

**IDENTIFICACIÓN DE *SPILLOVERS* TECNOLÓGICOS EN LOS SECTORES  
ECONÓMICOS DE LA REGIÓN CARIBE**

**YURI CAROLINA REINA ARANZA  
IVAN DARIO RUIZ ARGEL**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA DE ECONOMÍA  
CARTAGENA DE INDIAS, D.T y C.**

**2007**

## CONTENIDO

0. PROPUESTA DE INVESTIGACION.....	12
0.1. Pregunta de Investigación.....	12
0.2. Objetivos.....	12
0.2.1. Objetivo general.....	12
0.2.2. Objetivos específicos.....	12
0.3. Justificación.....	13
0.4. Metodología.....	14
0.4.1. Población y muestra.....	14
0.4.2. Mecanismos de recolección.....	16
0.4.3 Procesamiento de la información.....	17
1. MARCO TEÓRICO.....	18
1.1. Investigación y Desarrollo.....	18
1.2. <i>Spillovers</i> .....	24
2. ANALISIS DE LA INFORMACION.....	33
2.1. Descripción de los datos.....	33
2.2. Construcción de variables.....	35
2.2.1 Variable dependiente.....	35
2.2.2 Variables independientes.....	36
2.3 Construcción de la variable “Inversión en investigación y desarrollo”.....	36
2.3.1 Descripción de cuentas que definen la inversión en I&D.....	39
3. LA INVERSIÓN EN I&D Y LA UTILIDAD: CARACTERISTICAS PRINCIPALES.....	43
3.1 Generalidades.....	44
3.2 Inversión en I&D.....	46
3.3 Inversión en I&D vs. Utilidades.....	54
4. MODELO.....	61
4.1 Especificación del modelo.....	61
4.2 Metodología de estimación.....	63
4.3 Resultados y análisis.....	65
5. CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFIA.....	79

## INTRODUCCIÓN

El cambio tecnológico ha sido estudiado en innumerables trabajos no solo por los beneficios que otorga individualmente a las personas sino también por el impacto positivo que ha generado en la economía mundial. En este sentido, todos los países han hecho sus mejores esfuerzos por incentivar la generación de nuevo conocimiento, utilizando como instrumentos, políticas que destinan una parte del presupuesto nacional a invertir en actividades dirigidas a la innovación tecnológica, una de estas es la investigación y desarrollo (I&D). De acuerdo con el documento “*Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2005*”; el país destina entre el 0.2% y el 0.5% del PIB a actividades de innovación tecnológica y la meta que se ha fijado el gobierno nacional para el 2019 es alcanzar el 1% del PIB, cifra que iguala el nivel internacional actual.

En Colombia, COLCIENCIAS es la institución encargada de planear, articular y apoyar el desarrollo científico y tecnológico para contribuir al desarrollo social, económico y cultural del país.<sup>1</sup>

El desarrollo de múltiples innovaciones dirigidas a empresas y países ha generado un vínculo muy estrecho entre la investigación, la innovación y los mercados

---

<sup>1</sup> Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología - Colciencias. Tomado de [www.colciencias.gov.co](http://www.colciencias.gov.co).

económicos, propiciando así un escenario en donde los beneficios generados por el nuevo conocimiento sean aprovechados por todos los agentes económicos. Es así como actualmente la innovación tecnológica juega un papel indispensable en el desarrollo de los procesos productivos y en la generación de riqueza, tanto para las firmas como para los países. Recientemente se ha observado que el tipo de inversión que contribuye a aumentar el conocimiento y a utilizar tecnología ha cobrado mayor importancia dentro de las decisiones de inversión de las firmas, ya que el efecto no sólo ha sido positivo en sus beneficios propios, sino que además se produce un efecto de derramamiento (*spillover*) sobre el de las demás firmas pertenecientes al mismo sector, o incluso alcanzando firmas ubicadas en otros sectores.

Los *spillovers* tecnológicos constituyen básicamente una externalidad positiva generada por la inversión en actividades de innovación tecnológica y que se ve reflejada en los resultados económicos de otras firmas o sectores, constituyendo a la actividad innovadora como un instrumento generador de beneficios sociales.

Sin embargo, para lograr que un país alcance altos niveles de inversión en innovación tecnológica y se produzcan efectos de derramamiento o difusión de conocimiento (*spillovers*), es indispensable crear políticas e incentivos dirigidos a cada región específica, conociendo de antemano sus fortalezas, dotación de recursos, capacidades productivas y su ámbito social y cultural; todas estas

características son importantes al momento de identificar la presencia de *spillovers* en la economía de una región.

En este sentido el objetivo de este trabajo es identificar, para el caso de la Región Caribe, la existencia de fenómenos de derramamiento (*spillovers*) a nivel intra e inter sectorial en los sectores económicos, por medio de la relación entre los resultados económicos (utilidades) y la inversión en nueva tecnología, medida a través de la actividad de investigación y desarrollo (I&D).

Este documento se encuentra distribuido en cinco secciones o capítulos. En la primera sección se realiza una revisión de la literatura en torno a la I&D y los *spillovers*, el siguiente capítulo describe la información utilizada y todo lo relacionado con la metodología en el manejo de datos y la construcción de la variable de inversión en I&D. En el tercer capítulo se analiza el comportamiento de las utilidades y la inversión en I&D tanto en Colombia como en la Región Caribe, a continuación en el capítulo cuarto se describe el modelo y su estrategia de estimación para la identificación de *spillovers* intra e inter sectoriales, además de analizar los resultados de las estimaciones. Por último se presentan las conclusiones y algunas recomendaciones.

## **0. PROPUESTA DE INVESTIGACION**

### **0.1. Pregunta de Investigación**

¿Cuál es el impacto de la inversión en I&D en las utilidades operacionales de las firmas ubicadas en la Región Caribe y en qué sectores económicos se evidencia la existencia de *spillovers* Tecnológicos?

### **0.2. Objetivos**

#### **0.2.1. Objetivo general**

Calcular el efecto de las externalidades intra e intersectoriales generadas por la inversión en I&D (*spillovers*) en las utilidades de las firmas y de manera agregada en los sectores económicos de la Región Caribe.

#### **0.2.2. Objetivos específicos**

- ❖ Analizar la evolución sectorial de la inversión en I&D en Colombia y en la Región Caribe.

- ❖ Medir el impacto económico de la inversión en I&D sobre las utilidades operacionales en las firmas de la Región Caribe.
- ❖ Identificar la existencia de *spillovers* tecnológicos intra e inter-sectoriales en la Región Caribe.

### **0.3. Justificación**

Este trabajo pretende indagar sobre la importancia de invertir en innovación tecnológica, específicamente en investigación y desarrollo (I&D) y sus consecuencias sobre la productividad y competitividad de una firma, reflejadas en el nivel de utilidades. El valor agregado de medir cuanto invierte cada sector en I&D y estimar si existe una relación directa con las utilidades y crecimiento de los sectores en la Región Caribe, permitirá que los distintos actores evalúen las decisiones de inversión y planteen unas nuevas alternativas de inversión de manera más eficiente. Esto podría causar un efecto positivo en la economía ya que serviría de base para la formulación de políticas de desarrollo que permitan optimizar la inversión en I&D, de forma que se perciba a este tipo de inversión como una vía al crecimiento de las utilidades y el posicionamiento de las firmas y sectores en la economía.

## **0.4. Metodología**

### **0.4.1. Población y muestra**

Para la presente investigación la población está determinada por el número de empresas o entidades registradas ante la superintendencia de sociedades, que comprende 60 sectores económicos, y se encuentra discriminada por ciudad de registro ante esta entidad. Esta información se utilizará en este estudio para determinar el número de firmas que conforma cada sector e identificar las principales características económicas de estos<sup>2</sup>.

La base de datos de la Superintendencia de Sociedades se encuentra disponible para los años 1998 a 2005, periodo en el cual se enfocará este estudio. Dicha base de datos cuenta con la siguiente información:

- NIT (Número de Identificación Tributaria)
- Nombre de la empresa
- Departamento
- Ciudad
- Código CIIU
- Descripción del sector

---

<sup>2</sup> Es importante aclarar que esta metodología y descripción de la información hace parte de la propuesta de investigación y que más adelante se dedicara un capítulo para realizar un análisis más profundo y un desarrollo de la metodología más detallado.

- Estados financieros:
  - Balance General
  - Estado de perdidas y ganancias

Las empresas que registran sus estados financieros ante la Superintendencia de Sociedades son aquellas que cumplen con las características citadas en el decreto 3100 de 1997, que son las siguientes:

- Un total de activos, igual o superior al equivalente a veinte mil (20.000) salarios mínimos legales mensuales;
- Ingresos totales iguales o superiores al valor de veinte mil (20.000) salarios mínimos legales mensuales;
- Un total de activos iguales o superiores al equivalente a cinco mil (5.000) salarios mínimos legales mensuales, siempre que una o más sociedades vigiladas por cualquier superintendencia o entidad que ejerza la inspección, vigilancia o control gubernamental posean en ellas, individual o conjuntamente, una participación del 20% o más de su capital social;
- Ingresos totales iguales o superiores al valor de cinco mil (5.000) salarios mínimos legales mensuales, siempre que una o más sociedades vigiladas

por cualquier superintendencia o entidad que ejerza la inspección, vigilancia o control gubernamental posean en ellas, individual o conjuntamente, una participación del 20% o más de su capital social.

#### **0.4.2. Mecanismos de recolección**

La información necesaria para el diseño de la base de datos que se utiliza en la investigación es suministrada por la Superintendencia de Sociedades sobre los estados financieros de las empresas de los 60 sectores a nivel nacional y departamental. La Superintendencia de Sociedades es una institución que tiene la función de vigilar las principales empresas de cada sector de la producción, de acuerdo a determinados estándares mínimos con respecto a variables tales como activos e ingresos, mencionados anteriormente. Las empresas tienen la obligación de presentar ante esta institución cada año sus estados financieros, y estos son sistematizados y agrupados por año y por sector económico, revisados y publicados. Dicha publicación es de libre consulta.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) y el Departamento de Planeación Nacional (DNP) también son organizaciones que se constituyen como fuente de información para este análisis.

### 0.4.3 Procesamiento de la información

En cuanto al manejo y utilización de la información, después de recopilar los datos completos para todas las firmas y durante los años disponibles, se usaron hojas de cálculo para la organización de los datos en donde se organizan las variables de manera que sea fácil su observación, posteriormente se realizó la entrada de los datos al programa estadístico *Stata*, a partir del cual se realizó todo el procesamiento de la información y desde el cual se examinó el comportamiento de cada variable y la construcción de un indicador de investigación y desarrollo (I&D) y un modelo que permitiera identificar la existencia de *spillovers* tecnológicos.

