



UNIVERSIDAD
CENTRAL

DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

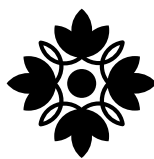
ADMINISTRACIÓN *de Empresas*

Estrategias de inversión en I+D:
incertidumbre y competencia

Bayron Triana A.

N.º 3

Febrero de 2011



**UNIVERSIDAD
CENTRAL**

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS,
ECONÓMICAS Y CONTABLES
Departamento de Administración de Empresas

DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Administración de Empresas

Estrategias de inversión en I+D:
incertidumbre y competencia

Bayron Triana A.

N.º **3**

Febrero de 2011



**UNIVERSIDAD
CENTRAL**

Consejo Superior

Rafael Santos Calderón (Presidente)
Jaime Arias Ramírez
Jaime Posada Díaz
Fernando Sánchez Torres
Pedro Luis González
(Representante del personal académico)
Diego Alejandro Garzón Cubillos
(Representante estudiantil)

Rector

Guillermo Páramo Rocha

Vicerrectora Académica

Ligia Echeverri Ángel

Vicerrector Administrativo y Financiero

Nelson Gnecco Iglesias

**UNA PUBLICACIÓN DEL DEPARTAMENTO
DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

Diego Otero Prada

Decano Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables

Claudia Ramírez Méndez

Directora Departamento de Administración de Empresas

Documentos de investigación. Administración de Empresas, N.º 3. *Estrategias de inversión en I+D: incertidumbre y competencia*

ISBN para PDF: 978-958-26-0262-8

Autor: Bayron Triana A.

Primera edición: febrero de 2011

Ediciones Universidad Central

Carrera 5 N.º 21-38. Bogotá, D. C., Colombia

Tel.: 334 49 97; 323 98 68, exts.: 2353 y 2356.

editorial@ucentral.edu.co

Catalogación en la Publicación Universidad Central

Triana A., Bayron

Estrategias de inversión en I+D : incertidumbre y competencia / Bayron Triana A. ; editora Edna Rocio Rivera Penagos. -- Bogotá : Ediciones Universidad Central, 2011. -- (Documentos de investigación. Administración de Empresas ; no. 3)
52 p. ; 28 cm.

ISBN para PDF: 978-958-26-0262-8

Industria textil - Administración - Colombia 2. Crecimiento económico - Colombia 3. Competitividad - Colombia 4. Productividad - Colombia 5. Inversiones - Colombia I. Rivera Penagos, Edna Rocio, ed. II. Universidad Central. Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables. Departamento de Administración de Empresas

658.001 -dc22

PTBUC/RVP

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Departamento de Comunicación y Publicaciones

Dirección: Edna Rocio Rivera P.

Coordinación editorial: Héctor Sanabria R.

Diseño y diagramación: Álvaro Silva H.

Diseño de carátula: Mauricio Ladino

Corrección de textos: Pablo Clavijo L.

Editado en Colombia - Published in Colombia



Material publicado de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons 4.0 internacional. Usted es libre de copiar, adaptar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando dé los créditos de manera apropiada, no lo haga con fines comerciales y difunda el resultado con la misma licencia del original.

Los argumentos y opiniones expuestos en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor, y reflejan su pensamiento y no necesariamente el de la Universidad Central.

Contenido

1.	Introducción	9
2.	Importancia y características de los procesos de I+D	11
3.	Principales estrategias de inversión utilizadas en procesos de I+D	13
4.	La incertidumbre en I+D	17
5.	Caracterización de las actitudes frente a la incertidumbre y resultados de I+D	19
5.1	Empresas adversas a la incertidumbre de I+D	21
5.2	Empresas neutrales y empresas tomadoras de riesgo	21
6.	Situaciones competitivas del sector textil-confecciones	23
6.1	Apropiación de beneficios de la innovación en mercados competitivos	24
6.2	Alianzas cooperativas con la competencia	25
7.	Valoración de estrategias de inversión en I+D en el sector textil-confecciones	27
7.1	Valoración de las estrategias en la segunda fase	28
7.2	Valoración de las estrategias de inversión en la primera fase del proceso de I+D	34
7.3	Valoración de las estrategias de inversión en la primera fase, "Cooperando con la competencia", del proceso de I+D	41
7.4	Análisis de resultados	43
8.	Conclusiones	46
9.	Referencias bibliográficas	49

Estrategias de inversión en I+D: incertidumbre y competencia

Bayron Triana A.

Resumen

La valoración de estrategias de inversión en I+D del sector productivo textil-confecciones en Bogotá permite identificar las ventajas y desventajas de las mismas en relación con las actitudes de los gerentes frente a la incertidumbre y a las posiciones competitivas en el mercado; además, permite determinar las mejores desde el punto de vista financiero. Las estrategias fueron definidas de acuerdo con las etapas de un proceso de innovación (una de I+D y otra de comercialización). Se consideró la forma de interactuar con la competencia y se caracterizó el sector para identificar la percepción de los empresarios ante la innovación, los acuerdos cooperativos, los mecanismos de apropiación de ganancias y la actitud frente a la incertidumbre.

Adaptando modelos –como el VPN y las Opciones Reales– con técnicas de análisis de escenarios y árboles de decisión con el fin de valorar las estrategias, se concluyó que la más apropiada es la de comprometerse con el desarrollo de un proceso de I+D e invertir en la comercialización de los resultados cooperando con la competencia en la fase inicial; así, la empresa podría generar valor incluso con un crecimiento en ventas derivado de la innovación del 0,85%.

Palabras clave: valoración, “coopetencia”, opciones reales, innovación, textil-confecciones.

Código JEL: G31

* Ingeniero industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Magister en Administración de la Universidad Nacional de Colombia. Profesor Adjunto de la Universidad Central, Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables. Dirección. Correo electrónico: btrianaa@ucentral.edu.co

Investment Strategies in R+D: Uncertainty and Competition

Bayron Triana A.

Abstract

The assessment of investment strategies in R+D of the textile products manufacturing sector in Bogotá permitted to identify the advantages and disadvantages of these strategies in the view of the attitudes to uncertainty of managers and competitive positions in the market, determining the best from a financial point of view. The strategies were defined according to the stages in a process of innovation, one in R+D and another in marketing; considering the way of interacting with the competition and characterising the sector to identify the perception of business people about innovation, cooperative agreements, mechanisms of profit appropriation and attitudes towards uncertainty.

Adopting models such as NPV and Real Options along with scenario analysis and decision tree techniques to assess the strategies, it was concluded that the most appropriate one is committing with the development of an R+D process and investing in the marketing of the results, cooperating with the competitors in the initial phase; in this way, the company would be able to create value even with a 0.85% sales growth derived from innovation.

Keyword: Value, competition, real options, innovation, textile product manufacturing sector.

JEL Code: G31

Introducción

Investigación y Desarrollo (I+D) es el proceso mediante el cual el conocimiento se transforma en crecimiento de la productividad a largo plazo y en competitividad empresarial. A pesar de tener una reconocida dosis de incertidumbre, la I+D tiene la capacidad de otorgar ganancias extraordinarias; acá se propone que para alcanzar el éxito en este ámbito hay que preocuparse más por encauzar y explotar la incertidumbre que por controlarla.

La valoración de estrategias de inversión en I+D, para permitir la toma de decisiones relacionadas con la realización, o no, de los proyectos disponibles, cobra una gran importancia y ha sido un campo de controversia entre los teóricos y prácticos de las finanzas. La selección de un modelo adecuado de valoración que permita incorporar el riesgo asociado a un proyecto es un problema que se intentó solucionar con la combinación de la propuesta de Modigliani y Miller, unida al modelo de valoración de activos de capital (CAPM) desarrollado por Sharpe y Litner en el Flujo de Caja Descontado (FCD). Al modelo resultante de la unión se le criticó que tenía poco que ver con la creación de valor a largo plazo, pues olvidaba las implicaciones estratégicas y se comportaba de manera demasiado lineal.

Dixit y Pindick presentaron luego un nuevo enfoque denominado Opciones Reales (OR), que permitía incorporar la estrategia en la valoración y daba la flexibilidad que tanto se echaba de menos en el FCD. El problema era que no se habían desarrollado modelos propios para su valora-

ción; los que existían tenían que ser adaptados de la valoración de opciones financieras de los modelos de Black Scholes y árboles binomiales, donde las variables y supuestos teóricos con los que trabajan estos modelos en muchas ocasiones no se podían igualar en el mundo real, y se tenía que recurrir a adaptaciones y representaciones que plasmaran adecuadamente las oportunidades del inversionista.

Conociendo los “pro” y los “contra” de los modelos de valoración, se decide entonces identificar las ventajas y desventajas de estrategias de inversión en I+D ante diferentes actitudes de gerentes frente al riesgo y a posiciones competitivas diversas en el mercado, y determinar así las mejores estrategias desde el punto de vista financiero para el sector productivo textil-confecciones de Bogotá.

Para este propósito se realizaron 40 encuestas a las principales empresas del sector en el año 2008, seleccionadas de acuerdo con el nivel de ventas reportado a la Cámara de Comercio de Bogotá. De un total de 148 empresas registradas, se entrevistó el 27,03% del sector, lo que brinda una confiabilidad del 95%, incluso con un error muestral del 2,94%.

Las cuestiones sobre las que se indagó incluyen: cómo se consideran los desembolsos

destinados a I+D, la forma de medir su rentabilidad o retorno, los mecanismos que los entrevistados consideran que privilegian a las empresas investigadoras en la obtención de ganancias respecto a la competencia, los planes de cooperación con otras empresas del sector para optimizar procesos o desarrollar nuevos productos, el monto de los recursos destinados a I+D y objetivos de los desembolsos, las principales ventajas competitivas y comparativas en el mercado y acciones de la competencia para contrarrestarlas, y las variables e indicadores utilizados para cuantificar la incertidumbre y los métodos de integración en la toma de decisiones. Por último, se consultó sobre el horizonte de tiempo y las estrategias de inversión utilizadas en proyectos de I+D. Los resultados de las preguntas de las encuestas fueron posteriormente analizados, integrados y sustentados durante el desarrollo de este trabajo.

El presente estudio también describe, en términos generales, las fases del proceso de I+D y sus posibles estrategias, incluyendo la situación competitiva en el mercado de la empresa (posición de la empresa y la competencia). Posteriormente se realiza un análisis de escenarios para diversas posiciones en cada una de las fases, y se comparan las estrategias con la información de ventas de las empresas del sector y las variables financieras apropiadas, para determinar cuál representa mayor bondad económica. Finalmente se estima un valor de ganancias derivado del crecimiento en ventas y la reducción en costos de producción, de acuerdo con la caracterización frente al riesgo de los directivos y las estrategias formuladas, a partir de lo cual es conveniente emprender procesos de innovación.

Dada la importancia de la I+D en el crecimiento productivo de un país y en la competitividad de una empresa, una valoración más representativa y estratégica motiva a emprender estos procesos de innovación que muchas veces dejan de realizarse por no poder cuantificar el valor estratégico de su realización.

Importancia y características de los procesos de I+D

Se ha formado un consenso alrededor del punto de vista en el que el gasto en I+D tiene un efecto notable y positivo sobre el crecimiento de la productividad, con una tasa de retorno que está alrededor del mismo valor, o por encima, de la tasa de retorno en inversiones convencionales. Esto no es sorprendente dado que la mayoría de los analistas esperarían que la financiación privada en I+D esté por lo menos al nivel de rentabilidad de otras alternativas corporativas; de otro modo, las empresas no emprenderían proyectos de I+D.

Las innovaciones exitosas generan un salto en la competitividad de las empresas mucho mayor que el incremento rutinario producido por el mejoramiento continuo. La I+D empresarial se ha convertido en una necesidad, y muchas empresas deciden implementarla en aras de la competitividad para no quedarse como simples maquilas de procesos, que tarde o temprano pueden ser condenadas a la desaparición.

Muchos países piensan que el mejor modo de obtener desarrollo económico, y por ende el social, proviene de las políticas gubernamentales dirigidas a la inversión en ciencia y tecnología, y a su capacidad de innovar, desarrollar e introducir cambios tecnológicos en los procesos productivos. Como proporción del Producto Interno Bruto (PIB), el gasto en I+D siempre ha sido relativamente bajo en América Latina, y nunca ha superado medio punto porcentual del PIB. Si se compara esta cifra con las de los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) o con las de economías emergentes del sudeste asiático, se observa que el promedio

latinoamericano sólo constituye una cuarta o quinta parte de las inversiones de estos países.

En términos reales, los gastos en I+D se han incrementado constantemente en EE.UU. y han crecido desde comienzos de los años 1950 a una tasa promedio anual del 4,6%. Como porcentaje del PIB, la inversión ha variado entre el 2% y 3% desde la década de los 1960 (The Congress of the United States - Congressional Budget Office, 2005). A finales de los 1980, sin embargo, la inversión pública en I+D se estabilizó, se mantuvo uniforme y dejó todo el crecimiento en inversión en manos del sector industrial.

En Colombia, para el período 1995–2003, se observa un descenso en este porcentaje, que pasa del 0,4% al 0,31% del PIB. La inversión privada ha descendido de manera significativa a partir de 1998, de tal suerte que en 2003 representaba tan sólo la cuarta parte de la inversión pública. Los recursos que las empresas colombianas destinan a las actividades científicas y de innovación tecnológica son aún insuficientes; y si sigue la tendencia de años anteriores, será muy difícil igualar los montos que destinan otras naciones con iguales niveles de desarrollo. El reto es incrementar de manera sostenida los desembolsos en esta área, garantizando a la vez resultados oportunos y pertinentes con el

fin de dar respuestas a las necesidades del país en un contexto de cambios permanentes, globalización y niveles crecientes de competitividad.

Por contraste, la inversión empresarial en I+D mundial se aceleró, con un crecimiento de alrededor del 10% en los últimos años. En 2007 los principales inversionistas de la UE incrementaron sus inversiones (5,3% en 2005, 7,4% en 2006), mientras que los mil principales inversionistas situados fuera de la Unión Europea alcanzaron el 11%, frente al 7,7% en 2005. El sector privado apoya fuertemente la inversión en I+D de los países, con tasas de participación del 80% respecto a la inversión total.

En economías emergentes como la colombiana, la inversión total en I+D equivale en promedio al 0,5% del PIB, una cifra muy baja frente a las de los países industrializados, y más cuando de este promedio la participación del sector privado no llega al 20%. Existe una tendencia a adaptar y asimilar tecnología en lugar de desarrollar una propia. Si el país no emprende un camino hacia la competitividad, no habrá beneficios en los nuevos acuerdos comerciales y tratados de libre comercio.

El incremento en la complejidad de las tecnologías, sumado a ciclos de vida más cortos del producto, está también forzando a las empresas a depender de la I+D como una fuente de la estrategia (Hsuan, 2001).

En realidad, las razones para hacer I+D son comprendidas de distintas maneras. Las compañías pueden utilizar I+D para desarrollar y mejorar productos, procesos y servicios o para desarrollar nuevas oportunidades de negocio; lo que no se conoce en detalle es por qué muchas compañías no invierten en I+D ni invierten extensamente en oportunidades de I+D a través del potencial y capacidad tecnológica de su negocio.

Varios autores destacan la importancia de asociar las capacidades tecnológicas de una firma con sus clientes. Cordero (1991) argumenta que la tasa de obsolescencia del producto es acelerada en muchas industrias porque los clientes están dispuestos a pagar por productos innovadores, y las empresas que no pueden suministrarlos más rápido que su competencia pierden competitividad. Dado que muchas firmas son presionadas a introducir productos con más cambios por modelo y a una tasa más rápida, el “tiempo para comercializar” se ha transformado en una medida para adquirir ventaja competitiva.

