricos y τ el instante en el que se alcanza el pico de ventas. Se denotará modelo 1 a la descripción del ciclo de vida del producto con Paseo Aleatorio en fase de madurez (ecuación 3) y será el modelo de referencia, pero se incluirán modelizaciones alternativas para dicha fase: un proceso con reversión a la media o de Ornstein-Uhlenbeck y otro que mantendrá la tasa de crecimiento instantánea constante hasta el vencimiento de la patente, se denotarán modelo 2 y 3 respectivamente. El modelo 3 es recurrentemente utilizado en la literatura de valoración y criticado por no recoger el ciclo de vida del producto y distorsionar así, no sólo el valor de la compañía sino también el valor de la opción de abandono.

METODOLOGÍA

No existe solución analítica para el modelo expuesto y por ello, una vez discretizados los procesos presentados anteriormente, se utilizará la simulación de Monte Carlo.

Se implementará el algoritmo de Longstaff-Schwartz (véase gráfico) adaptado a las características del sector farmacéutico tal y como se sugiere en Schwartz (2001). Se abandonará un proyecto cuando la inversión marginal supere a los flujos de caja esperados, introduciendo racionalidad al comportamiento de la empresa. Se considerarán los siguientes supuestos:

- La opción de abandono únicamente tiene valor cuando el compuesto está en fase de desarrollo, ya que una vez entra en el mercado los flujos de caja libres son positivos y por tanto el abandono del proyecto nunca es una alternativa óptima.
- La empresa no invertirá o lo hará a la mayor tasa posible.
- No se reiniciará un proyecto una vez se haya ejercido la opción de abandono.

RESULTADOS

Los resultados (véase tabla) se fechan en mayo-junio de 2003 y por tanto las cantidades monetarias estarán expresadas en unidades de ese año. Utilizando el modelo 1, para un vector de semillas aleatorias seleccionado al azar, y considerando la opción de abandono se obtiene un valor para PharmaMar de 1.217,91 mi-

expectativa de flujos de caja.

La opción de abandono, o lo que es lo mismo, el uso de la teoría de opciones reales hace que la valoración difiera de la tradicional por descuento de flujos de caja.

MODELO

Una adecuada valoración ha de sustentarse sobre procesos que reflejen fidedignamente la evolución de costes e ingresos.

Pindyck (1993) utilizó un proceso para el coste esperado hasta vencimiento, esto es lo que queda hasta terminar la inversión, de un proyecto cuando la incertidumbre es elevada, sugiriendo ya su aplicación para describir los costes de desarrollo de un compuesto en el sector farmacéutico:

$$dK_f(t) = -I_f dt + \sigma_f (I_f K_f) dz_f(t) \quad (1)$$

donde K es el coste esperado real hasta el cambio de fase o aprobación, I es la tasa de inversión real anual, σ es un parámetro de vola-

tilidad, dz es la variación de un proceso Gauss-Wiener, f es el indicador de fase (preclínica, I, II, III y aprobación) y t es el tiempo.

Finalizada la inversión y partiendo de la base de que el fármaco ha conseguido la aprobación para su comercialización, irá introduciéndose en el mercado hasta conseguir su pico de ventas. Alcanzado dicho nivel, se mantendrá hasta el vencimiento de la patente para luego ver reducidas sus ventas por la entrada de los medicamentos genéricos hasta que el producto desaparece por saturación del mercado u obsolescencia. Este comportamiento es conocido como el ciclo de vida de un producto farmacéutico y puede describirse a partir de los siguientes procesos:

$$dC(t) = \alpha^* C(t) dt + \phi C(t) dw^*_1(t) \quad (2)$$

$$dC(t) = \phi dw^*_2(t) \quad (3)$$

$$dC(t) = \delta_a C(t) dt \quad (4)$$

donde C es el flujo de caja libre real, α^* es la deriva ajustada por la prima de riesgo, ϕ es un

FORO DE INVESTIGACIÓN FINANCIERA

> Ilones de euros. El precio sin opción resulta ser 1.201,41 millones de euros con lo que el valor de la opción real de abandono es de 16,50 millones de euros.

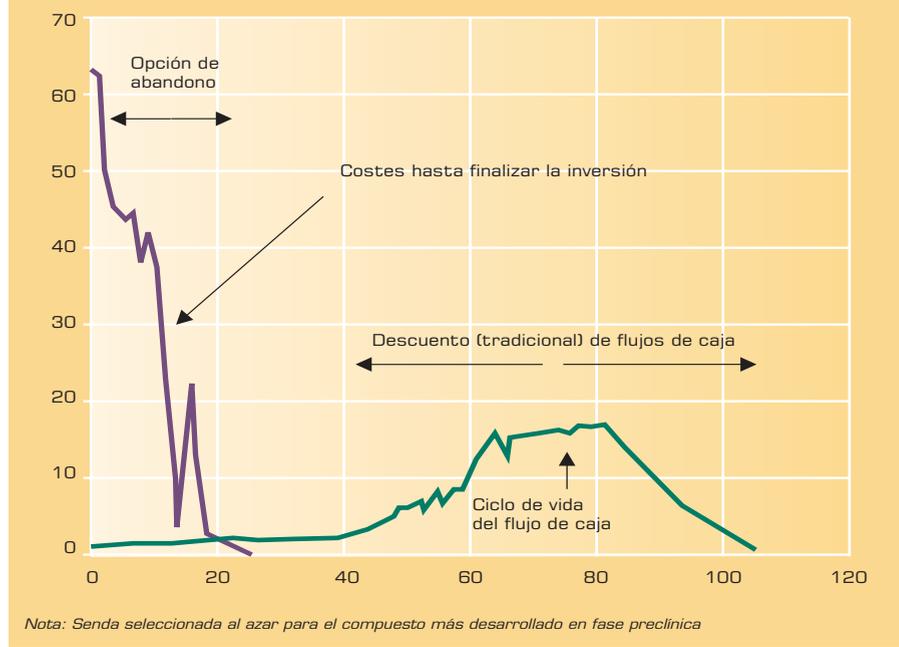
Estos resultados son semejantes a los que se obtienen con el modelo 2. En cambio cuando se considera el modelo 3 los resultados son de 1.883,35, 1.879,04 y 4,31 millones de euros respectivamente. Se muestra, entonces, que cuando no se describe con precisión el ciclo de vida de un fármaco se sobrevalora la empresa en un 54,64% y se infravalora la opción real como consecuencia del menor número de abandonos en un 73,88%.