## 1. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de este capítulo se dividirá en dos partes. La primera abordará la definición y revisión de literatura acerca de la investigación y desarrollo (I&D), variable a partir de la cual se mide la existencia de *spillovers* tecnológicos. La segunda parte comprende las principales teorías y métodos de estimación de los fenómenos de derramamiento (*spillovers*).

### 1.1. Investigación y Desarrollo

La innovación ha tomado un papel relevante dentro de la economía constituyéndose como uno de los factores indispensables para generar crecimiento y desarrollo económico en determinado país o región. Modelos económicos como el de Solow (1956), incorporan la innovación tecnológica, encontrando una relación positiva entre ésta y el crecimiento económico. Según el *Manual de Oslo (2005)* la innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto, proceso, nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores (...), y son consideradas como actividades de innovación todas las gestiones científicas,

tecnológicas, organizativas, financieras, comerciales y de investigación dirigidas a la introducción de innovaciones.

El grado de innovación de un país depende de la innovación realizada por el sector privado y la innovación realizada por el sector público, ésta última dirigida básicamente hacia actividades científicas relacionadas más directamente con el bienestar social de la población. De esta manera, este estudio se enfoca en el sector privado, el cual diseña su proceso de innovación con base en objetivos económicos que se han planteado, ya sea a nivel de productividad, utilidad o posicionamiento en el mercado.

El gasto en investigación y desarrollo constituye un gasto en innovación aunque la innovación completa abarca 5 aspectos más: La inversión asociada al capital, tecnologías de gestión, tecnologías transversales y capacitación tecnológica<sup>3</sup>.

Para esta investigación se considera que el gasto en I&D constituye una inversión en la medida en que puede generar retornos económicos para una firma o sector en el futuro, por lo cual se define la inversión en investigación y desarrollo (I&D) como el monto o cuantía que una firma o sector invierte en actividades que aumentan el nivel de conocimiento y como “un requisito indispensable en la búsqueda de innovaciones significativas tanto en procesos como en producto,

---

<sup>3</sup> DANE-DNP-Colciencias. (2005). Metodología de la encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera: Colombia 2003-2004.

puesto que solo a través de ella se pueden generar y desarrollar nuevos conocimientos para la industria y el mercado”.<sup>4</sup>

A nivel internacional, la I&D ha cobrado gran importancia principalmente en Norteamérica y en algunos países Europeos en donde las actividades que buscan aumentar y acumular conocimiento científico que produce o genera innovación, han tenido gran relevancia en las decisiones de inversión de las pequeñas, medianas y grandes firmas, de acuerdo con los incentivos creados por las políticas publicas de cada país. Según Méndez (2001) España es uno de los países que ha sido el abanderado en la creación de incentivos fiscales para la inversión en I&D. Básicamente estos incentivos consisten en múltiples deducciones de impuestos de acuerdo al grado de inversión en I&D que haga la firma. Estas deducciones se realizan sobre el impuesto a las sociedades y oscila entre el 10% y el 30% según algunos requisitos legales que debe cumplir la firma.

En Colombia existen también varios tipos de exenciones. Por ejemplo, las personas o entidades que realicen inversiones en proyectos calificados como de carácter científico o de innovación tecnológica, podrán hacer una deducción del 125% del valor invertido sobre su renta, ocasionando así que el monto pagado por el impuesto de renta sea menor. Estas exenciones se hacen a partir del cumplimiento de algunos requisitos consignados en el artículo 12 de la ley 633 de

---

<sup>4</sup> Duran Xavier; Ibáñez Rodrigo; et al, (1998). La Innovación Tecnológica en Colombia: Características por tamaño y tipo de empresa. DNP

2000. Así mismo existen deducciones sobre el impuesto al valor agregado (IVA) para centros de investigación e instituciones de educación superior que realicen importaciones de activos destinados a la actividad científica, previa autorización y con seguimiento de COLCIENCIAS<sup>5</sup>. Finalmente, según la ley 788 de 2002, los nuevos productos de software y productos medicinales elaborados en Colombia y que cumplan con el requisito de tener un alto contenido científico y tecnológico nacional, tienen derecho a la exención del impuesto de renta.

Sin embargo, Romero *et al* (2007) llama la atención sobre la necesidad de observar más allá del hecho de que los gobiernos realicen deducciones fiscales promoviendo la inversión en I&D, y centrarse en la eficacia de estas políticas, encontrando que ésta última es escasa pero no debido a los resultados de I&D sino al elevado costo económico en el que incurre el Estado al hacer tipos de exenciones tan altas. Así mismo, afirma que la inversión en I&D posee tres rasgos específicos:

1. Es un bien público al ser parcialmente excluible y no rival,
2. Genera externalidades positivas (*spillovers*)
3. La I&D tiene efectos sobre el crecimiento y la productividad.

---

<sup>5</sup> Ver Ley 633 de 2000 Art. 30

La reunión de estas características puede ser entendida como la importancia del efecto que causa la inversión en I&D en el crecimiento de una empresa o sector ya sea medido a través de incrementos en la productividad y/o utilidad.

Dada la importancia teórica reconocida por varios autores en diferentes investigaciones realizadas sobre la innovación tecnológica y más específicamente de la I&D, se han hecho innumerables trabajos que buscan vincular el grado de gasto o inversión en I&D y los resultados económicos de una firma o sector. La mayor parte de estos trabajos se han centrado en el análisis de los efectos de la inversión en I&D sobre la productividad de una firma, concentrando sus estudios básicamente en el sector manufacturero, sustentando la preferencia por dicho sector en sus características de economías de escala, gran tamaño del sector y alta intensidad tecnológica incorporada comúnmente a procesos productivos manufactureros.<sup>6</sup>

En este aspecto y a nivel nacional, Duran, *et al* (1998) utiliza en su trabajo las cifras de la encuesta de desarrollo tecnológico desarrollada por el DNP en Colombia para el año 1996 para analizar la relación entre el grado de innovación y el desempeño económico de los establecimientos, determinando así que el grado de innovación está claramente relacionado con el nivel de utilidades, encontrando que los establecimientos estrictamente innovadores son los que

---

<sup>6</sup> El sector manufacturero de varios países ha sido el objeto de análisis de los trabajos de Benavente, *et al* (2005), Odagiri (1983), Vargas (2003), entre otros.

tienen mayores utilidades, mientras que los no innovadores obtienen menores utilidades. Esta misma relación se hace evidente al estudiar los establecimientos que tiene mejor desempeño exportador.

Además del estudio anteriormente mencionado, no se encontró evidencia de trabajos que relacionaran directamente la inversión en investigación y desarrollo (I&D) y la utilidad de las firmas en Colombia, pero teniendo en cuenta que la utilidad denota los resultados económicos de una firma, parece interesante rescatar algunos trabajos que a nivel internacional han analizado el vínculo entre inversión en I&D y los resultados o valor económico de una firma o sector.

Odagiri (1983) se enfoca en la relación entre la inversión en investigación y desarrollo y los resultados económicos de las empresas del sector manufacturero en Japón, calculando el coeficiente de correlación entre el crecimiento en las ventas y la inversión en I&D y patentes, encontrando una relación positiva y significativa entre la inversión en I&D y el crecimiento en ventas del sector manufacturero.

Igualmente, Vargas (2003) realiza un análisis para el caso del sector manufacturero español; la comparación de las varianzas de los resultados que obtiene un grupo de empresas que tienen un proceso de acumulación de conocimiento y otro grupo de las que no lo tienen, le permite afirmar la existencia de una relación positiva entre el stock de activos intangibles, como medida de I&D,

y los resultados económicos de las firmas que tienen alta acumulación de conocimiento.

Con la evidencia literaria citada anteriormente se ha explicado en que consiste la inversión en I&D y la relevancia que tiene dentro de los resultados económicos de una firma. Sin embargo, el efecto de la inversión en I&D puede ser analizado desde dos puntos de vista:

1. El impacto que causa la inversión en investigación y desarrollo (I&D) sobre las utilidades o resultado económicos de la misma firma.
2. El impacto que causa la inversión en I&D que hace un grupo firmas sobre las utilidades o resultados económicos del resto de firmas, ya sea que estas últimas hagan parte del mismo sector o de otro. Este fenómeno es mejor definido como *Spillovers*.

Esta investigación se concentra en hallar evidencia que confirme la existencia de *spillovers* en el caso de la Región Caribe colombiana.

## **1.2. *Spillovers***

Para este estudio se define *Spillover* tecnológico como el resultado de las externalidades positivas generadas por la inversión en investigación y desarrollo,

comprendido como el proceso de desbordamiento de la I&D en el mismo o diferente sector, y que se ve reflejado en las utilidades operacionales de estos.

De hecho, las externalidades son de gran importancia para el funcionamiento de la economía, la clave para identificar la presencia de *spillovers* tecnológicos es entender que el conocimiento técnico generado no puede ser apropiado en exclusiva por su inventor, permitiendo que otros, en este caso firmas o sectores, se apropien de cierta parte de la innovación, encontrado en este evento algún tipo de beneficio. En este punto es importante aclarar que así como no todas las firmas invierten en I&D, no todas tiene la misma capacidad de absorber el conocimiento tecnológico generado por otras firmas. Respecto a esto, Quevedo y Pérez (2001) determinan que existe una fuerte y positiva relación entre el esfuerzo innovador de una firma y su capacidad de apropiarse de las externalidades tecnológicas (*spillovers*), concluyendo que en cuanto una firma realiza más esfuerzo innovador está mejor capacitada para identificar, asimilar y explotar el conocimiento generado por otras firmas.

También es importante diferenciar entre dos tipos de *Spillovers* tecnológicos; el primer tipo son los Intra-sectoriales que reúnen las externalidades causadas sobre una firma por el resto de firmas que se encuentran en su mismo sector. La base teórica se encuentra en que en la medida en que las firmas trabajen dentro de un mismo grupo o sector, existirán *spillovers* porque sus intereses de investigación y las innovaciones tecnológicas a incorporar serán las mismas o muy parecidas. El

segundo tipo es el *spillover* inter-sectorial, en donde las externalidades tecnológicas son transmitidas de un sector a otro, es decir, desde las firmas ubicadas en otros sectores hacia otra u otras ubicadas en un sector diferente.