Principales estrategias de inversión utilizadas en procesos de I+D

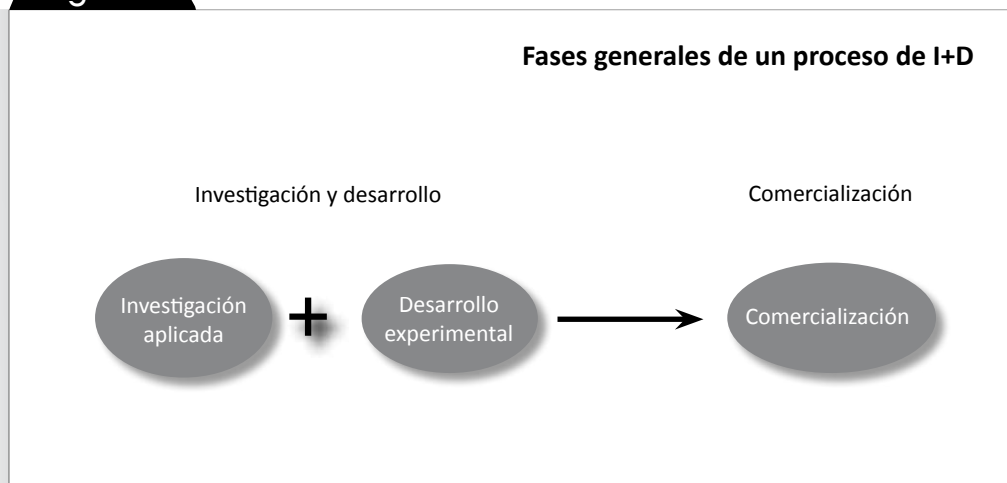
Este estudio identifica las ventajas y desventajas de estrategias de inversión en I+D para diferentes actitudes de los empresarios frente al riesgo, y determina las mejores estrategias desde el punto de vista financiero para el sector textil-confecciones de Bogotá. El estudio se refiere exclusivamente a la innovación en sentido estricto, que, de acuerdo con Nieto (2007), comprende aquellos establecimientos que desarrollan nuevos procesos y productos, pero a través de proyectos de I+D.

El *Manual de Frascati* (OECD, 2003) establece de manera técnica la adecuada medición de las actividades científicas y tecnológicas, y define la estrategia de inversión en I+D como la “estrategia de inversión intangible”, que cubre, aparte de la I+D y las otras actividades científicas y

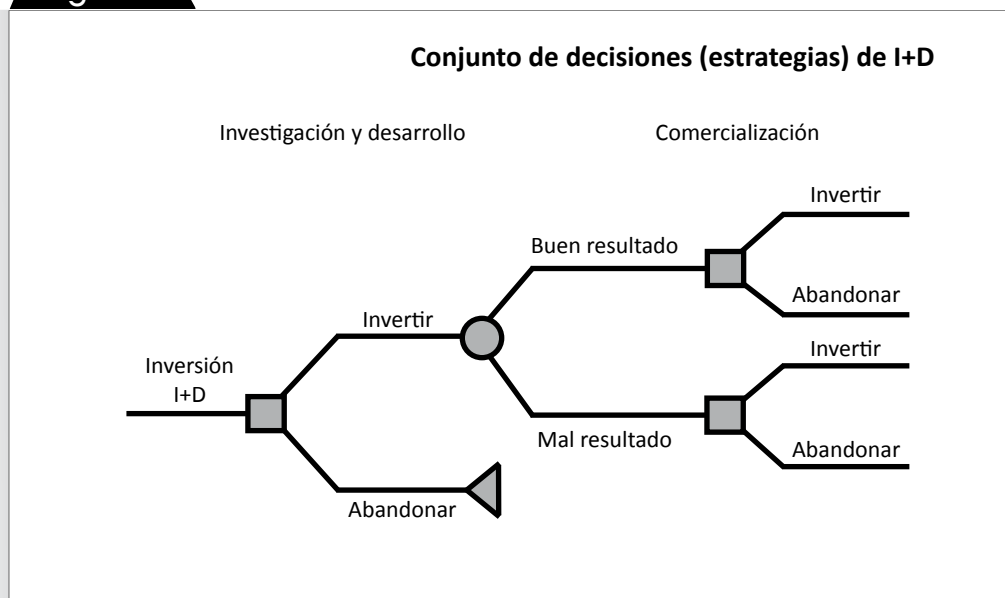
tecnológicas, los demás gastos relacionados con ésta. Al definir las actividades que componen la I+D, el *Manual* trata solamente la I+D experimental, que engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental (figura 1). Desde esta perspectiva, la estrategia de inversión en I+D se define como el conjunto de decisiones de orden financiero en el proceso de I+D que permite obtener resultados deseados sobre el producto y/o servicio en el mercado.

Las principales estrategias de inversión están basadas en dos fases: una de I+D y otra de comercialización.

Figura 1



Fuente: autor, 2009

Figura 2

Fuente: autor, 2009

Las estrategias de inversión son definidas por Timothy A. Luehrman (1998) como una serie de opciones relacionadas: “Es mucho más como una serie de opciones que una serie de estáticos flujos de caja. Ejecutar una estrategia casi siempre involucra tomar una secuencia de mejores decisiones”. Desde el punto de vista de Luehrman, una estrategia de inversión estaría dada entonces por el conjunto de decisiones sobre cuándo invertir, cuándo aplazar la inversión y cuándo abandonar o no invertir en las etapas de I+D y comercialización, con el fin de maximizar el retorno sobre la inversión o, en el caso holístico de la empresa, maximizar su valor (figura 2).

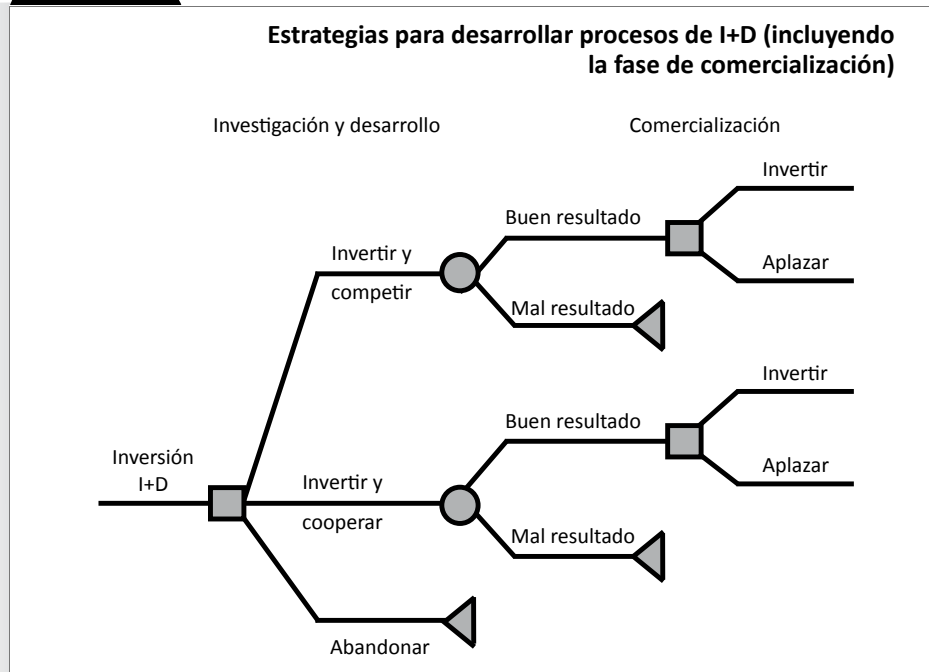
Otros autores reconocidos en el área de análisis de estrategias de inversión son Lenos Trigeorgis y Han T.J. Smith (2004), quienes describen las estrategias de inversión en las dos etapas competitivas del proceso de I+D, en condiciones de demanda incierta y considerándolas como un juego en el que se asume una

estructura de mercado duopólica. Para ellos, la estrategia consiste en enfrentarse a las decisiones sobre la conveniencia de invertir en I+D y cuándo hacerlo; seguidas por las decisiones sobre la inversión en comercialización o no. Aunque en las anteriores estrategias se consideraba a la empresa en un medio competitivo, el valor agregado de las posibles estrategias de inversión para Smith y Trigeorgis es considerar que la competencia puede colaborar en la primera etapa del proceso de I+D – Coopetition.

Esta situación trae nuevas decisiones –y por lo tanto nuevas estrategias– sobre si cooperar o no en la etapa de I+D experimental con la competencia por medio de *Coopetition*, para compartir costos y beneficios de la etapa inicial que, a su vez, es la más incierta.

Primera etapa. Investigación y desarrollo experimental (I+D)

1. Invertir, comprometerse con un proceso de I+D y competir.
2. Invertir, comprometerse con un proceso de I+D y cooperar.
3. Aplazar la inversión en I+D.

Figura 3

Fuente: autor, 2009

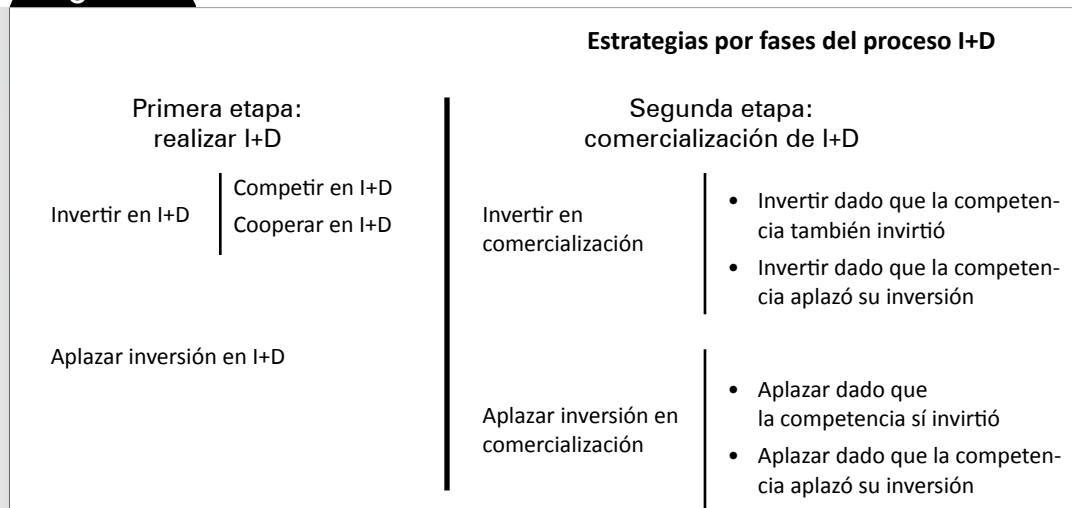
Segunda etapa. Comercialización

1. Invertir en comercialización.
2. Aplazar la comercialización.

Las decisiones en esta etapa podrían sintetizarse así: ¿invertir en I+D?; e ¿invertir en comercialización (introducción

del resultado de I+D en el mercado)? La ausencia o presencia de las interacciones competitivas es otro aspecto fundamental en la clasificación y valoración de oportunidades de inversión real.

Si se incluye a la competencia, las estrategias quedarían como se muestra en la figura 4:

Figura 4

Fuente: autor, 2009

Cambiar el supuesto sobre la competitividad de las empresas en la fase de I+D por la oportunidad de cooperar con la competencia y competir en la fase de comercialización implica que, desde el punto de vista del conjunto de decisiones de orden económico para maximizar la ganancia, se llegue a nueve estrategias de inversión en I+D y comercialización, frente a las cinco que se tenían bajo el supuesto de que la empresa siempre compite en la fase inicial.

Si se asume que en caso de un mal resultado en la fase de inversión en I+D, la empresa no recibe ningún beneficio, al igual que al aplazar, se reducirían las estrategias a un conjunto de cuatro, incluidas las de cooperación con la competencia en la fase de I+D. La estrategia se

toma en relación con el máximo beneficio que se pueda obtener al adoptar la misma, que está dado por el incremento en las ventas producido por una mayor participación en el mercado frente a la competencia, y por la disminución en costos de operación, el cual se debe a procesos técnicos internos de la compañía.

Para que una compañía alcance el éxito por medio de I+D e incremente su valor, se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales: qué posición se va a tomar frente al mercado (la manera directa de competir en el sector) y qué enfoque adoptar respecto al proceso de investigación. En otras palabras, se trata de decidir si competir 100% para reducir costos de operación y obtener una ventaja competitiva, por eficiencia del proceso de producción frente a la competencia, o cooperar para competir únicamente en la etapa de comercialización o introducción de la I+D.

La incertidumbre en I+D

Los problemas que frecuentemente dejan desorientadas a las compañías en los mercados ahondan sus raíces en la incertidumbre tecnológica, en las señales ambiguas del mercado y en las estructuras competitivas incipientes que distinguen los procesos de I+D de los demás establecidos en las empresas (Day, Shoemaker & Gunther, 2000). De ahí que la incertidumbre sea el elemento central de los procesos de I+D, dado que se toman decisiones de inversión sobre un resultado futuro que implica el comportamiento poco conocido de variables, con resultados aleatorios en un mundo de posibilidades, lo cual crea oportunidades a los directivos para prepararse ante cualquier evento y planes contingentes que garanticen el máximo valor para la compañía.

Es común creer que la función del gerente es controlar la incertidumbre. La I+D desafía de manera directa estas suposiciones, contradice los análisis normales y se preocupa más por encauzar y explotar la incertidumbre que por controlarla; por eso es necesario conocer la incertidumbre, definir las principales fuentes y observar el impacto que tienen en las decisiones de inversión.

Hirshleifer y Riley (1979) separan la literatura analítica acerca de la información y la incertidumbre en dos ramas bastante diferenciadas, una dedicada a considerar la incertidumbre endógena de un sistema, y otra que considera la incertidumbre de variables exógenas.

Se deduce que en la primera fase del proceso de I+D las principales fuentes de incertidumbre financiera son los costos técnicos y operativos, las acciones de la competencia, el costo de oportunidad, la llegada de nuevas tecnologías y el ambiente competitivo. En la segunda etapa la principal preocupación es la de los futuros beneficios, ya sean por ventas, con un mayor margen operacional o por reducción de costos y gastos; sin embargo, otro aspecto que interesa en esta segunda etapa es el ambiente competitivo, no en el mismo sentido de la primera etapa respecto a las acciones de la competencia, sino en el de la participación del mercado que se alcanza por la innovación.

Caracterización de las actitudes frente a la incertidumbre y resultados de I+D

Es posible medir la aversión al riesgo de una persona natural o jurídica conforme al valor de su prima de riesgo. Cuanto mayor sea ésta, mayor será su aversión: el signo de la prima de riesgo muestra si verdaderamente presenta aversión (cuando es positivo) o si es tomador (cuando es negativo) (Aguado, 2007).

Al formular a los directivos de las empresas del sector textil-confecciones en Bogotá la pregunta: ¿consideran que los desembolsos destinados a I+D son una inversión?, el 95,45% de las 40 empresas consultadas¹ considera que la inversión en I+D es una inversión y el 4,55% considera que es un gasto.