Volviendo al modelo de referencia, se observa como en la fase clínica, que es la que aporta la mayor parte del valor de la empresa, 907,59 millones de euros, lo que representa el 82,67% del precio total si se excluye la cantidad que tiene la empresa en caja, el valor de la opción real de abandono es de 0,70 millones de euros. Mientras que para los compuestos en fase preclínica con un aporte al precio total de 190,32 millones de euros, representando el 17,33% del valor excluida la caja de la empresa, el valor de la opción es de 15,80 millones de euros (95,79% respecto del valor total de la opción). El ejercicio óptimo de la opción de abandono se concentra en la fase III para los productos en fase clínica, y en fase preclínica para el resto (con excepción del primer compuesto en preclínica que por estar próximo a terminar dicha fase se comporta como un producto en clínica teniendo en fase III el mayor número de abandonos). El resultado es natural porque en fase clínica la mayor tasa de inversión se localiza en fase III, y para los compuestos en fase preclínica no sólo la tasa de inversión en dicha fase es fuerte sino que, además, el valor descontado de los flujos de caja es menor.

CONCLUSIONES

El modelo expuesto permite valorar empresas farmacéuticas teniendo en cuenta la probabilidad de que un proyecto fracase y la incertidumbre en cuanto al tamaño de la inversión y los flujos de caja futuros. Además, la opción de abandono recoge el comportamiento racional de la empresa, ya que actuando óptimamente abandonará un proyecto cuando el flujo de caja esperado sea inferior a la inversión marginal requerida. Utilizando esta metodología el valor de PharmaMar resulta ser de 1.217,91 millones de euros.

Explicación gráfica del algoritmo Longstaff-Schwartz (mill. euros 2003)



Los productos farmacéuticos presentan un ciclo de vida que ha de ser modelizado adecuadamente porque la valoración es muy sensible al modo en que se describe la realidad. Si por simplicidad se impone una tendencia constante hasta el vencimiento de la patente se sobrevalora la Empresa en 665,44 millones de euros y se infravalora la opción de abandono en 12,19 millones de euros.

La valoración de los productos en fase clínica utilizando la teoría de opciones reales no difiere sustancialmente de la valoración tradicional por descuento de flujos de caja. Ello es debido a que el porcentaje de sendas abandonadas es pequeño, siendo estos compuestos los que aportan la mayor parte del valor al conjunto por la escasa probabilidad de que un fármaco potencial en preclínica llegue a comercializarse. Pero la valoración de los compuestos en fase preclínica requiere la utilización de la teoría de opciones reales porque es muy sensible a la utilización de uno u otro marco. El descuento de flujos de caja es conservador en tanto no recoge comportamientos óptimos y podría rechazar proyectos que desde una perspectiva de opciones reales son rentables.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Bollen, N. (1999), "Real Options and Product Life Cycles", *Management Science* 45, pp. 670-684.

DiMasi, J., R. Hansen y H. Grabowski (2003), "The Price of Innovation: New Estimates of Drug Development Costs", *Journal of Health Economics*, 22, pp. 151-185.

Grabowski, H. y J. Vernon (2002), "Effective Patent Life in Pharmaceuticals", *International Journal of Technology Management*, 19, pp. 98-120.

Kelly, J. (2003), "The Drug Development and Approval Process", *PhRMA, Survey of New Medicines in Development for Cancer*.

Longstaff, F. y E. Schwartz (2001), "Valuing American Options by Simulation: A Simple Least-Squares Approach", *The Review of Financial Studies* vol. 14, no.1, pp. 113-147.

Parkes, R., S. Bennett y J. Rivela (2003), "EuroBiotech Oncology. A Targeted Approach", *ING Financial Markets*.

Pindyck, R. (1993), "Investments of Uncertain Cost", *Journal of Financial Economics* 34, pp.53-76.

Schwartz, E. (2001), "Patents and R&D as Real Options" Working Paper.

Schwartz, E. y M. Moon (2001), "Rational Pricing of Internet Companies Revisited", *The Financial Review* 36, pp. 7-26.

Sweeny, K. (2002), "Technology Trends in Drug Discovery and Development: Implications for the Development of the Pharmaceutical Industry in Australia" Working Paper No. 3.