Los trabajos realizados acerca de *spillovers* tecnológicos son en su mayoría dedicados al estudio del efecto de la inversión extranjera directa (IED) sobre la productividad, utilidad o resultados económicos de las firmas y sectores, argumentando que escoger la IED como instrumento confirma que la transferencia de tecnología se da de un país a otro por medio de la existencia de empresas extranjeras o multinacionales en determinado país, lo cual hace que este último adquiera y se apropie de nuevas tecnologías no desarrolladas por él.

La existencia de *spillovers* tecnológicos es, entonces, muy importante para comprender sendas de innovación y crecimiento. Así, por ejemplo, existe un número considerable de trabajos que estudian la inversión extranjera directa IED y sus efectos sobre el crecimiento económico por medio de *spillovers* de los países menos desarrollados; En este sentido, hay varios mecanismos a través de los cuales la IED puede generar efectos positivos en el crecimiento de los países de destino: Transferencia tecnológica como efecto directo y difusión tecnológica y *spillovers* como efecto indirecto<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Florián D; Cuadra G. (2003). Inversión extranjera directa, crecimiento económico y *spillovers* en los países menos desarrollados miembros del APEC. Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Explícitamente para el caso colombiano, Atallah (2006) examinó la existencia de *spillovers* intra e inter-industriales causados por la IED sobre la productividad de las empresas del sector manufacturero (1995-2000). Los resultados muestran que no hay evidencia de *spillovers* de productividad intra-industrial, pero si existen *spillovers* inter-industriales, determinando que, en el último caso la propagación de conocimiento y tecnología se puede dar por la relación entre proveedores y clientes.

En el ámbito internacional, Crespo y Velásquez (2006) determinan la existencia de *spillovers* tecnológicos en los países de la OCDE midiendo los *spillovers* con el flujo de IED que emiten y que reciben los países a través de la presencia de multinacionales, encontrando que son más los países que emiten *spillovers* que los que realmente los reciben, lo cual indica una concentración tecnológica.

Sin embargo, como lo recopila un estudio de Naciones Unidas denominado "*Inversión extranjera directa y capacidades tecnológicas*", aunque existe variedad de trabajos acerca del efecto IED en la productividad y en ciertos casos se puede hablar de *Spillovers* tecnológicos, los resultados de dichos trabajos no son contundentes respecto a la existencia de dicho efecto, ya que los *spillovers* están sujetos a condiciones varias. Tal es el caso de Blomstrom y Persson (1983), y De Mello (1997), quienes encontraron que el efecto de la IED en la productividad no

---

necesariamente se transmite a toda la economía, lo mismo podría pasar con otro tipo de efecto *Spillover*.

Los puntos a resaltar son dos; el primero es que la IED es el instrumento más utilizado para encontrar los *spillovers* tecnológicos. El segundo punto es que aunque existen varios trabajos acerca de *spillovers* tecnológicos y su relación con la inversión en I&D en países como Estados Unidos, Canadá y España, como se mostrará a continuación, no existe un estudio para el caso colombiano que trate de encontrar *spillovers* tecnológicos intra e inter-sectoriales a través de la inversión en investigación y desarrollo (I&D) examinando sus efectos sobre las utilidades.

Dentro del estudio de los *spillovers* tecnológicos medidos a través de la inversión en I&D y los efectos que ésta causa en un país, sector o firma, se han planteado diferentes puntos de vista en cuanto a las vías de análisis.

En primer lugar y siguiendo un orden cronológico, encontramos el trabajo realizado por Jaffe (1986) quien dirige su medición hacia el efecto de los *spillovers* sobre el beneficio de las firmas, afirmando que si la I&D es una actividad importante para una firma entonces el nuevo conocimiento puede generar beneficios los cuales a su vez se ven reflejados en el valor de mercado de la firma. Para tal fin, se construye una ecuación que define el *spillover* como una función de la proximidad tecnológica entre 2 firmas (medida en el número de patentes) y el

gasto en patentes del resto de firmas. Además, modela los beneficios de una firma teniendo en cuenta el *spillover*, la participación que tiene la firma en el mercado y el stock de capital físico como variables independientes, encontrando que cuando el *spillover* se incrementa en 1% entonces los beneficios aumentan en 0.3%.

Así mismo, Bernstein y Nadiri (1988) estudian los efectos de los *spillovers* tecnológicos inter-industriales sobre los costos totales, el capital físico y el trabajo, para cinco industrias, y presentan sus resultados en una matriz que reporta los recursos y los beneficios del *spillover* para cada industria. De este modo estiman 3 funciones: la primera es una función de costos en donde las variables independientes son el costo del capital, el costo del trabajo, el capital en I&D de la industria representativa y el capital en I&D del resto de industrias; las otras dos funciones se derivan de la realización del Lema de Shepard y corresponden a la participación del costo del capital en los costos totales y la participación del costo del trabajo en los mismos. Los resultados esperados se evidencian en dos industrias (productos químicos y equipos de transporte) en donde un incremento del 1% del *spillover* causa un descenso en los costos de 0.21% y 0.11% respectivamente, causa una disminución de 0.25% y 0.36% en el factor trabajo y causa un aumento de 3.91% y 3.63% en el capital físico.

Bernstein (1988) asegura que firmas que realizan inversión en I&D disminuyen los costos de producción de las mismas, los de otras firmas en su sector por el efecto que causan los *spillovers* intra-industriales y los costos de producción de otras

firmas en diferentes sectores por medio de los *spillovers* inter-industriales. La metodología aplicada es la misma utilizada en *Bernstein y Nadiri (1988)*, pero modificando ligeramente la función de costos ya que esta ahora dependerá del nivel de producción, un factor de precios y una variable llamada *spillover* que captura tanto el efecto intra como inter-industrial.

Griliches (1991), en una formulación más simple, plantea que el efecto de un *spillover* sobre el nivel de producción de una firma puede ser medido a través de una función de producción común, que además de tener en cuenta los insumos (capital físico y trabajo) se agregan el stock de capital en conocimiento de la firma y otra variable que mida el stock de capital de conocimiento agregado de la industria.

Finalmente, Ellison y Glaeser (1997) muestran teóricamente que los *spillovers* tienen un ámbito local y que por tal motivo el área en la que influyen está limitada en el nivel territorial mas pequeño, pero de todas formas los mismos autores hacen la salvedad de que este supuesto puede ser restrictivo en la práctica y aceptan la posibilidad de que los *spillovers* pueden tener un ámbito de acción mayor. De esta forma es importante mencionar que aunque algunos estudios<sup>8</sup> han utilizado el factor distancia para examinar los *spillovers*, en este caso se ha dejado de lado esa variable y se trabaja bajo el supuesto de que, dada la proximidad entre las ciudades y que el estudio se limita a una región específica,

---

<sup>8</sup> Jaffe (1989), Shachmurove (2007).

existe libre movilidad de “capital de conocimiento” en este caso I&D y que por lo tanto en ningún momento la distancia entre las ciudades de la Región Caribe constituye un obstáculo para la existencia de *spillovers* tecnológicos.

Gran parte de los estudios se han enfocado en la forma o metodología de determinar la medida de los *spillovers* y sobre todo a nivel intra-sectorial, solo pocos trabajos como Bernstein (1988), Blalock et al (2003) y Atallah (2006) han intentado medir el efecto inter-sectorial.

En lo que aquí concierne, la identificación de *spillovers* intra e inter sectoriales, los trabajos más representativos e importantes en cuanto a su cercanía con el tema y sus resultados son Bernstein (1988) y Bernstein y Nadiri (1988), razón por la cual se han tenido en cuenta en este trabajo aspectos teóricos como base para la construcción del modelo y la forma de presentación de los resultados. Así, el modelo a utilizar para la estimación del efecto *spillovers* se presenta a continuación, aunque la explicación detallada de las variables y su método de estimación se encuentran detallados en la sección 4.

$$U_{ijt} = \beta_1 L_{ijt} + \beta_2 K_{ijt} + \beta_3 I \& D_{ijt} + \beta_4 (I \& D)INTRA_{ijt} + \beta_5 (I \& D)INTER_{jt} + \mu + e$$

Donde

U: Utilidad de la firma

L: Remuneración al trabajo

K: Capital físico

I&D: Inversión en investigación y desarrollo

(I&D)INTRA y (I&D) INTER: variables que miden *spillovers*

Además,

i : firma

j: sector

t: tiempo en años.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$  , son los coeficientes que determinan la cuantía en que afecta cada variable dependiente a la utilidad.  $\beta_4$  y  $\beta_5$  miden el efecto *spillover* intra e intersectorial.

## 2. ANALISIS DE LA INFORMACION

### 2.1. Descripción de los datos

La base de datos usada en ésta investigación esta conformada por los estados financieros de las empresas vigiladas por la Superintendencia de Sociedades para el periodo 1998-2005. Además de la información financiera, la base de datos cuenta con información a nivel de firma por sector, descripción del sector, CIU, Departamento y ciudad de registro.

La información incluye empresas grandes, medianas y pequeñas, que reportan sus estados financieros a la Superintendencia de Sociedades según el artículo 3100 de 1997 que contiene las características que deben cumplir las firmas para ser vigiladas por esta entidad<sup>9</sup>.

La base de datos completa consta de 100.975 registros<sup>10</sup> correspondientes a 23.608 firmas, durante el periodo 1998-2005. Para efectos del análisis la base de

---

<sup>9</sup> Este artículo se encuentra en la primera parte de este trabajo donde se describe la metodología en la propuesta de investigación.

<sup>10</sup> Cabe explicar que el número de registros no corresponde exactamente al total de firmas, sino a la sumatoria de las firmas que reportaron sus datos a la Superintendencia de Sociedades durante los ocho años estudiados; así por ejemplo si una firma reportó sus estados financieros en dos ocasiones para nuestros fines se contará como dos registros.

datos fue modificada con el fin de hacer más eficiente el trabajo econométrico, eliminando variables que no son relevantes dentro de la investigación. De esta manera se escogieron las variables que se consideraron pertinentes para este estudio, reduciendo la base a un total de 29 variables, entre las cuales existen variables de identificación o descriptivas (ciudad, departamento, razón social, NIT, CIIU, sector, descripción sector) y variables numéricas (Utilidad Operacional, y las variables que conformaran la inversión en I&D y otras como ingresos operacionales, propiedad en planta y equipo y obligaciones laborales).