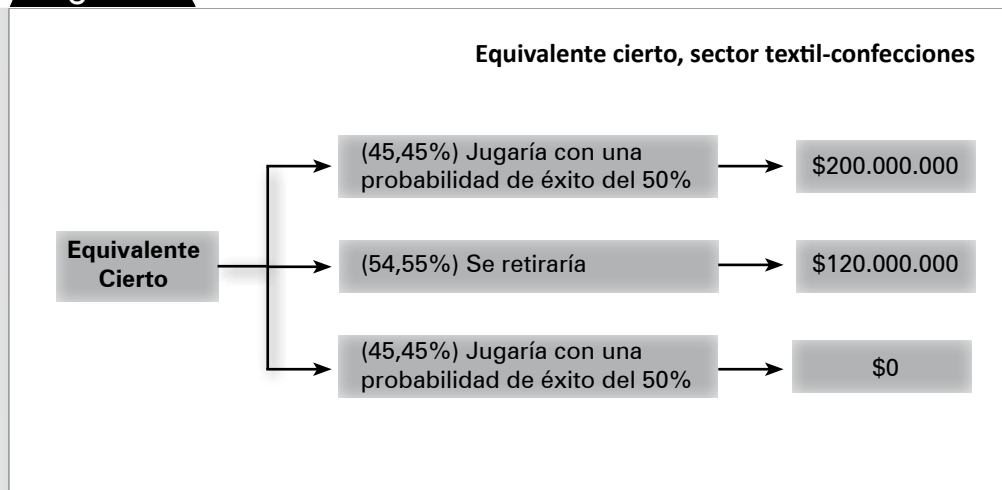
Considerar estos desembolsos como un gasto evidencia una completa aversión al riesgo, ya sea porque nunca se han realizado desembolsos, porque los desembolsos tienen un beneficio posterior al esperado por la firma o simplemente porque no se valoran de manera adecuada los beneficios derivados de la I+D. Es claro que cuando se considera una inversión, así sea de manera implícita, se acepta que tiene riesgos asociados y al invertir se es tomador de esos riesgos.

Con la pregunta ¿se retiraría o participaría en un juego en el que puede ganar \$200.000.000 o perder \$120.000.000 con igual probabilidad?, se pretendía medir la aversión al riesgo de la empresa. Los resultados muestran que el 54,55% de las empresas se retirarían ante una oportunidad de ganar \$80.000.000 con una probabilidad de éxito del 50%, o perder \$120.000.000 en caso de equivocarse; en cambio, el 45,45% se arriesgaría a jugar. Las empresas adversas y neutrales a la incertidumbre preferirán los \$120.000.000 antes que jugar.

Sin embargo, hay una suma que les haría dudar y mostrarse indecisas entre aceptar ese dinero o jugar. Esta cantidad se conoce con el nombre de *Equivalente Cierto* (Aguado, 2007), que, de acuerdo con los resultados para el sector textil-confecciones, se inferiría de la siguiente manera:

¹ Se seleccionaron aquellas que representan el 80% de ventas del total de empresas registradas para la actividad textil-confecciones, de acuerdo con el vademécum de los registros públicos de la Cámara de Comercio de Bogotá, consultado el 21 de septiembre de 2009.

Figura 5



Fuente: autor, 2009

$$EC = (\$200 \times 0,5 \times 0,4545) + (\$120 \times 0,5455) + (\$0 - 0,5 \times 0,4545)$$

$$EC = \$110,91$$

La prima de riesgo, que es la cantidad de dinero a la que estaría dispuesto a renunciar el sector para evitar el riesgo, estaría dada por Aguado (2007):

$$R = VEM(200,0) - EC$$

$$R = \$100 - \$110,91 = -\$10,91$$

donde VEM es el valor esperado medio de la decisión de jugar y EC es el equivalente cierto.

Como la prima de riesgo es negativa, significa que para este ejercicio el sector se mostró tomador del riesgo, a pesar de que fueron más los que decidieron retirarse. El porcentaje que decidió jugar arriesgando \$120.000.000 por ganar \$80.000.000 fue significativo, y arrastró los resultados hacia el amor por el riesgo. Si bien el 95,45% de las empresas encuestadas considera como inversión los desembolsos destinados a actividades de I+D y son conscientes de que para ser competitivos es necesario afrontar la incertidumbre asociada a estos procesos y comprometerse con pro-

yectos sobre los cuales no se conocen los resultados ni el retorno sobre la inversión, tan sólo el 45,45% tiene una actitud tomadora de incertidumbre.

El 4,55% de las empresas definitivamente es adverso a la incertidumbre derivada de la I+D, lo que induce a pensar que el 50% de las empresas del sector textil-confecciones de Bogotá son neutrales al riesgo y están dispuestas a tolerar ciertos niveles de incertidumbre derivada de la I+D, con el objetivo de innovar, estar a la vanguardia de los procesos y productos y ser competitivas en el mercado. En conclusión, las empresas del sector textil-confecciones, de acuerdo con sus respuestas, se pueden clasificar como inversionistas neutrales al riesgo, con una tendencia a convertirse en tomadores, pero de ninguna forma se pueden considerar con aversión al riesgo.

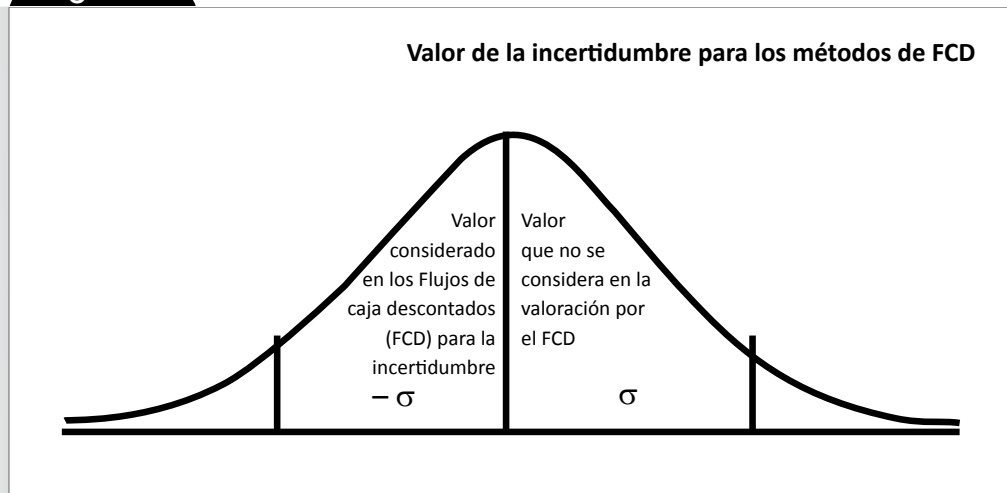
Es importante resaltar que las empresas que son adversas a la incertidumbre generada por la I+D tienen una participación en ventas del mercado del 0,46%, 0,42% y 0,37% para los años 2006, 2007 y 2008 respectivamente, lo que significa que han disminuido su participación en el sector en 10,76% en promedio por año. Esto confirma que para ser competitivo en el sector no se puede tener una actitud adversa a la incertidumbre y se deben emprender procesos de innovación; de lo contrario, se exponen a la desaparición.

5.1 Empresas adversas a la incertidumbre de I+D

Para los empresarios adversos a la incertidumbre asociada a la I+D se recomienda, de acuerdo con Mascareñas (2007), evaluar decisiones de inversión con el modelo de Valor Presente Neto (VPN), ya que este modelo infravalora el proyecto de inversión si éste posee una flexibilidad operativa u oportunidades de crecimiento contingentes, lo que sucede cuando la directiva puede sacar el máximo partido de la incertidumbre de los futuros flujos de caja. Este mode-

lo da un tratamiento negativo a la incertidumbre; es decir, se toma como algo nocivo para el proyecto, que disminuirá su valor en el tiempo. No obstante, la incertidumbre, si bien puede afectar negativamente el flujo de caja, también puede hacerlo de forma positiva; entonces se estaría subvalorando cualquier flujo de caja con alta incertidumbre σ , ya que si se supone que ésta se distribuye normalmente, se estaría asumiendo en la valoración un comportamiento negativo para el futuro.

Figura 6



Fuente: autor, 2009

Por las anteriores razones, el modelo de VPN es apropiado para los empresarios adversos al riesgo, ya que considera que la incertidumbre afecta el retorno de sus futuros flujos de caja; y por lo tanto, proyectos con alta incertidumbre, como los de inversión en I+D, deben ser castigados y sólo realizarse si hoy el valor presente de los ingresos es mayor que el costo de adquisición y realización.

5.2 Empresas neutrales y empresas tomadoras de riesgo

Tanto las empresas que son tomadoras de riesgo como aquellas que son neutrales pueden evaluar las de-

cisiones de inversión en proyectos de I+D con modelos basados en opciones reales (OR), que se fundamentan en el hecho de que la decisión de invertir puede ser alterada fuertemente por la irreversibilidad, la incertidumbre y el margen de maniobra del decisor.

La mayoría de los proyectos de inversión implican un desembolso para comprar o realizar un activo, lo que es análogo a ejercer una opción. De esta manera, la cantidad invertida, ya sea en la fase de comercialización o en la fase de I+D, es el precio de ejercicio (X) de

la opción de comercializar los resultados de I+D. El valor (S) del activo comprado o producido está dado por el incremento en ventas o la reducción en costos que se derivan de la innovación. El tiempo que la empresa puede esperar sin perder la oportunidad de invertir es el tiempo hasta el vencimiento (T), y el valor del riesgo del proyecto viene reflejado por la desviación típica de los rendimientos de la acción (σ) (ver figura 6); el valor temporal viene dado por la tasa de retorno esperada (r).

Con la opción de *aplazar* una inversión, se adquiere un tiempo extra para explorar y pronosticar la tendencia de los futuros acontecimientos, lo cual minimiza la probabilidad de incidir en costos causados porque los acontecimientos se hayan desarrollado en contra de lo previsto (Luehrman, 1998). Cuanto mayor sea el tiempo (T) del que se dispone para demorar la decisión final, mayor será la posibilidad de que los acontecimientos se desarrollen de forma favorable y aumente la rentabilidad del proyecto; si no, el decisor renunciaría a realizar el proyecto para evitar una pérdida innecesaria (Mascareñas, 2007).

Situaciones competitivas del sector textil-confecciones

El Índice de Herfindhal-Hirschman (IHH) es una medida aceptada de concentración del mercado de una industria en su conjunto. Para inferirlo, se debe calcular la participación en ventas de cada una de las empresas en el mercado, participaciones que se elevan al cuadrado y luego se suman las cifras resultantes. La interpretación de los valores de IHH es la siguiente:

Tabla 1	
Índice de Herfindhal-Hirschman	
Primaria completa o incompleta	Menor de 1.000
Secundaria completa o incompleta	Entre 1.000 y 1.800
Técnica o tecnológica Compl. / Incompl.	Mayor de 1.800

Fuente: autor, 2009

Al inferir el IHH para los sectores textil, confecciones, y textil-confecciones en conjunto, de las empresas que participan y venden en el mercado de Bogotá, se encuentra que ninguno está altamente concentrado; es decir, las empresas no tienen poderes monopólicos ni oligopólicos. De esta manera, el conjunto textil-confecciones se puede considerar en competencia (tabla 2).

Tabla 2			
Índice Herfindhal-Hirschman del sector textil-confecciones			
IHH	2006	2007	2008
Textil (T)	560,79	562,14	569,85
Confecciones (C)	1479,11	1441,65	1511,00
T + C	472,20	491,29	540,13

Fuente: autor, 2009

El índice de concentración del mercado entre los años 2006 y 2008 se incrementó, aunque no tanto para volverse concentrado, lo cual demuestra que muchas empresas han incrementado la participación en ventas del mercado de Bogotá, y han hecho desaparecer o reducir a los pequeños productores.

La situación competitiva general es de desconcentración del mercado. En una situación de este tipo, hay un número grande de compradores y vendedores, las acciones de un solo individuo no pueden afectar el precio de los productos y existe una perfecta movilidad de recursos; además, los productos de las empresas en el mercado no son homogéneos, lo que hace que no se pueda clasificar como un mercado en competencia perfecta, pero sí altamente competitivo.

No es posible asignar roles o situaciones competitivas a las empresas como sí podría hacerse en estructuras de mercado monopólicas, duopólicas e incluso oligopólicas; esto último sucede en los modelos de equilibrio de Cournot, Edgeworth y Chamberlin de la teoría microeconómica.

Así, existe una sola situación competitiva para todas las empresas del sector textil-confecciones y es posible definir la valoración no en torno a la situación de la empresa en el mercado, sino con su aversión al riesgo, ya sea ésta tomadora o adversa.

6.1 Apropiación de los beneficios de la innovación en mercados competitivos

Al investigar sobre los mecanismos que permiten obtener ganancias por medio de I+D en un mercado competitivo, se puede visualizar cómo las empresas perciben al competidor; dependiendo del perfil de cada empresa de la competencia, se emprenderán estrategias y se utilizarán ciertos mecanismos para controlarla.

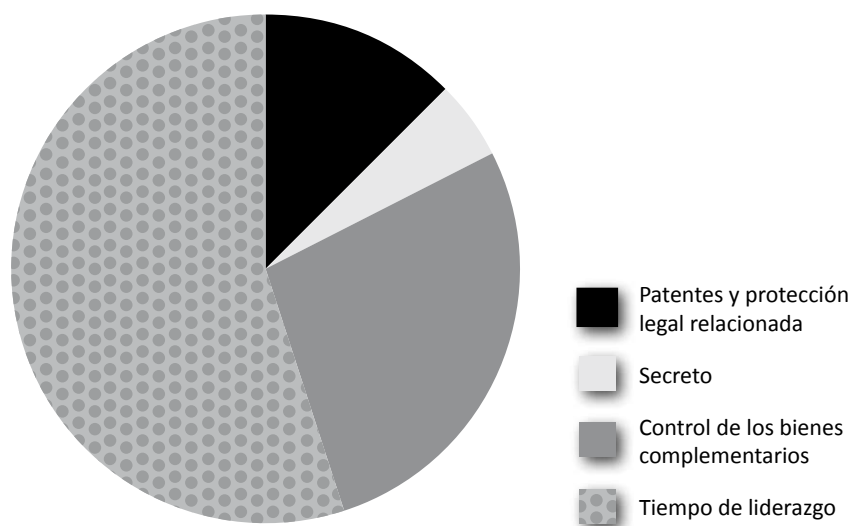
En la figura 7 se observa que el *tiempo de liderazgo* es el mecanismo que se considera más efectivo para apropiarse de las ganancias generadas en un proceso de I+D, por las empresas del sector textil-confecciones. Estos resultados inducen a pensar que los ciclos de vida de los

productos son cortos, la competencia muy alta y la industria especializada en conocimiento. Las constantes innovaciones en nuevas colecciones, procesos productivos, materiales y tendencias obligan a innovar o, en su defecto, a imitar los avances de los demás. Esta última opción hace que se pierda toda la ganancia de los tres primeros cuartos del ciclo de vida del producto, ya que la mayoría de personas está interesada en usar los diseños más recientes y los procesos de innovación tienen un horizonte de planeación de seis meses.

Lo importante con este mecanismo de apropiación de ganancias de I+D es maximizar la demanda del mercado para nuevos productos y servicios, crear nuevas oportunidades tecnológicas, responder a las necesidades de los clientes, reducir costos de proceso y producto, mejorar la productividad del personal por aprendizaje, la eficiencia de maquinaria y equipo y la calidad del producto.

Figura 7

Mecanismos para privilegiar a las empresas innovadoras en la obtención de ganancias frente a la competencia



Fuente: autor, 2009

6.2 Alianzas cooperativas con la competencia

Al realizar la pregunta sobre si las empresas del sector textil-confecciones han desarrollado o tienen planes de cooperación con otras empresas para optimizar procesos o desarrollar nuevos productos, el 60% de las empresas respondió "No". Esto permite concluir que las estrategias de inversión en I+D son principalmente competitivas, es decir, se busca que los resultados sean exclusivos, para apropiarse de toda la ganancia derivada de estos procesos de innovación.

Si se considera la participación en ventas del mercado, las empresas que respondieron que sí realizaban alianzas estratégicas corresponden al 51,9% del total de ventas de las empresas entrevistadas para 2008, aunque el número de empresas que no realizan alianzas estratégicas de cooperación para optimizar procesos o desarrollar nuevos productos es mayor que el de aquellas que sí las realizan. Estas últimas tienen una mayor participación en ventas en el mercado, que puede estar dada por la incursión en nuevos nichos que surgen de las alianzas y la fusión de mercados específicos de cada una de las integrantes, o simplemente porque los resultados de I+D producto de la alianza les permiten tener una ventaja competitiva respecto a los demás participantes del mercado.