Así mismo se eliminaron de la base los registros que presentaban algún tipo de anomalía, esto se hizo teniendo en cuenta que para cada empresa existe un solo NIT y que por lo tanto cada NIT podrá aparecer en la base de datos máximo 8 veces que corresponde al número de años que se han tomado para el estudio. De esta manera se eliminaron los registros de 839 firmas, quedando la base constituida por un panel de datos desbalanceado, con un total de 74.348 registros correspondientes a 22.769 firmas.

Aunque los datos de Supersociedades presentan una clasificación de las firmas en 60 sectores, la variable utilizada como variable de control en el análisis, es el CIIU. El código CIIU que se utiliza tiene un nivel de desagregación de 5 dígitos lo cual hará más fácil la estimación con el modelo econométrico y permitirá que los resultados sean más sólidos, debido a que cada sector tendrá gran número de

datos, de esta manera tendremos dividida la economía en 17 sectores determinados por el CIU.

### Cuadro 1. Clasificación CIU

CLASIFICACIÓN CIU	SECTOR
A	AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA
B	PESCA
C	EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS
D	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS
E	SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA
F	CONSTRUCCION
G	COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMESTICOS
H	HOTELES Y RESTAURANTES
I	TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES
J	INTERMEDIACION FINANCIERA
K	ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER
L	ADMINISTRACION PUBLICA Y DEFENSA; SEGURIDAD SOCIAL DE AFILIACION OBLIGATORIA
M	EDUCACION
N	SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD
O	OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES
P	HOGARES PRIVADOS CON SERVICIO DOMESTICO
Q	ORGANIZACIONES Y ORGANOS EXTRATERRITORIALES

Fuente: Camara de Comercio de Bogotá

## 2.2. Construcción de variables

### 2.2.1 Variable dependiente

#### ***Utilidad operacional:***

La utilidad operacional muestra las ganancias o beneficios de una firma como resultado directo de la actividad del negocio, sin incluir otros ingresos o egresos como impuestos. Esta variable fue tomada directamente de los datos

suministrados por la Superintendencia de Sociedades, sin realizar ninguna modificación en su cálculo diferente del filtro realizado para examinar la consistencia de los datos.

### **2.2.2 Variables independientes**

#### ***Remuneración al trabajo:***

Esta variable fue tomada directamente del balance general de cada firma y corresponde a la cuenta de *obligaciones laborales a corto plazo*.

#### ***Capital físico:***

Esta variable fue tomada directamente del balance general de cada firma y está determinada por la cuenta de *Propiedad, planta y equipo*.

### **2.3 Construcción de la variable “Inversión en investigación y desarrollo”**

Según Durán (1998), la inversión en investigación y desarrollo (I&D) está compuesta por tres actividades descritas a continuación:

1. Investigación Básica, que comprende la búsqueda y el desarrollo de nuevos conocimientos, sin realizar a partir de ellos alguna aplicación.
2. Investigación Aplicada, esta actividad toma como insumo la investigación básica para realizar aplicaciones directas ya sea sobre un proceso productivo o sobre el bien final
3. Desarrollo Experimental, esta actividad parte de un nivel de conocimiento dado, a partir del cual se obtendrán nuevos productos o se logrará una mejora sustancial en las actividades de las firmas.

Estas actividades, aunque pueden ser observables individualmente, proporcionan mayor interés al evaluarlas de manera agregada, ya que teniendo en cuenta la estrecha relación entre ellas se puede inducir que existe una gran dependencia; de esta manera un empresa que quiere realizar proyectos de I&D con el fin de mejorar sus productos, reducir costos o aumentar las utilidades, puede seguir estas actividades de forma secuencial encontrando que el desarrollo de cada una de ellas se convertiría en insumo para la realización de la siguiente.

En este caso concreto, una firma o sector que desee invertir en I&D tendrá que realizar primero una investigación básica, la cual constituye contratar consultorías, estudios de mercado para introducción de un nuevo producto, contratar personal con un alto nivel educativo, realizar capacitaciones a los empleados; a partir de los

resultados obtenidos se entra en la fase de investigación aplicada, en donde el nuevo conocimiento encontrado se emplea en el área correspondiente de la firma, intuyendo claro está, según la investigación básica hecha previamente, que la aplicación de esta innovación generará la valoración esperada por la firma o sector. El desarrollo experimental constituye entonces la etapa en la cual se obtienen los resultados de la implementación de la Investigación y la Innovación, como mejora de procesos, creación de un nuevo producto, valorización de sus activos o simplemente mayor eficiencia en las actividades desarrolladas por la empresa o sector; finalmente lo importante para las firmas es que dichos resultados harán que su utilidad se vea incrementada e inclusive lleguen a mejorar la de las empresas que la rodean en forma de una externalidad positiva mejor conocida como *spillover*.

Analizando la información suministrada por la Superintendencia de Sociedades acerca de los estados financieros de las firmas, no se encontró una variable o cuenta que expresará estrictamente la inversión en I&D que hace cada firma y cada sector, por lo cual se han escogido ciertas cuentas usadas como variables *Proxy* para determinar el valor que las empresas dedican a la I&D.

El criterio de selección de estas cuentas está basado en las actividades o fases de la I&D anteriormente explicadas (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental), teniendo en cuenta que no se realizará ninguna diferenciación estricta entre estas actividades para cada cuenta, asumiendo el

supuesto de que existe una fuerte relación entre las actividades de investigación produciendo un efecto de cadena, en la cual la primera actividad será la única que no tiene un prerrequisito mientras que la siguiente dependerá de los resultados anteriores y la última necesitará como insumo las dos primeras actividades realizadas. Por lo tanto, en cada cuenta escogida se encuentran incorporadas las tres fases.

### **2.3.1 Descripción de cuentas que definen la inversión en I&D**

De acuerdo al argumento de las tres actividades o fases de la I&D, se han elegido las siguientes cuentas para determinar un índice simple de inversión en I&D: marcas, patentes, concesiones y franquicias, derechos, *know how*, licencias, crédito mercantil, valorización de propiedades planta y equipo. De dichas cuentas siete son activos intangibles y una corresponde a valorizaciones.

A continuación se presenta una corta definición de estas<sup>11</sup>, haciendo énfasis en las más importantes.

---

<sup>11</sup> Las definiciones están basadas en: Romero, A. (2006), *Principios de contabilidad y análisis financiero*, Colombia, Universidad de los Andes.

### ❖ **Activos intangibles**

Los activos intangibles comprenden aquellos activos que son inmateriales, los cuales pueden representar ciertas ventajas competitivas y económicas para la empresa. De este grupo de activos podemos destacar tres cuentas (patentes, marcas y *know how*), como las variables más relevantes para hacer un cálculo de lo que las firmas invierten en I+D.

### ❖ **Patentes**

Patente es el derecho de exclusividad para la producción, uso o venta de nuevos productos obtenidos a través de la investigación y desarrollo. El valor de la patente proviene también del resultado de un procesos de I&D; en este caso su valor expresado en la cuenta corresponderá a cierto porcentaje de la inversión total en I&D.

### ❖ **Marcas**

Una marca es un símbolo, diseño o nombre utilizado para identificar los productos de una firma. El valor que se registra en esta cuenta corresponde al valor de la adquisición, en el caso en que se compre la marca, o se registra el valor de producción y registro de la marca realizada por la misma firma.

Esta cuenta se ha escogido como una variable de la inversión en I&D, teniendo en cuenta que el proceso de creación, producción y registro de una marca exige investigación y en muchos casos uso de tecnología.

❖ ***Know How***

Es aquel conocimiento que la empresa acumula a través de los años, fruto de las inversiones en investigación y desarrollo y de la experiencia. Teniendo en cuenta que éste se presenta en un valor monetario en los estados financieros, entonces éste podría ser tomado como un valor invertido en I&D, medido a través del conocimiento acumulado.

❖ **Valorización de planta y equipo**

Esta cuenta implica determinar formalmente las mejoras e innovaciones que se le hacen a la planta y equipo de una firma, para las cuales se han debido desarrollar nuevos procesos o nuevas tecnologías; por tal motivo esta valoración hecha por un experto se considera parte de lo que la empresa invierte en I+D.

❖ Además de estas cuentas, se han incluido en la estimación de la variable inversión en I&D otras, como concesiones y franquicias, derechos, licencias, y *good will*; ya que consideramos que recogen características importantes

relacionadas con la I+D tales como generación, acumulación y/o difusión de conocimiento y procesos de desarrollo de nuevas ideas.

De esta manera, la inversión en I&D de la firma  $i$ , en el sector  $j$ , y en el momento  $t$ , fue calculada como la sumatoria de las cuentas descritas anteriormente, siguiendo la expresión presentada a continuación:

$$I\&D_{ijt} = \text{Marcas}_{ijt} + \text{Patentes}_{ijt} + \text{Know How}_{ijt} + \text{Concesiones y franquicias}_{ijt} + \text{Good will}_{ijt} + \text{Derechos}_{ijt} + \text{Licencias}_{ijt} + \text{Valorización de planta y equipo}_{ijt}.$$

Todos los valores de estas cuentas están expresados en miles de pesos de cada año  $y$ , para efecto de los cálculos y análisis, las variables fueron llevadas a valores de 1998, usando el índice de precios al productor (IPP).

Para efectos del modelo econométrico se utilizan dos tipos de variación de la variable I&D. La primera es la variable **(I&D) INTRA**, por medio de la cual se mide el *spillover* intra-sectorial. La segunda variable es **(I&D) INTER**, que mide el *spillover* inter-sectorial. En el capítulo referente al modelo se presenta la forma funcional de la estimación.

### 3. LA INVERSIÓN EN I&D Y LA UTILIDAD: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El presente capítulo se limitará a describir el comportamiento de las principales variables, es decir, inversión en investigación y desarrollo (I&D) y la utilidad. La primera es la que permite medir tanto el nivel de innovación de una firma, sector, departamento o país, como también permite la identificación de *spillovers* tecnológicos; la segunda es la variable sobre la cual se evalúan los resultados de los *spillovers*, lo que constituye el objetivo de este trabajo. En este documento no se pretende analizar ni explicar el comportamiento de variables como el capital (k) y el trabajo (L), estas variables solo fueron tomadas como otros factores determinantes de las utilidades de una firma, pero no constituyen el propósito de este trabajo.

Inicialmente se tratarán algunas estadísticas sobre los datos que caracterizan el sector privado tanto en Colombia como en la Región Caribe, y posteriormente se analizará el nivel y comportamiento de la inversión en investigación y desarrollo y las utilidades para ambos casos.

### **3.1 Generalidades**

El promedio de firmas que anualmente reportan sus estados financieros ante la Superintendencia de Sociedades es de 9.120 en el periodo de 1998 a 2005, siendo precisamente este último el año en que mayor número de firmas reportaron sus estados (14.403 firmas). En este sentido la Región Caribe tiene una tendencia decreciente, pasando de 656 firmas reportando sus estados en 1998 a solo 154 firmas que lo hicieron en 2005.

Según el número de registros por CIIU la Región Caribe participa sólo con el 8% del total de los registros de Supersociedades, teniendo una mayor participación en sectores como: hogares privados con servicio doméstico (36%), pesca (33.9%), suministro de electricidad, gas y agua (20.1%), hoteles y restaurantes (15%) y transporte, almacenamiento y comunicaciones (11.8%). Esto no quiere decir que sean aquellos sectores quienes tienen mayor un número de firmas, sino que indica que las empresas pertenecientes a estos sectores constantemente han estado presentando sus estados financieros a Supersociedades.

A partir del número de firmas por CIIU se puede brindar una visión más cercana de la estructura empresarial (según los datos de Supersociedades) de la Región Caribe, la cual se observa en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Promedio de firmas en la Región Caribe según CIU. (1998-2005)**

<b>SECTORES POR CIU</b>	<b>PROMEDIO DE FIRMAS</b>	<b>PARTICIPACIÓN (%)</b>
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMESTICOS	220	29,0%
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	172	22,6%
ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	87	11,4%
CONSTRUCCION	64	8,4%
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	55	7,3%
AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	53	6,9%
INTERMEDIACION FINANCIERA	33	4,3%
HOTELES Y RESTAURANTES	23	3,1%
EDUCACION	16	2,1%
OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES	11	1,5%
PESCA	9	1,2%
EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	6	0,8%
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	5	0,6%
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	4	0,5%
HOGARES PRIVADOS CON SERVICIO DOMESTICO	1	0,1%

Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

En general, el sector que más empresas contiene es el sector comercial, seguido de las industrias manufactureras en donde se cuentan actividades como fabricación de productos textiles, alimenticios, químicos, tabaco y refinación de petróleo, entre otros. Le siguen en los primeros lugares las actividades inmobiliarias, construcción y transporte, mientras que en sectores característicos de la Región Caribe como la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, el sector de

pesca y el sector de hoteles y restaurantes no son muchas las firmas que reportan sus estados financieros a Supersociedades.

### **3.2 Inversión en I&D**

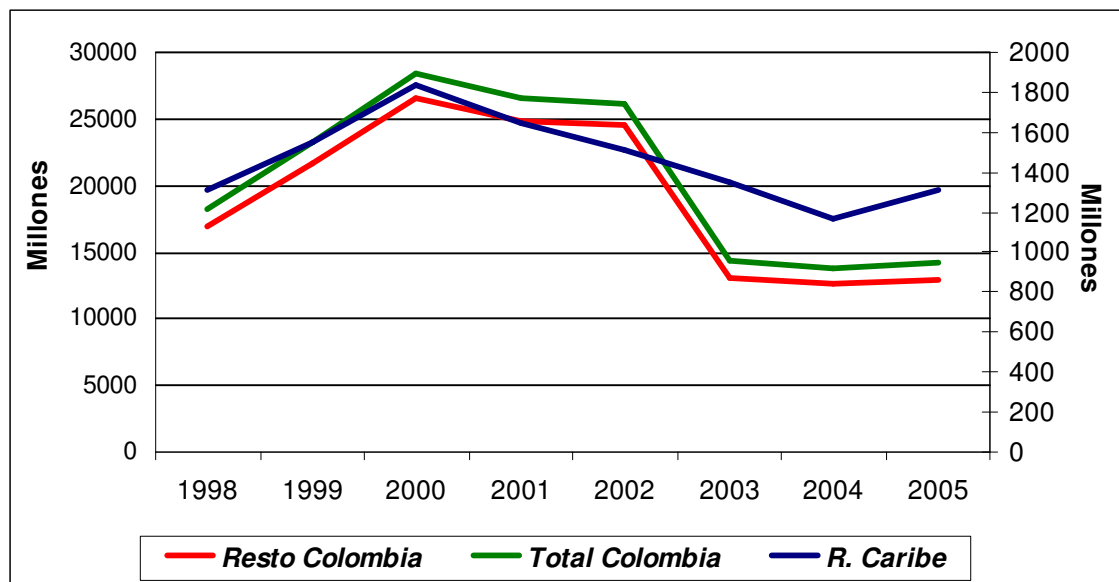
En esta sección se analiza la inversión en I&D desde tres puntos de vista. Primero, se estudia el comportamiento de la inversión en investigación y desarrollo en Colombia y en la Región Caribe. Segundo, se dará una visión de lo que invierte en promedio una firma en I&D por departamento, y tercero, se presenta un ranking de los sectores que más invierten en I&D.

Según el indicador de I&D calculado anteriormente, las firmas pertenecientes a Supersociedades realizaron una inversión en I&D equivalente a 0.03% del PIB en 1998, cifra que para el 2005 disminuyó a 0.02%. Para el caso de la Región Caribe, se calculó el PIB regional a partir de las cuentas departamentales, encontrando que en el periodo 1998-2005, la inversión en I&D como proporción del PIB osciló entre 0.01% y 0.02%. La Región Caribe presenta una participación en el nivel de inversión en I&D de 7.1% del total y el resto Colombia explica el otro 92.9%.

En la gráfica 1 se puede observar que la inversión en I&D en Colombia creció en el período de 1998-2000 y posteriormente tuvo una tendencia decreciente, teniendo su peor momento en el año 2003, en donde la inversión destinada a I&D

disminuyó de aproximadamente 25.000 millones de pesos<sup>12</sup> en 2002, hasta poco menos de 15.000 millones de pesos en 2003. A partir del 2003 y hasta el 2005 esta variable ha tratado de estabilizarse pero sin alcanzar aun los 15.000 millones de pesos, y muy lejos de la cifra registrada en el año 2000.

**Gráfica 1.**  
**Evolución de la inversión en I&D, (1998-2005).**



Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

Nota: En el primer eje de la gráfica se encuentran los valores para las series Resto Colombia y Total Colombia, mientras el segundo eje indica los valores de la serie R. Caribe.

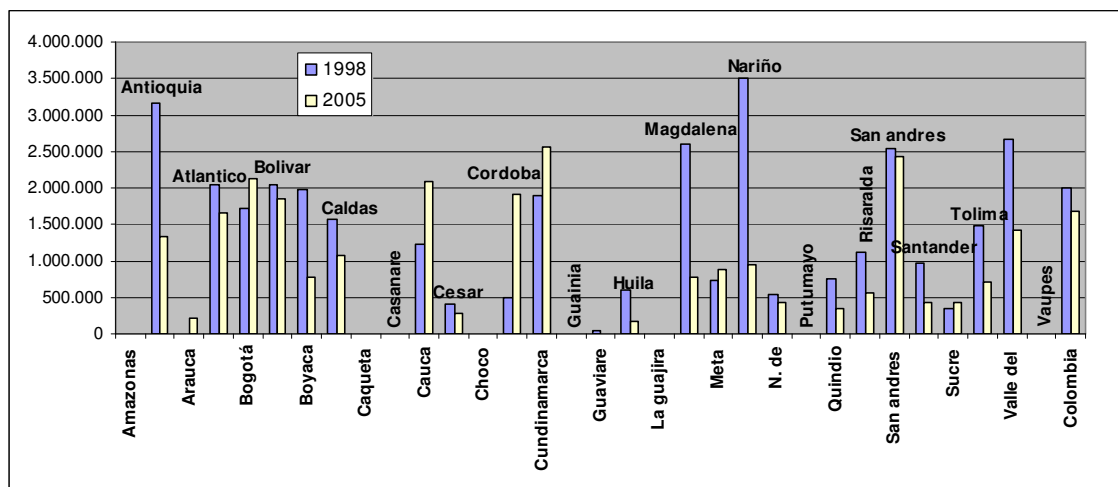
Por su parte la inversión en I&D en la Región Caribe ha tenido una tendencia decreciente, coincide con el comportamiento nacional, pues tiene en el año 2000

<sup>12</sup> Valores en pesos constantes de 1998.

el nivel más alto, mientras que en el 2004 presenta su peor nivel: Se recupera rápidamente para el 2005, hecho que no se evidencia a nivel nacional.

Por otro lado, la gráfica 2 muestra la inversión departamental promedio de las firmas en I&D, para los años 1998 y 2005, la cual permite observar que para la mayoría de departamentos la inversión en investigación y desarrollo descendió, conforme al comportamiento del total de Colombia, exceptuando los departamentos de Cauca, Córdoba, Sucre y la ciudad de Bogotá. Por otro lado, según las cifras del año 2005, los departamentos en donde sus firmas más invierten en I&D son: Cundinamarca, San Andrés, Bogotá, Cauca, Córdoba, Bolívar y Atlántico.

**Gráfica 2.**  
**Inversión promedio de una firma según departamento. 1998 y 2005**



Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

Según el documento sobre *Política de ciencia, tecnología e innovación hacia las regiones*<sup>13</sup>, la consolidación de las regiones como generadoras de conocimiento es de gran importancia para lograr los objetivos del país en términos de ciencia y tecnología, por tal razón se ha planteado una serie de políticas que buscan incentivar el desarrollo científico en cada región. Para esto, se clasificaron los departamentos teniendo en cuenta sus fortalezas y capacidades en cuanto a la innovación tecnológica para que el desarrollo de la ciencia sea acorde con el potencial y los recursos de cada región. En este orden de ideas, departamentos como Cundinamarca, Antioquia, Valle, la ciudad de Bogotá y la Región Caribe se encuentran clasificados como centros motrices, en donde se reúnen la mayor parte de la población, infraestructura e industria y por lo tanto su participación en la economía del país y la implementación de tecnología es mayor que en otros departamentos.