Las empresas que han desarrollado o tienen planes de cooperación con la competencia argumentan que lo ha-

cen principalmente por reducir costos de innovación, con lo cual se optimizan y reducen los costos de producción. En segundo lugar, estas empresas pretenden incrementar las ventas aumentando la participación del mercado. El no emprender alianzas con la competencia en procesos de innovación se debe principalmente a la estrategia de inversión de la empresa, que quiere tener opciones exclusivas y apoderarse de todos los beneficios derivados de la innovación (46,15%).

Acerca de los procesos cooperativos, las empresas consideran que mucho del *know-how* de la compañía se va hacia sus rivales; así, prefieren competir con tiempo de liderazgo y buscan formas de introducir nuevos conceptos, precios y servicios para ganar posicionamiento y obtener en exclusiva el máximo de ganancias a partir de la innovación. De acuerdo con la actitud y racionalidad de las empresas del sector textil-confecciones de Bogotá, se proponen estrategias de inversión en I+D que se ajusten a esas características, tanto respecto a la forma de competir como a la incertidumbre del mercado, para que sean adoptadas por los empresarios. Además, se informa sobre cuáles son las de mayor valor y las más convenientes para cualquier empresa desde el punto de vista financiero.

Valoración de estrategias de inversión en I+D en el sector textil-confecciones

El valor de las estrategias de inversión en procesos de I+D depende del éxito de la primera fase; es decir, para obtener beneficios futuros en la comercialización –como incrementar la participación en el mercado, aumentar los ingresos y/o disminuir costos de producción– es necesario obtener resultados favorables en la fase inicial. Estos resultados dependen del riesgo endógeno de la compañía, el cual se puede incorporar a la valoración por medio de árboles de decisión. En cuanto a la incertidumbre exógena o de mercado, se busca incluirla en el modelo de valoración, ya sea en la tasa de descuento, como en el VPN, o como una variable independiente, en el caso de los modelos con opciones reales (OR).

Las estrategias que deben valorarse y compararse son:

Estrategia I. Invertir, comprometerse con el desarrollo de un proceso de I+D y luego invertir en la comercialización de los resultados, compitiendo en todas las etapas del proceso.

Estrategia II. Invertir, comprometerse con el desarrollo de un proceso de I+D y luego aplazar la comercialización de los resultados, compitiendo en todas las etapas del proceso.

Estrategia III. Invertir, comprometerse con el desarrollo de un proceso de I+D y luego invertir en la comercialización de los resultados, cooperando con la competencia en la fase de I+D.

Estrategia IV. Invertir, comprometerse con el desarrollo de un proceso de I+D y luego aplazar la comercialización de los resultados, cooperando con la competencia en la fase de I+D.

Para valorar las estrategias en todas las empresas del sector textil-confecciones, fue necesario indagar y construir, de acuerdo con la teoría, muchas de las variables que requieren modelos como VPN y OR, y herramientas de análisis como los árboles de decisión.

Se identificaron en las empresas tres horizontes de tiempo aplicables a los proyectos de innovación en el sector textil-confecciones. El primero va destinado a su *vida útil*, es decir, el tiempo en el que se obtienen beneficios monetarios, considerado en promedio de dos años. El segundo horizonte es de seis meses, denominado *tiempo de liderazgo*, y se define como el intervalo durante el cual se pueden aprovechar totalmente los resultados de la I+D antes de que las demás empresas competidoras reaccionen. Finalmente se establecieron seis meses como *tiempo de desarrollo*, equivalentes a la duración de la fase de I+D antes de la comercialización, tanto para la empresa como para los competidores.

De acuerdo con Ortega-Argilés (2009), los desembolsos destinados a I+D, de las 2 mil principales empresas que invierten en este rubro, alcanzan en promedio 3,77% del total de ventas. Cuando se consultaron los datos de la Comisión Europea (2009) se encontró que las ventas crecen en promedio el 7,2% como re-

sultado de los procesos de I+D. Además, se va a tomar para la valoración a lo largo de todos los métodos una tasa libre de riesgo del 7,5%² y una rentabilidad del mercado del 9,08%³ anual; el coeficiente beta se tomó como 1,2 que es el índice de correlación entre la rentabilidad del IGBC y la rentabilidad de Fabricato, única empresa del sector textil-confecciones con información completa en la bolsa de valores para el período enero de 2006 a diciembre de 2009. Además, al consultar la página pages.stern.nyu.edu/~adamodar/ para el beta de la industria de confecciones, se encontró que éste es de aproximadamente 1,2.

Rf: Tasa libre de riesgo = 7,5%

Rm: Rentabilidad del mercado = 9,08%

β: Beta (correlación con el mercado) = 1,2

i: Tasa ajustada por el riesgo

$i = R_f + \beta (R_m - R_f) = 9,4\%$

Considerando las variaciones porcentuales en ventas para los años 2006, 2007 y 2008, se infirió la máxima reducción posible en la participación del mercado, equivalente al 1,022%. Finalmente, para estimar la volatilidad asociada a procesos de I+D se presenta el estudio realizado por Han Smith y Lenos Trigeorgis (2004, p. 6) donde se analiza la volatilidad industrial en I+D, de acuerdo con los retornos de las principales empresas para el período

1988-1998. Se obtiene $\sigma = 0,45$ anual para los sectores más inciertos; además, teniendo en cuenta que cada vez los ciclos de vida de producto son más cortos, se decidió redondear este dato en 0,5 anual.

7.1 Valoración de las estrategias en la segunda fase

7.1.1 Invertir en comercialización de los resultados de I+D

- **Escenario A.** Comercializar cuando se finaliza la fase de I+D, con incremento en la participación en el mercado de la competencia

Ésta es la situación en que los competidores incrementarán su participación en el mercado⁴ en el período t , a pesar del ejercicio inmediato de la empresa de su opción real para invertir en la comercialización de los resultados una vez finalizada la etapa de I+D. Este incremento en la participación de la competencia reduce el valor S del proyecto de I+D, en una cantidad equivalente al valor presente de los descuentos, dado por la disminución en la participación del mercado

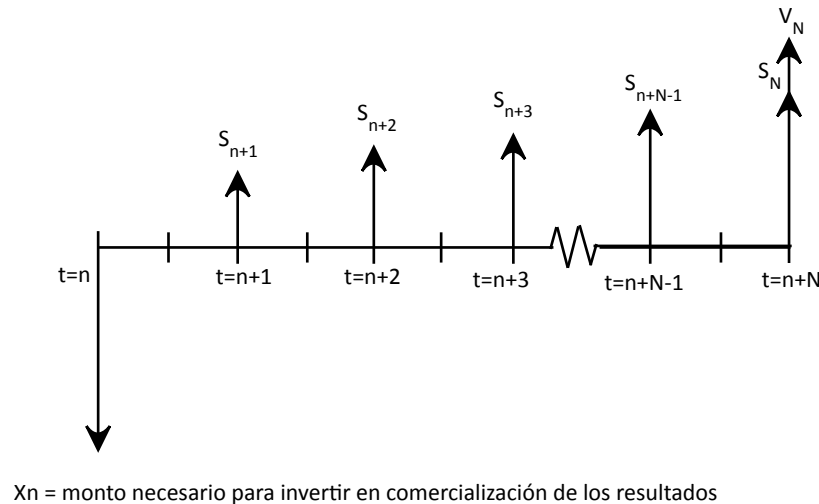
$$S' = \left(S - \frac{K}{(1+r)^t} \right) \quad (1)$$

donde K es igual a la reducción en el valor del proyecto después del incremento en la participación de la competencia; y t = tiempo que se demora la competencia en introducir sus innovaciones, luego de que se conocen los resultados de I+D de la empresa.

- 2 Tomada de pages.stern.nyu.edu/~adamodar/ el día 20 de febrero de 2009. Allí se establece la tasa libre de riesgo en 4,5% anual para el mercado norteamericano, y el riesgo país para Colombia está estimado en 3%.
- 3 Cálculos realizados por el autor con base en la rentabilidad diaria del Índice de la Bolsa de Valores de Colombia para el período enero de 2006 a diciembre de 2009.
- 4 El incremento en la participación puede estar dado por resultados exitosos de I+D en empresas que son competencia, mejoras en calidad, mejoramiento continuo de procesos, estrategias de mercados, entre otras herramientas de gestión. No obstante, para este análisis en particular y considerando que el sector es altamente competitivo y que la mayoría de técnicas mencionadas ya debería estar implementada, se considerará que el incremento en las ventas está dado por un proceso de innovación exitoso de la competencia, que repercutió en mejor calidad, diseños o precios.

Figura 8

Valoración de estrategias en la segunda fase por medio del VPN



Fuente: autor, 2009

La oportunidad de inversión real en la fase de comercialización bajo el escenario A tiene un $VPN' = S' - X$ que es menor que VPN.

Llevando al período inicial los flujos de caja positivos S y los negativos X , se tendría la valoración: $VPN = S - X$. No obstante, como la innovación de la competencia disminuye el valor de los flujos en una constante k , el VPN de esta estrategia de inversión quedaría: $VPN' = S' - X$. Si este resultado es positivo, proporciona el criterio al inversionista para comercializar los resultados de la primera fase, después de incluir y valorar los riesgos endógenos de la fase de I+D. En cambio, si se valora con el método de las OR, permanecerían constantes los resultados, ya que en este caso no hay flexibilidad en la decisión y se invertiría inmediatamente después de la I+D en la comercialización del producto, eliminando las OR del proyecto en la segunda fase.

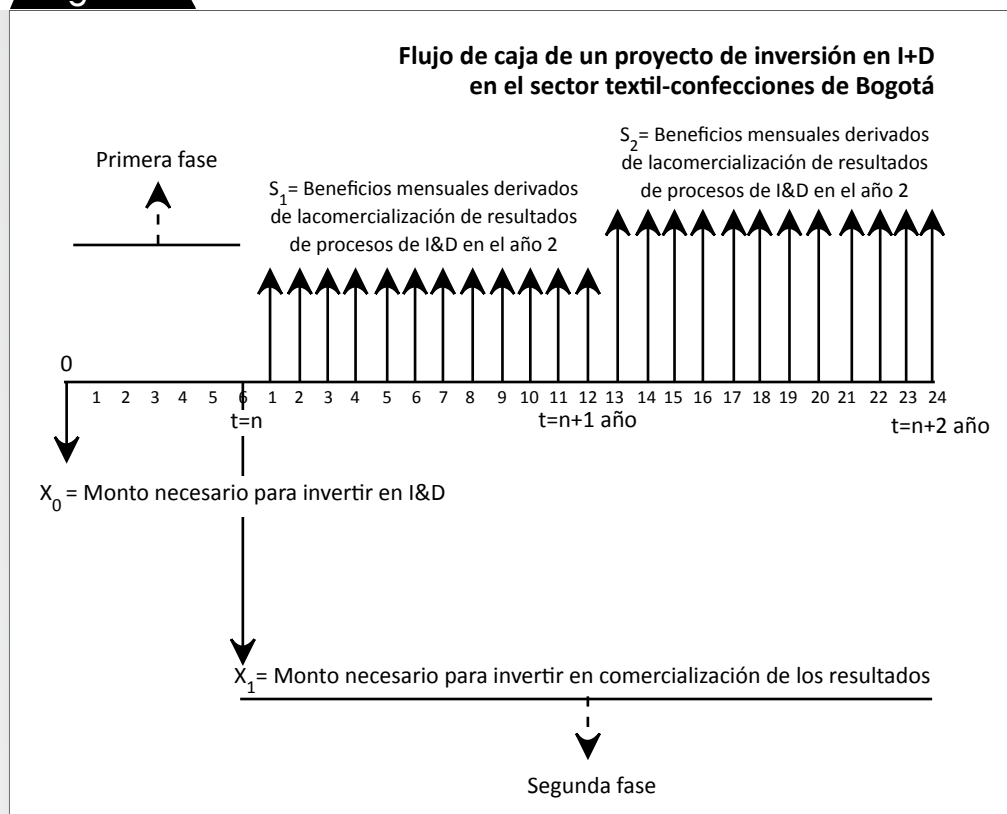
- **Escenario B.** Comercializar cuando se finaliza la fase de I+D sin incremento en la participación en el mercado de la competencia

La empresa ejercitaría su OR de comercializar inmediatamente después de finalizar la etapa de I+D (es decir,

comercializar en $t = n$). Por esto, el compromiso temprano de capital, X , evitaría exitosamente el incremento en la participación del mercado de la competencia durante un tiempo de liderazgo. Esta situación consiste en emprender un proyecto de valor S en ausencia de incrementos de la demanda de la competencia; así, el VPN de la oportunidad es $S - X$.

En este escenario, los flujos positivos en el inicio S serían mayores que en el anterior, dado que no hay traslado de las ganancias de la empresa hacia los demás competidores; igualmente no existiría flexibilidad puesto que no se tiene OR sobre el proyecto. Al valorar los escenarios A y B para las 148 empresas del sector, se observa que el escenario B domina al A; sin embargo, la diferencia entre el VPN de los dos escenarios no es tan marcada como se esperaba, debido a una alta tasa de crecimiento en ventas producto de la I+D, y a una baja tasa de reducción en la participación del mercado por innovaciones de la competencia.

Figura 9



donde: $X_0 = \%Inversión_I \& D * Ingresos_Operacionales * \frac{1}{5} = 3,77\% * IO * 0,2$

$$X_1 = \%Inversión_I \& D * Ingresos_Operacionales * \frac{4}{5} = 3,77\% * IO * 0,8$$

$$S_1 = \frac{Ingresos_Operacionales * Crecimiento_Ventas_Por_I \& D}{12} = \frac{IO * 7,2\%}{12}$$

$$S_2 = \frac{IO((1 + Crecimiento_Ventas_Por_I \& D)^2 - 1)}{12} = \frac{IO((1 + 7,2\%)^2 - 1)}{12}$$

$$S'_1 = S_1(1 - Reducción\ por\ participación\ del\ mercado\ competencia) = S_1(1 - 1,022\%)$$

$$S'_2 = S_2(1 - Reducción\ por\ participación\ del\ mercado\ competencia) = S_2(1 - 1,022\%)$$

7.1.2 Aplazar comercialización

- **Escenario C.** Aplazar la comercialización de los resultados de I+D, sin incremento en la participación en el mercado de la competencia

Sin reducción en las ventas por incremento en la participación del mercado de la competencia, una empresa del sector podría tender a demorar la introducción de un nuevo producto,

esperando a que se resuelva la incertidumbre de aceptación del mercado, pero manteniendo su oportunidad de inversión como una opción hasta T. Como la inversión en comercialización genera un flujo de caja constante D (porcentaje del valor total S del proyecto), una vez es implementada, el valor de esta opción sería, mediante el modelo de valoración de opciones de Black Scholes, ajustado por una constante de pago de dividendo D.

$$\text{Call}(S, T, r, \sigma, X, D) = Se^{-DT} N(d'_1) - Xe^{-rT} N(d'_2)$$

$$\text{donde } d'_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left((r-D) + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \text{ y } d'_2 = d'_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Cuando los flujos de caja que se dejan de percibir por aplazar la comercialización D son muy pequeños en relación con el valor S del proyecto, y cuando la vida útil de los beneficios de la comercialización es larga, entonces el valor de la opción $\text{Call} \geq \text{VPN} > \text{VPN}'$ o $\text{Call} > B > A$ (es decir, el escenario C dominaría al B, el cual a su vez dominaría al escenario A, para valores pequeños de D , y VPN bajos). En realidad, al tener la oportunidad de esperar para tomar la decisión de comercialización, se está creando flexibilidad para el proyecto: en el momento de invertir se recibirían unos beneficios S (menos los flujos de caja del tiempo de espera para tomar la decisión D) que aporta el valor de la opción.

• **Escenario D.** Aplazar la comercialización de los resultados de I+D, con incremento de la participación en el mercado de la competencia

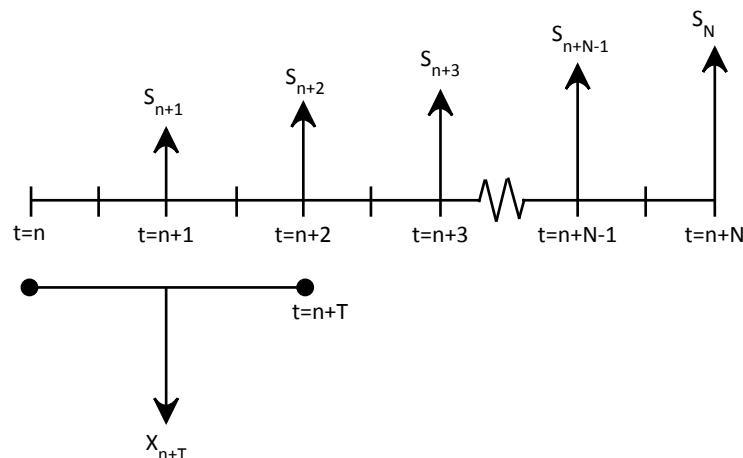
Aquí la empresa decide mantener la opción (es decir, esperar hasta el tiempo de vencimiento T , de los resultados de la I+D, antes de comercializar anticipadamente) a pesar del

incremento de la competencia en la participación del mercado en t . El valor total de la oportunidad es entonces VPN expandido = $C(S', T, X, r, \sigma, D)$, donde S' está dada por la ecuación (1) (p. 28); el VPN expandido en el período $t = n$ es la solución al modelo de Black Scholes con valor del proyecto S' , donde S' es igual a S menos el valor presente de los “descuentos” competitivos (valor presente de los flujos que se dejan de recibir por reducción en las ventas causada por el incremento en la participación del mercado de la competencia). Si la opción real no es ejercitada anticipadamente para evitar incremento en las ventas de la competencia, la empresa perderá los flujos en concurso en el instante t .

En este escenario ocurre la pérdida más grande anticipada en el valor del proyecto, debido a una mayor participación de la competencia (el mayor descuento competitivo, K) y al menor valor de la oportunidad, VPN expandido, cuando la empresa decide esperar a pesar de la reducción en ventas por incremento en la demanda de los competidores, para conocer la aceptación del mercado y resolver la incertidumbre.

Figura 10

Flujo de caja teniendo en cuenta la flexibilidad en la decisión de comercializar los resultados de I+D



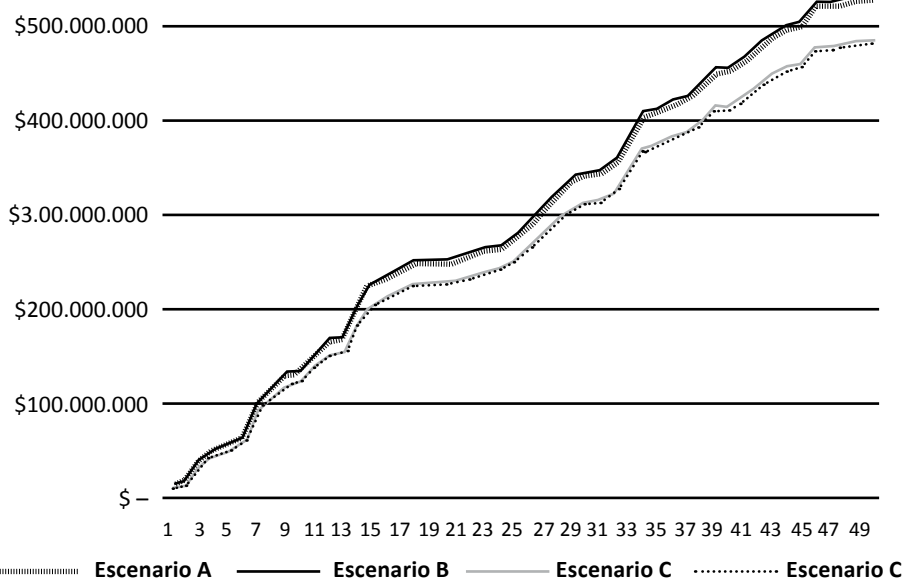
El flujo X_{n+T} corresponde a la decisión de inversión sobre la comercialización de los resultados de I+D, que se realizan con la expectativa de recibir un beneficio S . En la inversión de la fase de I+D se asume que los principales riesgos involucrados son endógenos, mientras que en la segunda inversión se supone que los principales riesgos son de aceptación del mercado. Dado que la inversión X_{n+T} es función de condiciones óptimas no anticipadas, se permite la

posibilidad de demorar su implementación hasta encontrar un valor óptimo (Bereciartua, 2001).

Al valorar los escenarios C y D para el sector textil-confecciones se obtiene que el C domina al D, aunque, al igual que con los escenarios A y B, esa diferencia no es tan significativa como se creía, dado que la reducción en ventas por incremento en la participación de la competencia no es limitante si se compara con la tasa de crecimiento en ventas producto de la I+D del 7,2%.

Figura 11

Valor de invertir y aplazar en la etapa de comercialización con entrada y sin entrada de competencia



Fuente: autor, 2009

7.1.3 Estrategias dominantes en la fase de comercialización

El predominio de relaciones entre varios de los escenarios representados sirve para ilustrar el ejercicio óptimo de dominar estrategias. El valor de la oportunidad para el escenario C es

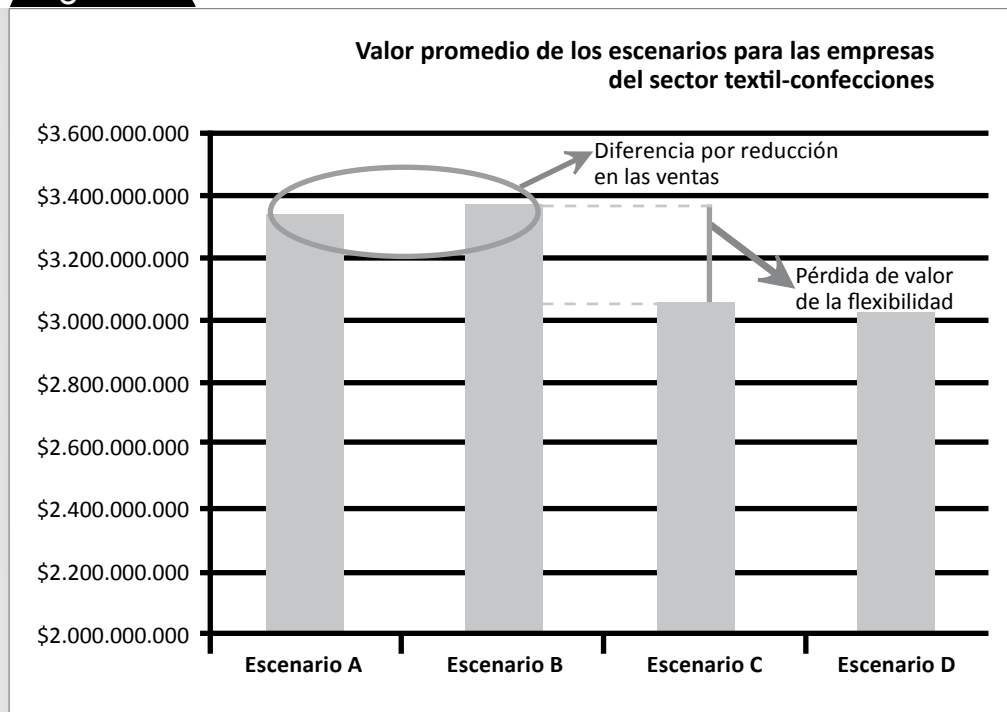
$V_C = C(S, T, X, D)$, mientras que el valor de la oportunidad en D es $V_D = C(S', T, X, D)$. Acá, claramente $C(S, T, X, D) \geq C(S', T, X, D)$ para $S \geq S'$. El escenario D es menos valioso que una oportunidad similar en la ausencia de competencia del escenario C. De la misma forma, el escenario A es menos valioso que el B, dado que son el mismo modelo de valoración pero con diferentes precios para el activo subyacente $A < B$, $VPN' < VPN$.

Cuando el VPN o escenario B es bajo (como porcentaje del precio del activo subyacente S), los niveles de riesgo y de tipo de interés son altos y el descuento D que se deja de recibir por aplazar el proyecto también es bajo. El escenario C domina al B porque se incrementa la flexibilidad de la fase de comercialización del proyecto de I+D; en el caso contrario, el escenario B dominaría al C, ya que no habría flexibilidad y sí se estaría dejando de recibir una cantidad D .

La mayoría de las veces, el escenario C dominará al A, salvo en aquellas situaciones en las que el monto de dividendos D que se dejan de recibir sean muy altos y el descuento por

entrada de competencia k es insignificante. Ésta es la situación del sector textil-confecciones en la que la opción de aplazar significa una pérdida enorme en ingresos operacionales, el valor presente neto de los beneficios es grande y la flexibilidad de esperar para resolver incertidumbre en el mercado no se justifica porque se pierde valor respecto a la inversión inmediata en comercialización. Parece ser que para la situación competitiva del sector textil-confecciones es conveniente administrar pasivamente, eliminando OR, con el objetivo de alcanzar un mayor valor para la empresa.

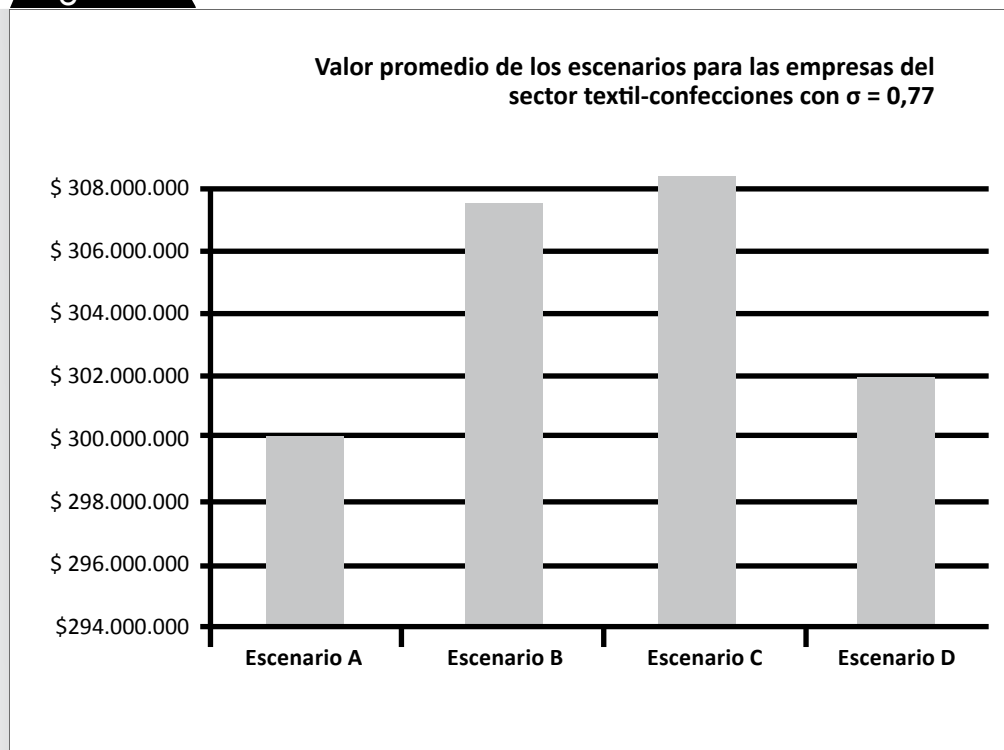
Figura 12



Fuente: autor, 2009

El valor de la flexibilidad de aplazar está dado por la incertidumbre del mercado o la aceptación de los resultados. Tomando la volatilidad de 0,25, en definitiva es mejor rechazar la flexibilidad y emprender cuanto antes la comer-

cialización de los resultados; sin embargo, cuando la incertidumbre se incrementa al punto de sobrepasar 0,77 ($\sigma = 0,77$), la flexibilidad de los escenarios C y D adquiere mayor valor que A y B.

Figura 13

Fuente: autor, 2010

7.2 Valoración de las estrategias de inversión en la primera fase del proceso de I+D

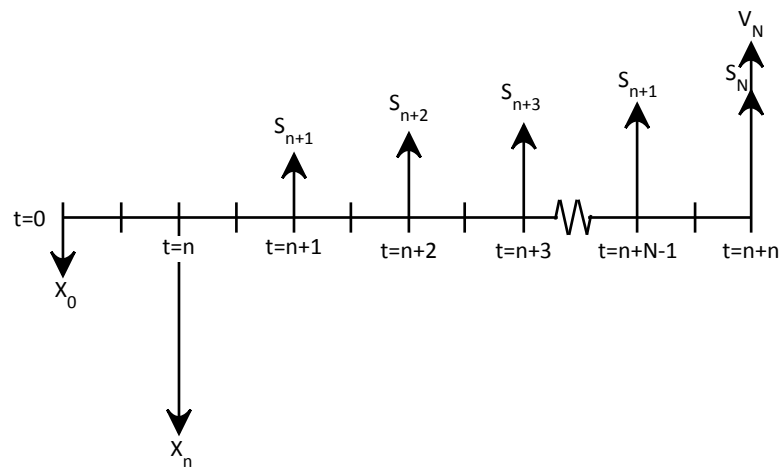
La inversión en I+D da el derecho a comercializar los resultados en el mercado; por lo tanto, se puede aplazar este derecho a comercializar hasta un tiempo T de expiración de los resultados obtenidos. Este tiempo para el ejercicio desarrollado con el sector corresponde al tiempo de respuesta de la competencia, que para proyectos de I+D puede llegar a los seis meses. Por esta razón, es necesario contar con la valoración de la fase de comercialización para

poder valorar la fase de I+D, ya que ésta necesita de unos posibles beneficios para justificar ese primer desembolso.

Valorar la primera fase equivale a hacerlo con todo el proyecto, ya que la comercialización se puede ver como un derecho adquirido por invertir en I+D, y aplazar la inversión en comercialización es una opción real, que se puede valorar anidándola en la valoración de la primera etapa, como lo explicaba Luehrman (1998). Para los escenarios A y B, la valoración del proyecto de investigación se representa en la figura 14, en la que X_0 corresponde al desembolso inicial en I+D, y X_n al monto para comercializar los resultados obtenidos. Los ingresos S corresponden a los beneficios obtenidos por el proyecto.

Figura 14

Valoración desde el punto de vista de un inversionista pasivo y/o de un proyecto sin flexibilidad



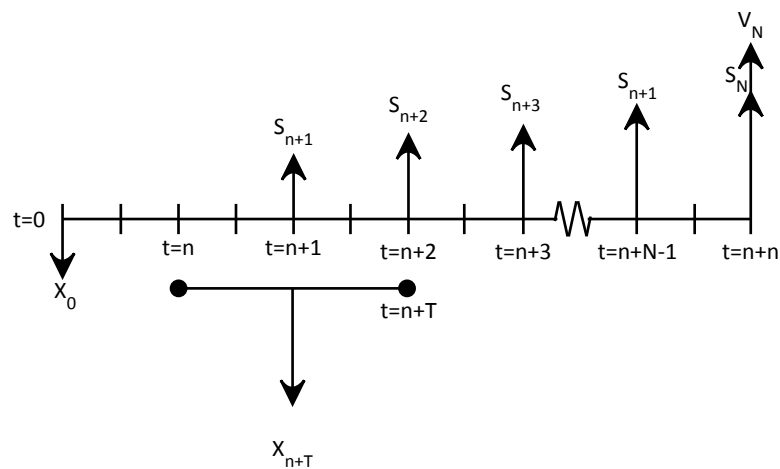
Fuente: autor, 2010

Para los escenarios C y D, la valoración se representa en la figura 15, que, a diferencia de los escenarios A y B, muestra

la flexibilidad en la decisión por la opción de aplazar la inversión hasta el tiempo de expiración T.