Según las cifras de Supersociedades, en el 2005 la mayoría de los departamentos de la Región Caribe tienen altos niveles de inversión en I&D, así es importante resaltar que ésta región constituye un interés estratégico nacional por sus fortalezas productivas y sus características geográficas. En la Región Caribe se resalta el elemento industrial, los sistemas portuarios y de mantenimiento en las embarcaciones, además de sus recursos marítimos y mineros específicamente en

---

<sup>13</sup> COLCIENCAS - Instituto colombiano para el desarrollo científico y tecnológico Antonio José de Caldas. (2005). *Política de ciencia, tecnología e innovación Hacia las regiones*, Documento Borrador –en construcción.

el caso de Guajira y Cesar; todos estos campos son muy propensos al uso de tecnología y a la inversión en proyectos de investigación para la búsqueda de eficiencia en los procesos productivos y calidad en los productos.<sup>14</sup>

En la Región Caribe se destacan los departamentos de Córdoba y Sucre con mayor inversión en I&D en el 2005, estos departamentos se caracterizan en la economía por la producción de ganado y productos agrícolas. Así mismo, en cuanto a inversión en I&D los establecimientos que más inversión hacen son los dedicados a actividades como la cría de ganado, producción, transformación y conservación de carnes, productos agrícolas y alimentos para animales.

En el caso de San Andrés, dado que es un departamento turístico y con un gran recurso marítimo, la inversión de este departamento en I&D está determinada por la inversión que hacen establecimientos dedicados al alojamiento como hostales, hoteles y transporte marítimo de cabotaje.

Por otro lado, los departamentos de Huila y Cauca se encuentran estrechamente relacionados por la ley Páez. Esta ley fue creada en 1995 después de que la avalancha del Río Páez destruyera gran parte de la estructura productiva del Huila. Esta ley otorgó beneficios tributarios por 10 años a las empresas que se ubicarán en este territorio con el fin de incentivar la inversión y reactivar la

---

<sup>14</sup> Ibid, p.21

economía de la zona sur de Colombia, además permitió la creación de una Zona Franca tecnológica ubicada en los límites con el departamento del Cauca.<sup>15</sup>

También es importante resaltar los departamentos de Arauca, Amazonas y Putumayo que empezaron a registrar inversiones en I&D en el 2005, luego de que en 1998 reportaron cero inversiones en I&D.

El tercer aspecto a analizar son los sectores productivos. En el cuadro 3 se presentan las posiciones de los sectores de acuerdo a la magnitud que invierten en I&D en el año 1998 y 2005, donde el puesto 1 representa el sector con mayor inversión en I&D y la posición 15 lo contrario.

---

<sup>15</sup> XXII Congreso latinoamericano sobre espíritu empresarial, (1998). Ponencia: Ley del Páez motividad empresarial en la Región Sur de Colombia. Universidad Surcolombiana

**Cuadro 3. Ranking de los sectores económicos según su inversión en I&D, para La Región Caribe y Colombia. 1998 y 2005.**

CIU	NOMBRE DEL SECTOR	COLOMBIA			REGION CARIBE		
		1998	2005	Puestos ganados	1998	2005	Puestos ganados
A	AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	5	4	1	3	6	-3
B	PESCA	12	12	0	12	8	4
C	EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	8	8	0	8	2	6
D	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	1	1	0	1	1	0
E	SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	13	14	-1	11	14	-3
F	CONSTRUCCION	6	6	0	6	7	-1
G	COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR; REPARACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMESTICOS	3	5	-2	2	3	-1
H	HOTELES Y RESTAURANTES	9	9	0	5	5	0
I	TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	2	2	0	4	10	-6
J	INTERMEDIACION FINANCIERA	7	7	0	9	9	0
K	ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	4	3	1	7	4	3
M	EDUCACION	14	11	3	13	12	1
N	SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	11	13	-2	14	13	1
O	OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIOS, SOCIALES	10	10	0	10	11	-1
P	HOGARES PRIVADOS CON SERVICIO DOMESTICO	15	15	0	15	15	0

Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

De acuerdo a esto, el sector de industrias manufactureras surge como el gran innovador. En efecto, esta industria es la que más invierte en investigación y desarrollo, ocupando y manteniéndose en el primer lugar (en 1998 y 2005) tanto en Colombia como en la Región Caribe. Por su parte, sectores como pesca, explotación de minas y canteras y actividades inmobiliarias y de alquiler aumentaron su inversión en I&D, lo que las llevó a ganar puestos en la clasificación realizada para la Región Caribe. Sin embargo, los sectores de

agricultura, caza y silvicultura, y suministro de electricidad gas y agua reportaron una disminución de su inversión en I&D entre 1998 y 2005.

El sector manufacturero se consolida entonces como el más innovador en términos de investigación y desarrollo debido a sus características de tamaño, y por poseer un mercado competitivo que le exige que sus procesos productivos deben estar siempre en continuo mejoramiento. Otras características de este sector que son mencionadas por Langebaek y Vásquez (2007), son la importancia de la participación extranjera en esta industria, la búsqueda de eficiencia en la gestión de conocimiento de las firmas y las oportunidades tecnológicas que tiene el sector.

Comparando las posiciones de los sectores en la Región Caribe y en Colombia se encuentran grandes diferencias. Por ejemplo, mientras que en 1998 el sector de transporte y comunicaciones ocupó en Colombia la segunda posición como sector más innovador, y mantuvo su posición para el 2005, este mismo sector ocupó uno de los últimos lugares (10) en 2005 para la Región Caribe, mostrando una fuerte disminución de su inversión en I&D no acorde al comportamiento del sector en el país. Al mismo tiempo, sectores como explotación de minas y canteras, y hoteles y restaurantes, son más innovadores (en términos de inversión en I&D) en la Región Caribe que en el total de Colombia.

Finalmente como sector menos innovador, sin ganar ni perder posiciones entre 1998 y 2005, y para ambos casos analizados, se encuentra el sector de Hogares privados con servicio doméstico.

### **3.3 Inversión en I&D vs. Utilidades**

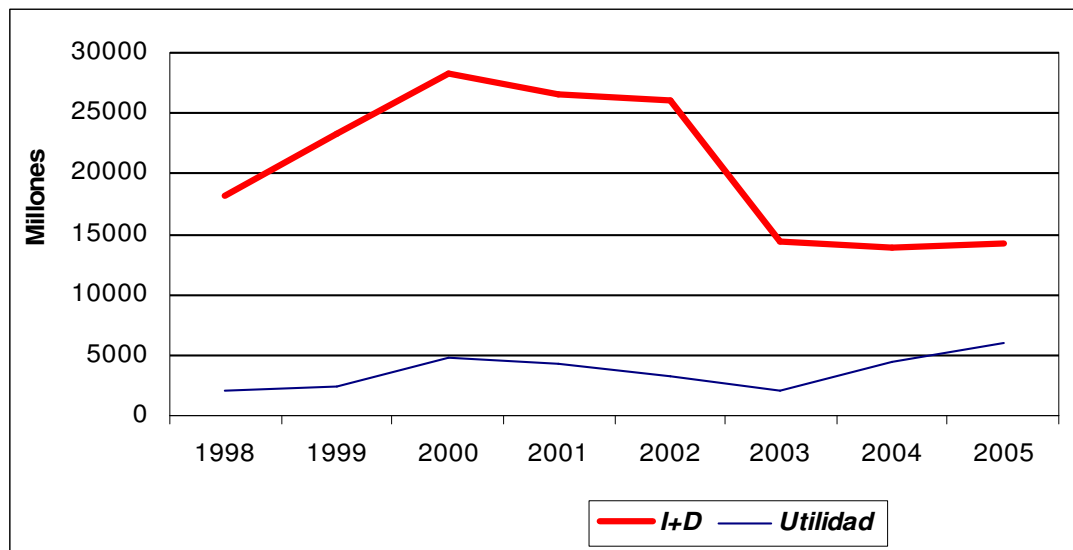
Como lo indican las cifras del DANE, el PIB ha tenido un comportamiento creciente en el período 1998-2005, exceptuando el año 1999, en donde la economía sufrió una fuerte crisis que propició una disminución de la producción industrial y de las ventas, hecho que se vio reflejado en una tasa de crecimiento del PIB de -4.2% entre 1998 y 1999. En relación a las utilidades, sería de esperarse que para estos años también se presentara una disminución, pero según los cálculos realizados con los datos de Supersociedades, las utilidades no disminuyeron ese año, pero si tuvieron una tasa de crecimiento real pequeña (23.9%) en relación con el crecimiento presentado en años posteriores como el 2000 (96.5%) y 2004 (118.4%).

Después de la crisis de 1999, las firmas se recuperaron rápidamente en el 2000, pero el nivel de utilidades después del 2001 y hasta el 2003 tuvo una tasa de crecimiento promedio negativa (-24.7%), que podría explicarse como un efecto rezagado de la crisis de 1999.

Por su parte, las utilidades en la Región Caribe, presentaron un crecimiento de - 5.7% entre 1998 y 1999, seguido de un crecimiento promedio de 40.2% hasta el año 2002 y teniendo su peor momento en el 2003, simultáneamente con el total de Colombia que también tuvo un mal año. Posteriormente los resultados fueron mejorando tanto para la Región Caribe como para el resto de Colombia, con la diferencia que en la Región Caribe se mantuvieron casi constantes las utilidades en los años 2004 y 2005, mientras que las utilidades del resto de Colombia y el total siguieron creciendo.

### Gráfica 3

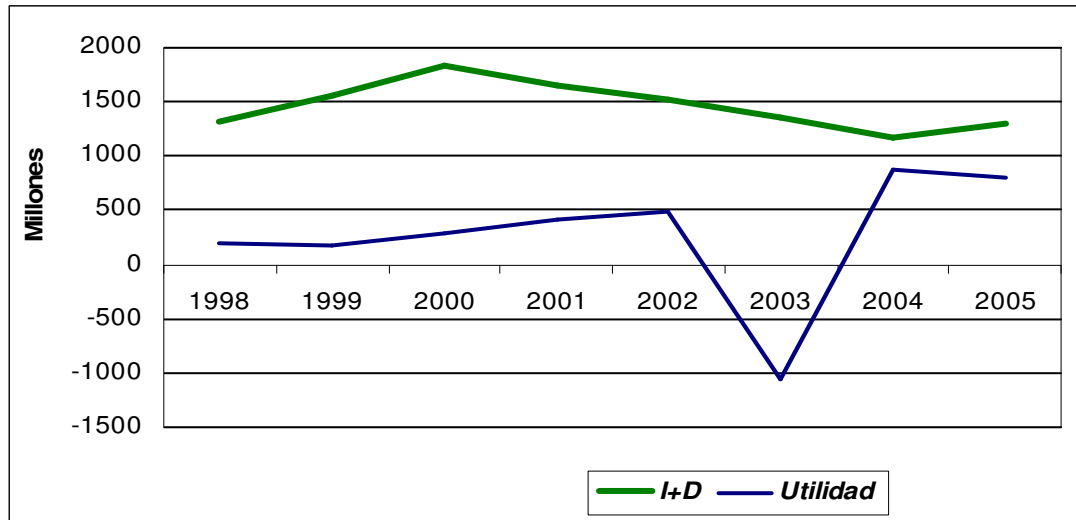
**Comportamiento de la utilidad y la inversión en I&D en Colombia, (1998-2005).**



Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

#### Gráfica 4

#### Comportamiento de la utilidad y de la inversión en I&D en la Región Caribe, (1998-2005).

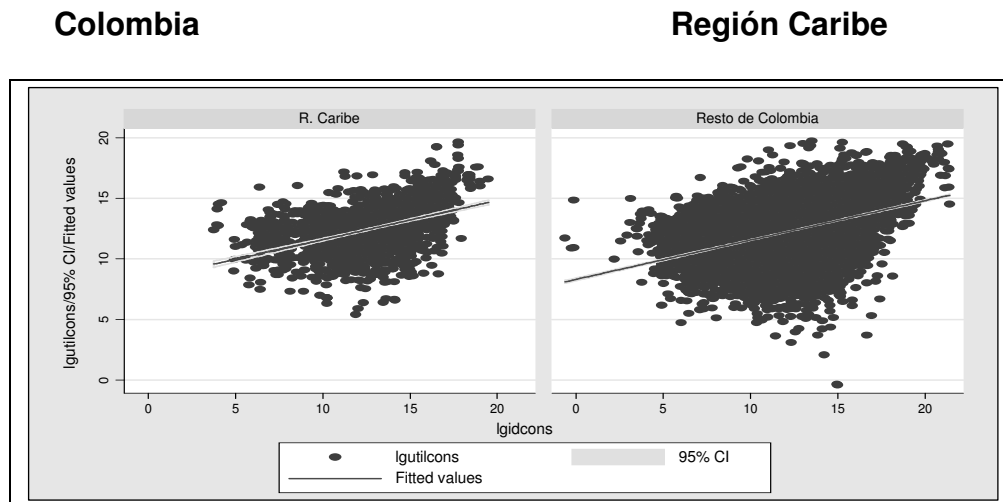


Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

Calculando la correlación entre las principales variables de estudio (utilidad e inversión en I&D), se encontró una correlación de 0.42 para Colombia y 0.45 para la Región Caribe, lo que indica que ambas variables se encuentran positivamente correlacionadas y que, por lo tanto, tienden a variar en el mismo sentido. En Colombia las series de utilidad y de I&D coinciden en una senda de crecimiento hasta el año 2000, reflejando en los años posteriores, hasta el 2003, una disminución constante para las utilidades mientras que la inversión en I&D aceleró su decrecimiento entre 2000 y 2003. A partir de este punto, las utilidades han retomado su rumbo de crecimiento mientras que la inversión en I&D se ha

mantenido constante. En el caso de la Región Caribe, las utilidades de las firmas presentan un comportamiento creciente hasta el 2002, reflejando una gran reducción en el 2003 y recuperando la senda de crecimiento después del 2004. En contraste, la inversión en investigación y desarrollo presentó crecimiento hasta el año 2002, en donde alcanzó su pico más alto, en general la tendencia ha sido decreciente en todo el período analizado. (Ver gráficas 3 y 4).<sup>16</sup>

**Gráfica 5. Grafica de dispersión para la Región Caribe y Colombia.**



Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

<sup>16</sup> Es importante aclarar que la diferencia de magnitudes entre la inversión en I&D y las utilidades, la cual se evidencia en las graficas, se debe a que mientras que las cifras de inversión en I&D siempre son positivas, la suma de estas dará siempre un número positivo y mayor que en el caso de las utilidades. La variable utilidad puede adquirir valores tanto positivos como negativos y al realizar la sumatoria de las utilidades en cada año este valor puede no ser tan alto como el de la inversión en I&D.

Analizando el caso de la Región Caribe a nivel sectorial, las cifras sobre utilidades y la inversión en investigación y desarrollo indican que existe una relación entre estas dos variables y que, de esta manera, se puede decir que algunos sectores con mayor nivel de inversión en I&D se caracterizan además por tener mayores utilidades. A partir del cuadro 4 se obtiene que los sectores de extracción de minas y canteras, transporte y comunicaciones, y pesca además de tener el mayor promedio de inversión en I&D también tienen las mayores utilidades. Sin embargo, algunos sectores como la industria manufacturera, hoteles y restaurantes, suministro de electricidad gas y agua y el sector de la construcción, a pesar de tener un alto nivel de inversión en I&D, no obtuvieron buenos resultados en cuanto a sus utilidades.

Estos resultados respecto a las utilidades son más interesantes al analizar la evolución del PIB sectorial, encontrando que la participación que tuvo en el 2004 la producción del sector minero de la Región Caribe en el total del sector a nivel nacional fue de 37.7% y que este sector en la Región Caribe tuvo un crecimiento promedio de 9.7% entre 1998-2004, al mismo tiempo que presenta, según cifras de Supersociedades, la mayor inversión en I&D y las mayores utilidades.

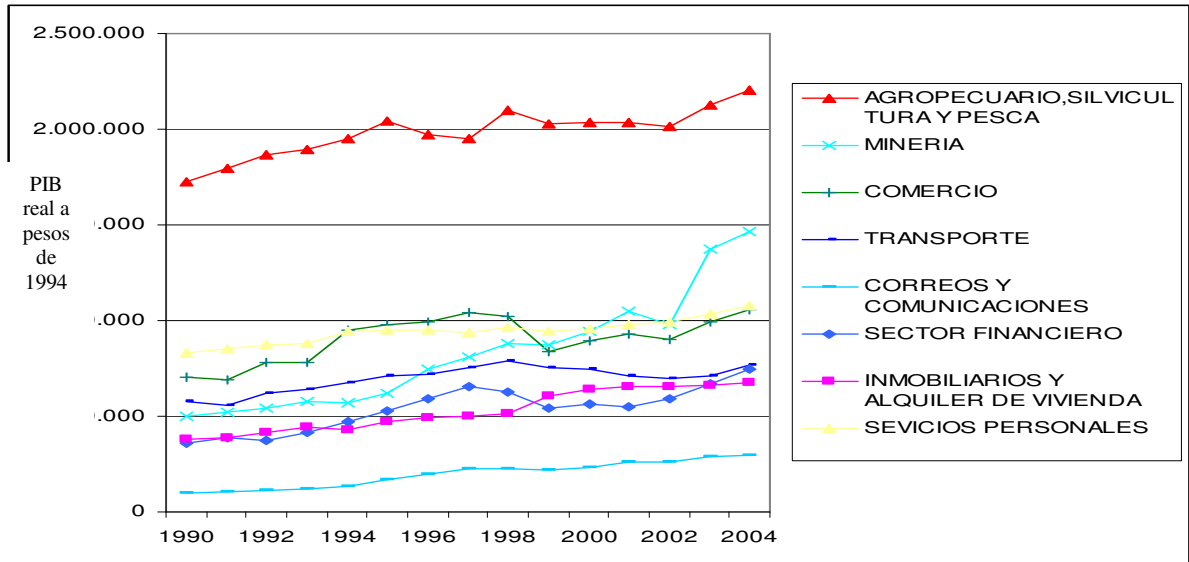
**Cuadro 4. Promedio de las utilidades y la inversión en I&D por sectores productivos en la Región Caribe, (1998-2005).**

Sectores	Inversion en I&D promedio	Utilidad Promedio
AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	1.959.766	29.456
PESCA	2.894.755	537.616
EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	12.870.402	27.363.660
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	4.079.327	-56.970
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	1.474.926	-70.059
CONSTRUCCION	1.147.082	-24.820
REPARACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS, EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMESTICOS	770.774	177.641
HOTELES Y RESTAURANTES	4.691.793	-10.417
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	1.188.448	766.594
INTERMEDIACION FINANCIERA	918.562	272.069
ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	931.136	170.193
EDUCACION	120.755	34.293
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	2.917.858	-30.066
OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES	767.803	113.304
HOGARES PRIVADOS CON SERVICIO DOMESTICO	0	220.274

Fuente: Supersociedades. Cálculos de los autores.

Otros sectores que tienen correspondencia entre sus niveles de utilidad, I&D y crecimiento del PIB sectorial para la Región Caribe son el sector de transporte, comunicaciones, y el sector de agricultura, silvicultura y pesca.

**Gráfica 6. Evolución del PIB real por sectores en la Región Caribe.**



fuente: DANE-Cuentas departamentales. Cálculos de los autores.

## 4. MODELO

### 4.1 Especificación del modelo

El modelo corresponde básicamente a una función de utilidad no planteada como una identidad exacta (ingresos-gastos) sino en función de factores determinantes de ella, usando las cuentas de balance general y estado de resultados como Proxy. Las variables y las cuentas utilizadas para el cálculo de éstas fueron descritas en un capítulo anterior. A continuación se describirán las variables que miden específicamente la existencia de *spillovers* y su forma funcional.

La definición y forma funcional de estas variables se plantea de acuerdo a las estimaciones realizadas por Bernstein (1986), tomando este trabajo como base principalmente por la aproximación a los objetivos de la investigación y por la similitud de los datos utilizados en ambos estudios.

**(I&D) INTRA:** esta variable comprende la sumatoria de inversión en I&D del resto de firmas diferentes a la representativa<sup>17</sup>, pertenecientes al mismo sector y con la cual se genera el efecto de *Spillover* intra-sectorial. Su cálculo se realizó así:

---

<sup>17</sup> La firma representativa corresponde a la firma estudiada en determinado momento t y que corresponde a un sector j.

$$(I \& D)INTRA_{ijt} = \sum_{\substack{i, \\ i \in j}}^n (I \& D)_{ijt} - (I \& D)_{ijt} ,$$

Donde,

$i = \text{firmas}$

$j = \text{sectores}$

$t = \text{años}$

**(I&D) INTER:** Esta variable esta definida como la sumatoria de la inversión en I&D del resto de sectores diferentes al que pertenece la firma representativa. Su forma funcional es la siguiente:

$$(I \& D)INTER_{ijt} = \sum_{\substack{j, \\ i \notin j}}^m (I \& D)_{jt}$$

La interpretación de estas variables en el modelo se realizará por medio de sus coeficientes. Así, si el coeficiente de (I&D) INTRA es positivo y significativo entonces se dirá que existen *spillovers* tecnológicos a nivel intra-sectorial. En el caso de (I&D) INTER, si su coeficiente es positivo y significativo, entonces existirá evidencia de la existencia de *spilllover* inter-sectoriales.