Figura 15

Valoración desde el punto de vista de un inversionista activo y/o de un proyecto con flexibilidad



Fuente: autor, 2010

En una región y sector en el que muchas de las firmas comercializan sus productos en mercados no sólo nacionales, y en el que el 95,45% de las empresas ve la I+D como una inversión y una necesidad para ser competitivas, la probabilidad de que no se esté en constante innovación es muy baja, lo que implica que se incrementan las posibilidades de ocurrencia de los escenarios A y D; es decir, que se aumente la probabilidad de desarrollos que sean producto de la innovación en las demás compañías competidoras con el incremento en ventas correspondiente. La valoración de las estrategias es realizada considerando un riesgo endógeno de 0,5 y suponiendo que los escenarios A y D tienen 80% de probabilidad de ocurrencia compitiendo en la fase inicial y 100% cuando se coopera.

7.2.1 Valoración adecuada para empresas con aversión a la incertidumbre de las inversiones en I+D

El valor para cada uno de los escenarios en la fase de comercialización puede ser traído a valor presente y se le resta el monto de la inversión inicial. De esta forma, se obtiene el valor del proyecto de I+D, se agrega el riesgo endógeno por medio de un árbol de decisiones y se llega al valor de la estrategia de inversión en I+D. En la segunda etapa se valoraron escenarios con el modelo del VPN y con el modelo de OR, considerando la flexibilidad asociada a cada uno. Se valoró así porque en esta fase no interesa si el inversionista es adverso o no a emprender proyectos de I+D (la decisión de emprender la I+D

se tomó en la primera fase); lo importante es cuantificar con el modelo más acorde a cada situación el beneficio o valor de los resultados de la inversión realizada inicialmente.

El nivel de aversión al riesgo realmente afecta la decisión de la primera etapa, pues los empresarios se enfrentan al dilema de cómo visualizar la inversión en I+D, bien como un proyecto con mucha incertidumbre (que debe ser castigada en su totalidad con mayor rentabilidad) o bien asumir que si esa incertidumbre puede disminuir, sus flujos de caja también pueden incrementarse en la misma proporción con la perspectiva de OR.

Las empresas adversas al riesgo que sólo comprometen recursos en inversiones casi seguras, es decir, aquellas que tienen alternativas con valor positivo y castigan con mayor rentabilidad incluso la parte positiva de la incertidumbre, con lo cual minimizan la probabilidad de pérdida, deben utilizar un modelo con VPN para la toma de decisiones valorando de la siguiente manera sus estrategias:

Estrategia I - escenario A

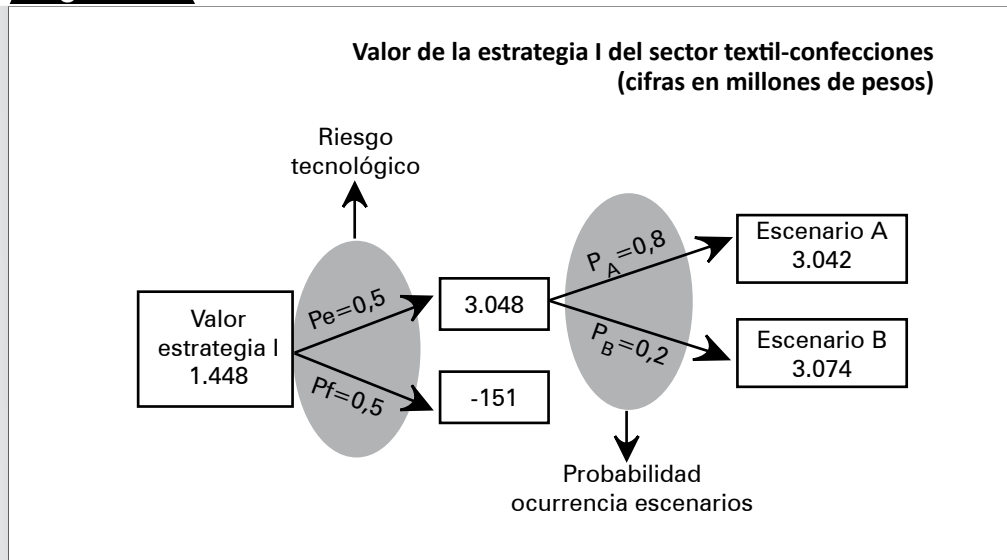
El valor del escenario A en la etapa de comercialización es $S'-X$. De esta manera, el valor de la estrategia, incluyendo la inversión inicial en I+D, será igual a

$$E_A = \frac{S'-X}{(1+r)^n} - X_0$$

Estrategia I - escenario B

El valor del escenario B en la etapa de comercialización es de $S-X$; entonces el valor de la estrategia es equivalente a

$$E_B = \frac{S-X}{(1+r)^n} - X_0$$

Figura 16

Fuente: autor, 2010

Estrategia II - escenario C

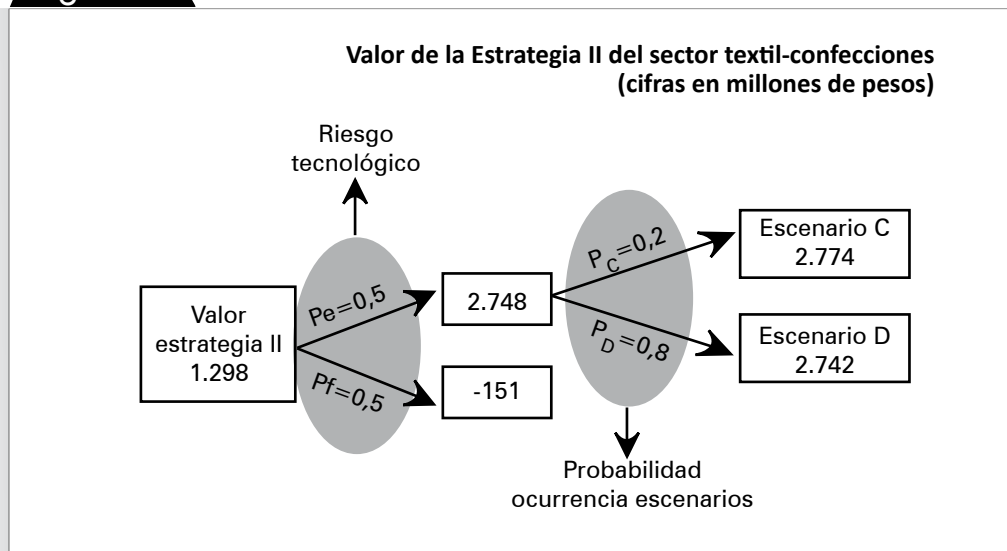
El valor en este escenario es el de una opción call con fecha de expiración T , con valor del activo subyacente S , y con precio de ejercicio X_{n+T} . El valor de esta opción traído a valor presente y al que se le resta el monto de la inversión en I+D proporciona el valor de esta estrategia:

$$E_C = \frac{Call(S, T, X, D)}{(1+r)^n} - X_0$$

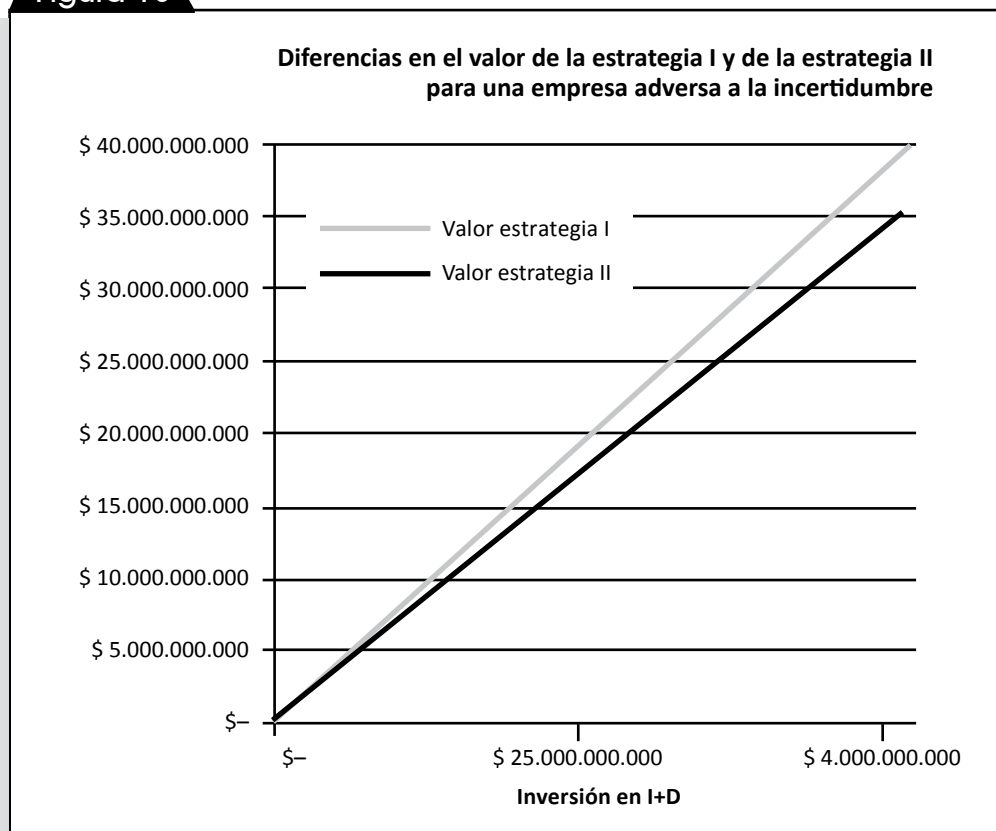
Estrategia II - escenario D

Para este escenario el valor de la estrategia es una opción call con fecha de expiración T , con valor del activo subyacente S' , y con precio de ejercicio X_{n+T} es

$$E_D = \frac{Call(S', T, X, D)}{(1+r)^n} - X_0$$

Figura 17

Fuente: autor, 2010

Figura 18

Fuente: autor, 2010

7.2.2 Valoración adecuada para empresas neutrales y tomadoras de la incertidumbre de las inversiones en I+D

Al valorar la primera fase por medio de los métodos de OR, se está suponiendo implícitamente que existe flexibilidad en esta decisión por parte del inversionista, lo cual lo induce a adoptar una posición activa durante el proyecto de I+D, y a decidir sobre las mejores alternativas.

Para el inversionista, este modelo plantea un límite de pérdidas (la inversión inicial en I+D), y respecto a ese nivel de pérdidas valora la conveniencia o no de emprender un proyecto de inversión considerando que la in-

certidumbre asociada al mismo, si bien puede afectar los resultados, también puede repercutir en rentabilidades extraordinarias. En consecuencia, evita subvalorar muchos proyectos por aversión a la incertidumbre; de no ser así, el VPN proporcionaría un resultado satisfactorio para el valor de las estrategias.

La flexibilidad está en que la inversión inicial en I+D proporciona un derecho y no una obligación de comercializar los resultados obtenidos en la primera fase. A diferencia del VPN, los modelos de OR le dan valor a esta decisión, pues proporcionan un mayor valor a la estrategia de inversión en I+D. El valor para cada uno de los escenarios utilizando el enfoque de las OR quedaría como:

Estrategia I - escenario A

Esta situación presenta un flujo de caja positivo S' en el período 1. Habría que traerlo a valor presente para obte-

ner el precio del activo subyacente (o valor del proyecto) en el período 0. El precio de ejercicio de la opción está dado por el monto de la inversión en comercialización, y el tiempo de vencimiento está dado por el tiempo que dura la fase de I+D, T' :

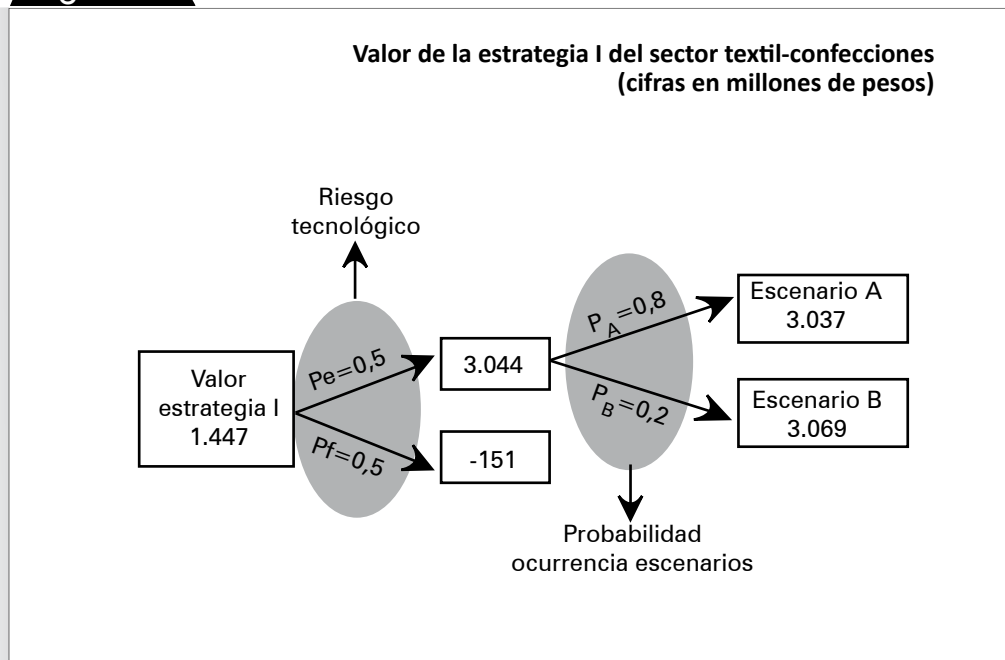
$$E_A = Call\left(\frac{S'}{(1+r)^n}, T', X\right) - X_0$$

Estrategia I - escenario B

Se calcula de la misma manera que en el escenario A, sólo que se cambia el valor del activo subyacente S' por S , y se trae a valor presente para aplicar cualquiera de los modelos de OR:

$$E_B = Call\left(\frac{S}{(1+r)^n}, T', X\right) - X_0$$

Figura 19



Fuente: autor, 2010

Estrategia II- escenario C

En este caso, el valor de la estrategia corresponde inicialmente a una opción Call Europea con fecha de expiración $T' = n$, en la que el valor del activo subyacente es el valor de los flujos de caja de la comercialización traídos al período cero, con fecha de expiración T' , y el precio de ejercicio X es el costo de desarrollar la comercialización. Esta opción es la misma de la primera etapa para el Escenario C, sólo que actualizado el valor S del proyecto al período inicial. El tiempo de expiración sería el de la opción de aplazar la comercialización más el tiempo de duración de la I+D y finalmente habría descuentos D por la

no comercialización en el tiempo que se tenga la opción de aplazar

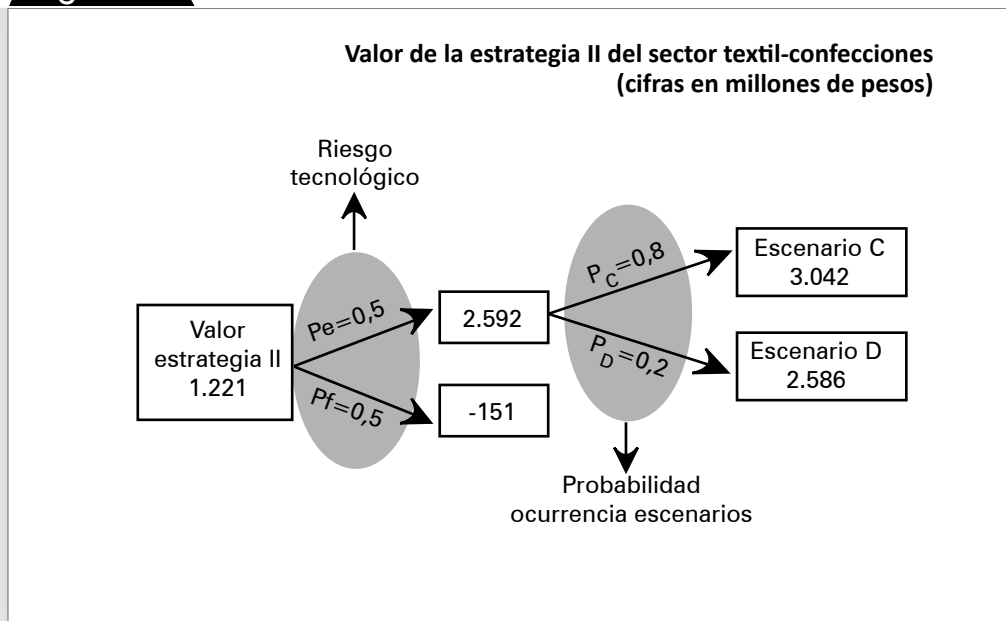
$$E_C = Call\left(\frac{S}{(1+r)^n}, X, T', D'\right) - X_0$$

Estrategia II - escenario D

El escenario D, valorado con OR, es muy similar al escenario C, sólo que el precio del activo subyacente es menor y equivalente a un menor flujo futuro S' :

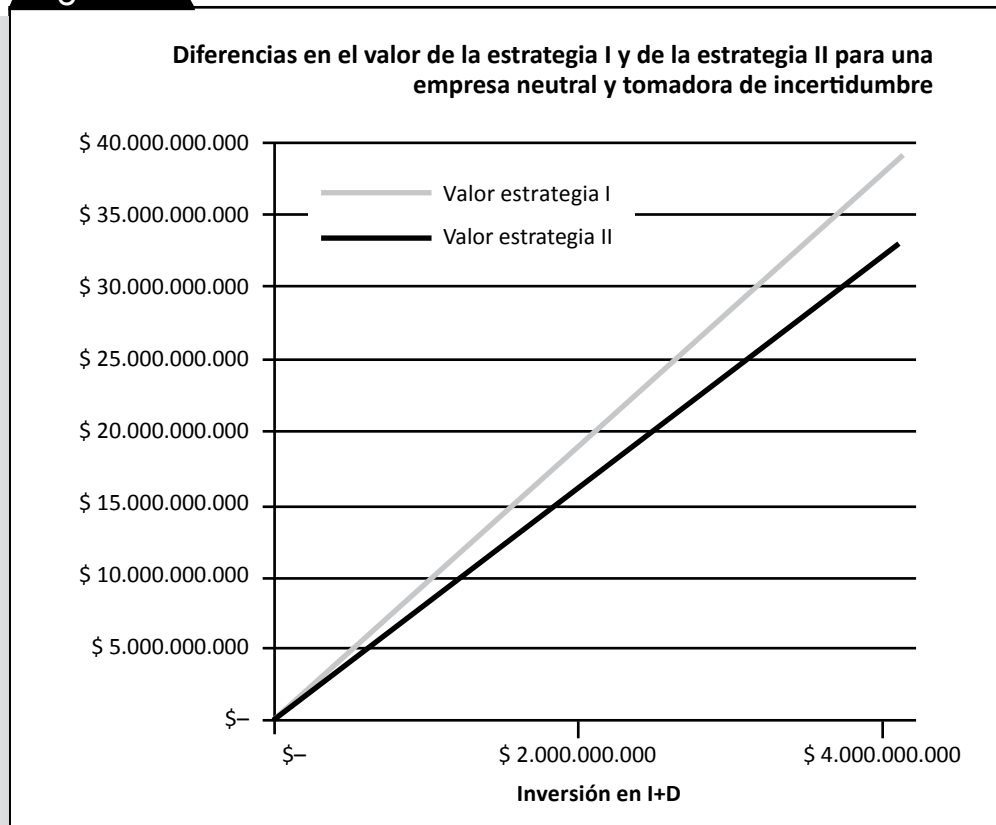
$$E_D = Call\left(\frac{S'}{(1+r)^n}, X, T', D'\right) - X_0$$

Figura 20



Fuente: autor, 2010

Figura 21



Fuente: autor, 2010

7.3 Valoración de las estrategias de inversión en la primera fase, “Cooperando con la competencia”, del proceso de I+D

Para valorar las estrategias III y IV, en las que se coopera en la fase de I+D, sólo es necesario cambiar el valor de X_0 por X'_0 , el cual es menor, ya que al compartir los costos necesarios para desarrollar una I+D, el monto de la inversión se reduce y da mayores posibilidades a las empresas de desarrollar la innovación. Ésta es la principal razón para realizar alianzas de cooperación.

Cuando se colabora con la competencia en la etapa inicial de un proceso de I+D se logra reducir significativamente los costos de realización del proyecto. Sin embargo, en la segunda etapa la empresa que colaboró en la primera etapa y que también es beneficiaria de la I+D, lanzará en la comercialización los resultados de la I+D tan pronto como le sea posible. Esto lleva a que la otra empresa tenga una re-

ducción en los beneficios de la comercialización por incremento en las ventas de la competencia, lo que haría desaparecer los escenarios B y D.

Si $X_0 > X'_0$, tomando un valor para X'_0 igual a la mitad de X_0 , las estrategias para la primera fase (cooperando) tendrán un valor tanto por el VPN como por los modelos de valoración de OR, de:

7.3.1 Valoración adecuada para empresas con aversión a la incertidumbre de las inversiones en I+D

Estrategia III – escenario A

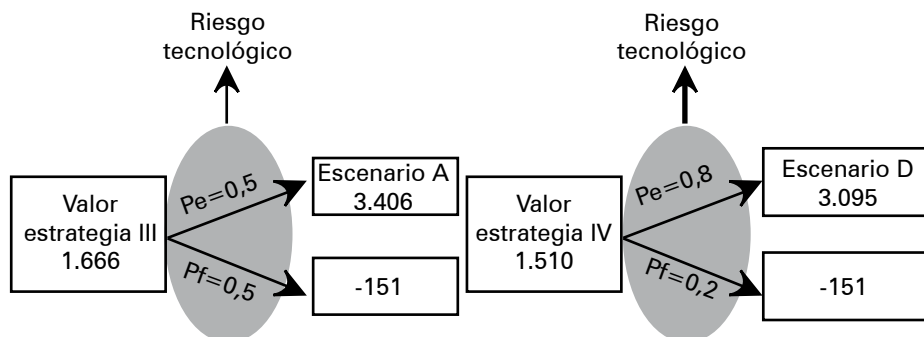
$$E_A = \frac{S' - X}{(1+r)^n} - X'_0$$

Estrategia IV - Escenario D

$$E_D = \frac{Call(S', T, X, D)}{(1+r)^n} - X'_0$$

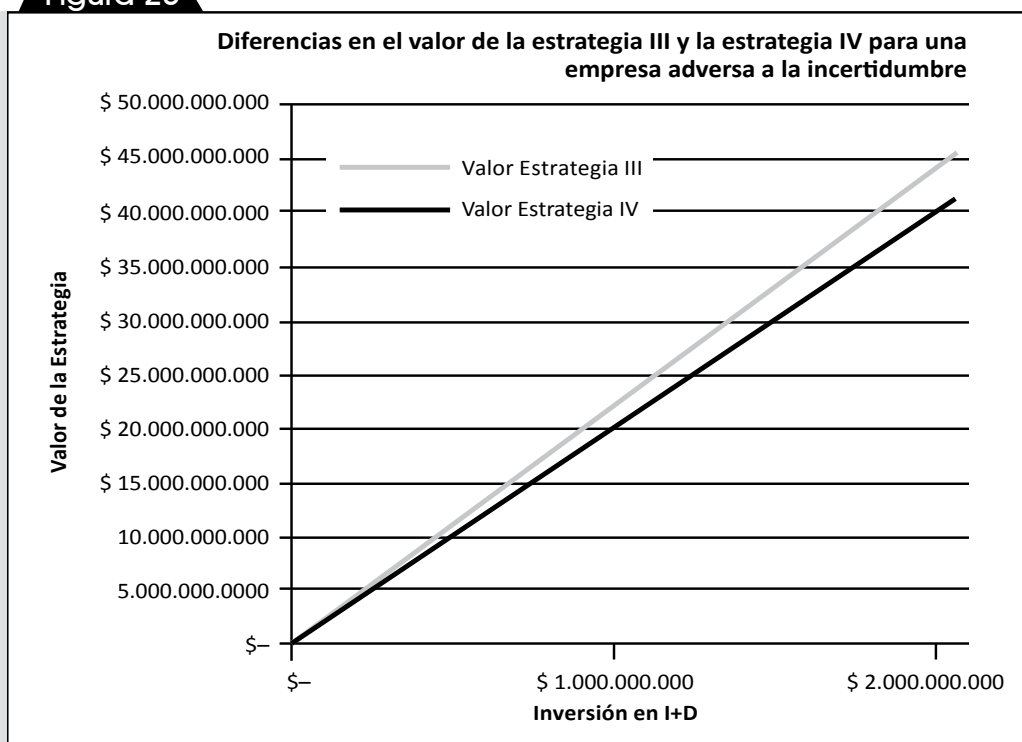
Figura 22

Valor de las estrategias III y IV del sector textil-confecciones (cifras en millones de pesos)



Fuente: autor, 2010

Figura 23



Fuente: autor, 2010

7.3.2 Valoración adecuada para empresas neutrales y tomadoras de la incertidumbre de las inversiones en I+D

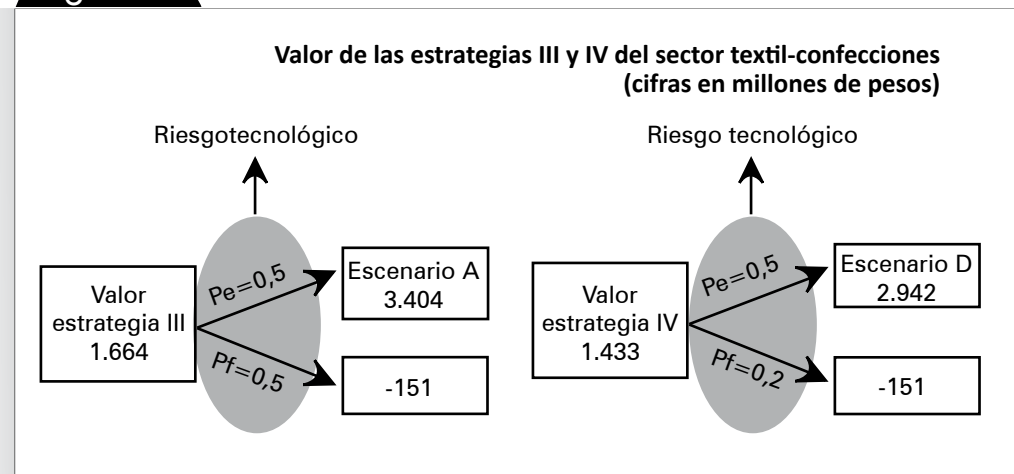
Estrategia III – escenario A

$$E_A = Call\left(\frac{S'}{(1+r)^n}, T', X\right) - X'_0$$

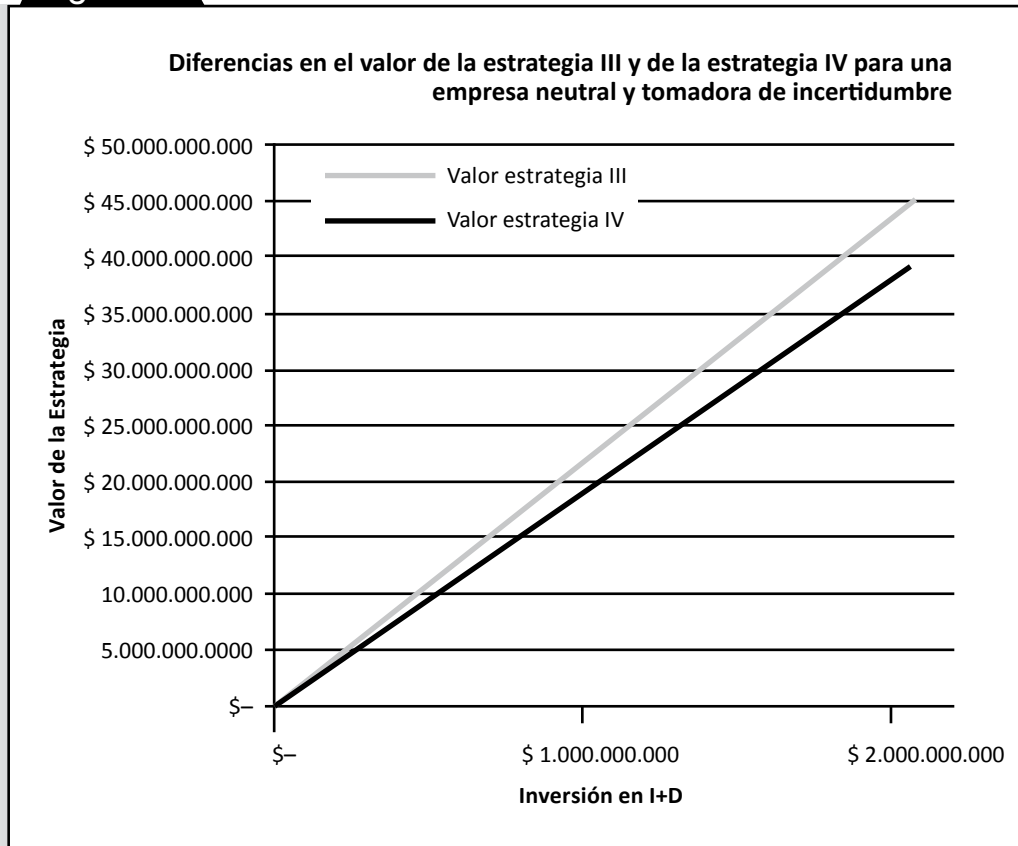
Estrategia IV – escenario D

$$E_D = Call\left(\frac{S'}{(1+r)^n}, X, T', D'\right) - X'_0$$

Figura 24



Fuente: autor, 2010

Figura 25

Fuente: autor, 2010

Al cooperar con la competencia en la fase de I+D, se incrementan las posibilidades de llevar a cabo la I+D industrial por parte de las empresas del sector textil-confecciones, en el que el 42,11% de las empresas realiza planes de cooperación para optimizar los procesos de producción; el 21,05% lo hace para disminuir costos de la innovación; y el 21,05% para reducir costos de producción. Al disminuir costos de desarrollo, lo importante es inferir las posibles ganancias de cooperar vs. competir para decidir qué posición tomar en el mercado.

7.4 Análisis de resultados

La valoración de estrategias de inversión en I+D permite definir para el sector textil-confecciones las acciones que darían mayor valor tanto para inversionistas adversos, como para neutrales y tomadores de riesgo. Dadas las características del sector y las variables seleccionadas para la valoración, se encuentra que la estrategia más valiosa es la III.

Tabla 3			
Valor promedio de las estrategias de inversión en I+D para el sector textil-confecciones			
		Adverso	Tomador
Competencia	Estrategia I	\$1.448.800.747,20	\$1.446.649.272,28
	Estrategia II	\$1.298.727.615,21	\$1.220.665.586,92
Coopetition	Estrategia III	\$1.665.569.890,82	\$1.664.494.151,96
	Estrategia IV	\$1.510.192.637,42	\$1.433.389.999,89

Fuente: autor, 2010

La primera decisión de la estrategia III está en la realización de la inversión por intermedio de una alianza con la competencia. En el sector textil-confecciones, el 40% de las empresas realiza este tipo de acuerdos y el 32% lo hace con intenciones de reducir costos, ya sea en procesos de producción o de innovación.

La unión con la competencia en esta primera fase lleva a recibir menos beneficios en la segunda, pero hay que considerar que la situación competitiva del sector no es duopólica, en la que el beneficio de la competencia repercute directa y proporcionalmente en una reducción de ventas.

El sector textil-confecciones tiene una baja concentración, es decir, hay muchos competidores. Por esta razón, un incremento en ventas del 7,2% de la competencia no implica necesariamente una reducción en ventas del 7,2% para la empresa. De igual forma, reducir el 50% los costos de inversión en I+D no implica una reducción del 50% en los beneficios derivados de la innovación. Realmente, el impacto que la cooperación tendría sobre la empresa en la fase de I+D es el mismo que se produciría por la dinámica propia del sector en el que gran cantidad de participantes están en constante innovación.

Conocer que la cooperación en la primera fase es la mejor manera de desarrollar I+D y agregar valor a estos procesos lleva a que la segunda mejor estrategia en promedio sea la IV, debido a que el valor del proyecto dado por los beneficios de la I+D es alto. En consecuencia, se deja de ganar mucho por esperar para resolver la incertidumbre del mercado, y la flexibilidad de realizar la inversión en comercialización pierde valor con lo cual se dejan de recibir montos significativos.

La alta competitividad del sector, que se refleja en tiempos de desarrollo y vigencia de procesos de I+D cortos, alrededor de seis meses, hace que la flexibilidad asociada a la estrategia no sea tan rentable como invertir inmediatamente en comercialización. De acuerdo con los resultados, parece ser que para la situación competitiva del sector textil-confecciones es conveniente administrar pasivamente, eliminando OR, con el objetivo de alcanzar un mayor valor para el proyecto de la empresa, rezagando las estrategias II y IV respecto a las estrategias I y III.

Para el 60% de empresas, que no quieren realizar cooperación de ningún tipo, lo más conveniente es innovar por medio de la Estrategia I. Este tipo de estrategia competitiva representa específicamente para el sector textil-confecciones unas ganancias aproximadamente 15% menores que las estrategias cooperativas, de acuerdo con los resultados del ejercicio realizado.

Sensibilidad al crecimiento en ventas

Se presentan los mínimos crecimientos en ventas durante la fase de comercialización derivados de I+D que debería esperar un inversionista, ya sea adverso o tomador de incertidumbre, para cada una de las estrategias de inversión, con el objetivo de asegurarle suficiencia financiera a su inversión.

Tabla 4 Mínimo de crecimiento en ventas admitido por estrategias de inversión de acuerdo con la actitud ante la incertidumbre		
	Adverso	Tomador
Estrategia I	1,707%	1,684%
Estrategia II	1,793%	1,892%
Estrategia III	0,846%	0,846%
Estrategia IV	0,901%	0,951%

Fuente: autor, 2010

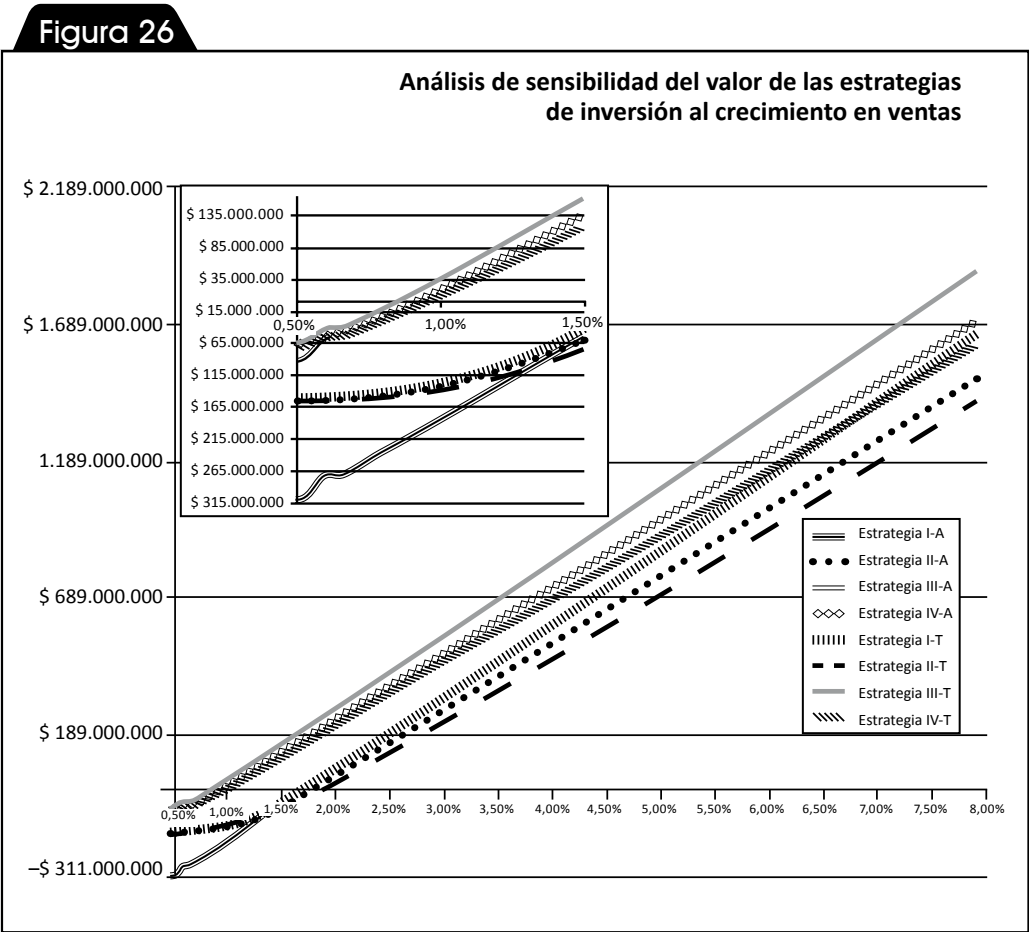
Hay unos rangos de crecimiento en ventas para la empresa del sector textil-confecciones que desee comprometerse con I+D, en los cuales los inversionistas tomadores de incertidumbre comprometerán recursos que no comprometerían inversionistas adversos a la incertidumbre.

Aunque el crecimiento en ventas del 7,2% producto de la I+D esté basado en análisis de crecimiento de sectores como la manufactura textil, puede no ser indicado en una situación competitiva. Con una tasa baja de concentración como la del sector, se realiza un análisis de sensibilidad al crecimiento en ventas, que proporciona la estrategia más adecuada para cada nivel.

De acuerdo con la actual situación competitiva del sector y el crecimiento en ventas producto de los beneficios derivados de la I+D, inferido por los análisis de la Comisión Europea para el año 2009, la mejor estrategia para aquellas empresas del sector textil-confecciones que comercializan en Bogotá es la estrategia III, seguida en orden de prioridad por las IV, I y II. Sin embargo, esto no es constante y a medida que se cambia el posible crecimiento en ventas, el orden de prioridad también varía.

Cuando la empresa es adversa a la incertidumbre, el orden de selección de las estrategias es constante hasta un crecimiento en ventas de 1,41%. A partir de este punto, la estrategia II es más valiosa que la estrategia I; de igual forma al llegar a un crecimiento de 0,71%, la estrategia IV es más valiosa que la III, aunque con este nivel de crecimiento en ventas producto de la innovación no es conveniente realizar el proyecto de I+D.

Cuando la empresa es neutral o tomadora de incertidumbre, el orden de selección de las estrategias es constante hasta un crecimiento en ventas de 6,8%. A partir de este punto, la estrategia IV es más valiosa que la I, y es más importante aprovechar la flexibilidad de la opción de aplazar la comercialización de los resultados para resolver de manera activa incertidumbre del mercado cuando se realizó I+D en alianza con un competidor a invertir inmediatamente en comercialización.



Conclusiones

- Las empresas del sector textil-confecciones en Bogotá en su mayoría son neutrales y tomadoras de incertidumbre. El 95,45% del sector es consciente de que para ser competitivos es necesario afrontar la incertidumbre asociada a los procesos de I+D y comprometerse con proyectos sobre los cuales no se conocen los resultados ni el retorno sobre la inversión. Esto implica que muchas empresas están dispuestas a tolerar los niveles de incertidumbre derivados de la I+D, con el objetivo de innovar y estar a la vanguardia de los procesos y productos.
- La situación competitiva del sector textil-confecciones en Bogotá es de desconcentración del mercado. Esto lleva a que no sea posible asignar roles o situaciones competitivas a las empresas, pues no hay empresas líderes identificadas que hagan que las acciones de una afecten directa y proporcionalmente los resultados de las otras. En cambio, se observa una alta dinámica y búsqueda por incrementar la participación en las ventas del sector, más que por controlar el mismo.
- El tiempo de liderazgo se ha transformado en una medida para adquirir ventaja competitiva, y en el mecanismo que se considera más efectivo para apropiarse de las ganancias generadas en un proceso de I+D, por las empresas del sector textil-confecciones. Precisamente la competitividad observada hace que mecanismos como la protección legal relacionada o las patentes no sean efectivos, lo cual conduce a opciones de inversión compartidas y que no privilegian la innovación
- El sector textil-confecciones tiene una situación competitiva que hace que las opciones de inversión en I+D y de comercialización sean compartidas, los posibles flujos de caja derivados de la innovación sean grandes y el VPN sea alto. Aunque los niveles de riesgo son altos, las ganancias que dejan de percibirse por optar por la opción de aplazar la comercialización también lo son. Desde esta perspectiva, la flexibilidad de esperar para resolver incertidumbre en el mercado no se justifica porque pierde valor respecto a la inversión inmediata en comercialización.
- El impacto que tendría sobre la empresa del sector textil-confecciones la cooperación en la fase de investigación y desarrollo es el mismo que se produciría por la dinámica propia del sector, en el que gran cantidad de participantes están en constante innovación.
- Para las empresas del sector textil-confecciones, la estrategia de inversión en I+D más conveniente es la Estrategia III: invertir, comprometerse con el desarrollo de un proceso de I+D y luego invertir en la comercialización de los resultados. Cooperando con la competencia en la fase de I+D, con esta estrategia la empresa podría generar valor incluso con un crecimiento en ventas derivado de la innovación de tan sólo el 0,85%.

- Cuando la empresa es adversa a la incertidumbre, el orden de selección de las estrategias es constante desde un crecimiento en ventas desde 8% hasta 1,41%. A partir de este punto, la estrategia II es más valiosa que la Estrategia I; de igual forma al llegar a un crecimiento de 0,71% la Estrategia IV es más valiosa que la Estrategia III, aunque con este nivel de crecimiento en ventas producto de la innovación, no es conveniente realizar el proyecto de I+D.
- Cuando la empresa es neutral o tomadora de incertidumbre, el orden de selección de las estrategias es constante desde un crecimiento en ventas del 8% hasta el 6,8%. A partir de este punto, la estrategia IV es más valiosa que la Estrategia I, y es más importante aprovechar la flexibilidad de la opción de aplazar la comercialización de los resultados, para resolver de manera activa incertidumbre del mercado cuando se realizó la I+D en alianza con un competidor a invertir inmediatamente en comercialización

Referencias bibliográficas

- Aguado, J.C. (2007). *Teoría de la decisión y de los juegos*. 1.^a edición. Madrid, España: Delta Publicaciones.
- Cordero, R. (1991). Managing for speed to avoid product obsolescence: a survey of techniques. *Journal of Product Innovation Management* 8, 283–294.
- Day, G., Gunther, R. & Shoemaker, P. (2001) *Wharton: Gerencia de tecnologías emergentes*. Buenos Aires: Javier Vergara Editor.
- Dondi, G., Geering, H., Herzog, F., Keel, S., Schneider, M. & Tejeda, M. (2008). Making real options work for practitioners: a generic model for valuing R+D projects. *R&D Management* 38, 1.
- European Commission (2005). *The Survey on Business Trends on R&D Investment*. EUR 22162. DG JRC and DG RTD. Sevilla, España.
- European Commission, (2007). The 2007 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Joint Research Centre, Directorate General Research. Consultado el 26 de agosto de 2007 en http://iri.jrc.ec.europa.eu/research/scoreboard_2007.htm
- European Commission (2009). The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Joint Research Centre, Directorate General Research. Consultado el 26 de enero de 2009 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/research/docs/2009/JRC54920.pdf>
- Garrafo, F. (2002). *Types of Coopetition to Manage Emerging Technologies*, University of Catania, Italia, Department of Business Economics & Management.
- Henderson, R.M. & Clark, K.B. (1990). Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly* 35, 9–30
- Hirshleifer, J. & Riley, J. G. (1979). The economics of uncertainty and information: an expository survey. *Journal of Economic Literature*, Vol. 17.
- Hsuan, J. (2001). Portfolio management of R+D projects: implications for innovation management. *Technovation* 21, 423–435.

- Luehrman, T. (1998). Investment opportunities as real options: Getting started on the numbers. *Harvard Business Review*, Jul - Ago, 51-67.
- Luehrman, T. (1998). Strategy as a portfolio of real options, *Harvard Business Review*, Sep - Oct, 89-99.
- Nieto, V.M. (2007). *La relación entre aglomeración e innovación en Colombia: un estudio empírico*.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) (2008). *Recent trends in the internationalization of R&D in the enterprise sector. Special session on globalization*. Consultado el 25 de julio de 2008 en <http://www.oecd.org/dataoecd/27/59/40280783.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (2003). *Manual de Frascati 2002*, Paris.
- Ortega-Argilés, R. & Brandsma, A. (2009). EU-US differences in the size of R&D intensive firms. IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation No. 02/2009. Consultado el 26 de enero de 2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/>
- Pavitt, K. (1990). What we know about the strategic management of technology. *California Management Review*. Spring, 17-26.
- Potters, L. (2009). R&D in low-tech sectors. IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation No. 08/2009. Consultado el 26 de enero de 2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/>
- Rycroft, R. & Kash, D. (1999). *The Complexity Challenge. Technological Innovation for the 21st Century*. John de la Mothe (Editor). Oxford, UL: Oxford University Press.
- Sivathanu, A., Joshi, A. & Srinivasa, K. (2002). Performance measurement of R&D projects in a multiproject, concurrent engineering environment. *International Journal of Project Management* 20, 165-177.
- Smith, H. & Trigeorgis, L. (2004). *Strategic Investment: Real Options and Games*, Cap. 7: Value dynamics in competitive R+D strategies, Princeton, NJ, EE.UU.: Princeton University Press.
- The Congress of the United States - Congressional Budget Office (2005). R&D and productivity growth: a background paper. Consultado el 30 de agosto de 2008 en <http://www.cbo.gov/ftpdocs/64xx/doc6482/06-17-R-D.pdf>
- Trigeorgis, L. (1996). *Real Options Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, 6.^a ed. Massachusetts, London: The MIT Press Cambridge.
- Von Hippel, E. (1986). Lead users: a source of novel product concepts. En: Tushman, M.L., Moore, W.L. (Eds.), *Readings in the Management of Innovation*. Boston: Ballinger Publishing Company.
- Winter, S.G. (2001). Apropiarse de las ganancias producidas por la innovación. En: *Wharton. Gerencia de tecnologías emergentes*. Cap. 11. Buenos Aires: Javier Vergara Editor.