De esta manera la utilidad de una firma (i) que pertenece al sector(j) en el año(t) se encuentra determinada por los ingresos ( $Ing_{ijt}$ ), la remuneración al trabajo ( $L_{ijt}$ ),

capital físico ( $K_{ijt}$ ), inversión en Investigación y desarrollo ( $I \& D_{ijt}$ ), inversión en I&D del resto de firmas pertenecientes al mismo sector ( $(I \& D)INTRA_{ijt}$ ) y la inversión en I&D del resto de sectores diferentes al que pertenece la firma representativa ( $(I \& D)INTER_{ijt}$ ).

Así el modelo a ser estimado es:

$$U_{ijt} = \beta_1 L_{ijt} + \beta_2 K_{ijt} + \beta_3 I \& D_{ijt} + \beta_4 (I \& D)INTRA_{ijt} + \beta_5 (I \& D)INTER_{ijt} + v_{ij} + e_{ijt}$$

Donde  $v_{ij} = v + \mu_{ij}$  es la variable que reúne los efectos fijos y su error.

## 4.2 Metodología de estimación

La presencia de una variable constante en el tiempo que captura las características de la firma que no son observables y que podrían afectar la utilidad no permite estimar el modelo por OLS, ya que los estimadores serían sesgados y no consistentes, por lo tanto el modelo fue estimado a partir del método de efectos fijos<sup>18</sup>, método que fue escogido después de realizar el test de Hausman, y en el

---

<sup>18</sup> Si el componente de error individual  $\mu_{ij}$  tiene algún tipo de correlación con algunas de las variables explicativas, entonces no incluir  $\mu_{ij}$  conducirá a un sesgo de variables omitida en los estimadores de las variables independientes. El método de efectos fijos corrige la omisión de variables.

cual se obtuvo un resultado a favor de la utilización de efectos fijos, lo que solucionará el problema de la omisión de variables constantes en el tiempo.

Específicamente, la prueba de Hausman consiste en determinar las diferencias entre los coeficientes estimados por el método de efectos fijos (EF) y los coeficientes estimados por el método de efectos aleatorios (ER)<sup>19</sup>. Así el test de Hausman esta planteado de la siguiente manera:

$$H_0 = \beta(EF) = \beta(ER)$$

$$H_1 = \beta(EF) \neq \beta(ER)$$

En este caso la prueba de Hausman rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), aceptando así que existe una diferencia entre los coeficientes estimados bajo EF Y ER, y por lo tanto se escoge el método de efectos fijos.

---

<sup>19</sup> En el caso en que no halla diferencia en los coeficientes se deduce que no existe ninguna correlación entre el término de error individual y las variables explicativas, por lo tanto no existirá el problema de omisión de variables y se escogerá el método de efectos aleatorios.

### 4.3 Resultados y análisis

El objetivo de esta investigación es identificar la existencia de *spillover* tecnológicos intra e inter-sectoriales en la Región Caribe; sin embargo, el modelo fue estimado tanto para Colombia como para la Región Caribe con el fin de realizar algunas comparaciones y en busca de la evidencia de algún rezago de la Región Caribe en comparación con Colombia o viceversa. Los resultados se presentan en el cuadro 5.

Los resultados permiten comprobar que existe una fuerte relación entre las utilidades de una firma y la inversión en I&D; tanto para la Región Caribe como para Colombia los coeficientes obtenidos en la estimación del modelo son positivos y significativos. El efecto observado es mayor para el caso de las firmas localizadas en la Región Caribe que el efecto obtenido para el total de Colombia. Aunque la Región Caribe constituye tan solo el 7.9% del total de la base de datos utilizada, los resultados indican que las firmas de la Región Caribe tienen mejores retornos sobre sus utilidades de la inversión que hacen en I&D, de esta manera, en la Región Caribe un incremento de la inversión en I&D de 1% generará un incremento en la utilidad de 0.1054% (un aumento de \$1.000 en I&D produce un incremento de \$105.4 en las utilidades), mientras que la relación para el total de Colombia consiste en que un aumento en 1% en I&D producirá un incremento en

la utilidad de 0.039% (un aumento de \$1.000 en I&D genera un incremento en las utilidades de \$39).

**Cuadro 5. Estimación del modelo de *Spillovers* tecnológicos en Colombia y la Región Caribe.**

<i>Variables Independientes</i>	<i>Región Caribe</i>	<i>Colombia</i>
<i>K</i>	-0,031 (0,012)*	0,035 (0,000)***
<i>L</i>	3,094 (0,001)***	0,242 (0,070)*
<i>I&amp;D</i>	0,1054 (0,000)***	0,0391 (0,000)***
<i>(I&amp;D)INTRA</i>	0,000354 (0,014)**	0,0000727 (0,017)**
<i>(I&amp;D)INTER</i>	-0,000058 (0,288)	-0,0000259 (0,023)**
<i>N = número de registros</i>	5.931	74.337
<i>R<sup>2</sup></i>	0,0366	0,139
<i>Prueba de Hausman</i>	108,62 (0,000)	16,18 (0,001)

Los errores estándar se encuentran denotados en paréntesis.

\*\*\*significativo al 1%

\*\*significativo al 5%

\* significativo al 10%

Además es interesante detenerse en las diferencias entre los retornos a la utilidad que hace la inversión en capital físico y la inversión en I&D. En este caso los resultados demuestran (según la magnitud de los coeficientes) que para Colombia y la Región Caribe, es mayor el efecto que causa la inversión en investigación y

desarrollo que la inversión en capital físico sobre las utilidades de las firmas, resultados que comprueban la importancia de la I&D dentro de una firma.

En cuanto a la variable (I&D) INTRA, los coeficientes positivos y significativos muestran que existen *Spillover* intra-sectoriales en la Región Caribe y en Colombia, lo cual indica que las utilidades de una firma se ven influenciadas no solo por su nivel de inversión en I&D sino también por la inversión en I&D que realizan las otras firmas que pertenecen al mismo sector económico. Esto va de acuerdo con el argumento de Quevedo y Pérez(2001), que explica que los efectos de derramamiento o *spillovers* son mucho más identificables dentro de cada sector, ya que la similitud en la actividad económica que realizan las firmas implica que la mayoría de estas necesitan insumos iguales o muy parecidos, por lo tanto el éxito de una de ellas con la aplicación de una nueva tecnología permitirá que la difusión de este nuevo conocimiento no solo llegue más rápido a las empresas del mismo sector, sino que para ellas será mucho más fácil apropiarse de ese nuevo conocimiento y aplicarlo a sus procesos y productos.

Así mismo, es importante resaltar que el efecto de *spillover* intra-sectorial es más fuerte en la Región Caribe que en Colombia, lo cual se deduce de la comparación de sus coeficientes.

Por otro lado, los resultados determinan que no existe una relación significativa entre la variable (I&D) INTER y la utilidad, lo cual permite afirmar que para la

Región Caribe no existe evidencia de *spillovers* inter-sectoriales. Teniendo en cuenta que los sectores escogidos tienen la mayor agregación posible de acuerdo con el código CIIU, el resultado indica que no hay evidencia estadística que indique que las innovaciones o el nuevo conocimiento generado por un sector podrían ser adquiridos y reflejarse en mayores utilidades en otro.

En el caso de Colombia, la variable (I&D) INTER posee un coeficiente negativo y significativo, lo cual podría interpretarse como que la inversión en investigación y desarrollo del resto de sectores afecta negativamente las utilidades de un sector. De esta manera, la externalidad generada por la (I&D) entre sectores es negativa. Una posible ilustración de este resultado podría darse basados en la relación existente entre sectores, siendo unos proveedores de otros y planteada por Atallah (2006). Así, esta situación puede ser explicada no por la apropiabilidad de la innovación tecnológica como tal, sino por los resultados que ésta puede generar en un producto y en su precio. Un sector que invierte en una nueva tecnología para mejorar la calidad de un producto puede reflejar ese costo en el precio de venta del producto, y en el caso en que este producto sirva de insumo para otro sector el costo de adquirido será mayor y las utilidades de este sector podrían no aumentar. En este sentido la innovación tecnológica que hace un sector podría afectar negativamente las utilidades de otro vía precios, solo si entre ellos existe una relación proveedor-cliente.

Adicionalmente, los resultados para el resto de variables muestran que en Colombia, el capital físico y la remuneración al trabajo presentaron una relación positiva con respecto a la utilidad, indicando que un aumento de 1% en la remuneración de la fuerza laboral genera un aumento de 0.242% en las utilidades de la firma, mientras que los retornos del capital físico sobre las utilidades se estiman en 0.035% por cada aumento del 1% en K.

En la Región Caribe, y contrario a lo que sucede en el caso de Colombia, la relación entre el capital físico y la utilidad es negativa, de lo cual se deduce que aumentos de la inversión en capital físico no generan retornos positivos en las utilidades, lo que si sucede con la inversión en I&D y la remuneración al trabajo.

### **Análisis sectorial en la Región Caribe**

Para un análisis más detallado se estimó el mismo modelo para cada sector lo cual permite identificar en cuales de estos hay presencia de *spillovers* tecnológicos.

En el capítulo 3 se identificaron como sectores más innovadores explotación de minas y canteras, la industria manufacturera, hoteles y restaurantes, servicios sociales y de salud y el sector de pesca. A partir las estimaciones hechas por sectores se puede evaluar la presencia de spillover en estos.

En el caso del sector de explotación de minas y canteras se obtiene que el impacto de la inversión en I&D en sus utilidades es alto y significativo, de esta manera un aumento del 1% en la inversión en I&D genera aumentos del 0.58% en las utilidades.

**Cuadro 6. Resultados de la regresión por sectores en la Región Caribe.**

Sector	Id	Intra	Inter
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	0,1751***	0,0003	-0,000007
Pesca	0,012	0,1007**	0,000036***
Explotación de minas y canteras	0,5883***	-0,0211***	0,00013
Industrias manufactureras	0,098***	0,00001	0,000061
Suministro de electricidad, gas y agua	-0,058	-0,0037	-0,00005
Construcción	0,2852	0,0016	-0,0001
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	0,1174***	-0,005***	0,000028***
Hoteles y restaurantes	0,013**	0,0006	-0,0000007
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,0071***	-0,00036**	0,00002
Intermediación financiera	0,051***	-0,00035	-0,000062
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	0,1304***	0,00003	-0,000008*
Educación	0,048***	0,00006	-0,000005
Servicios sociales y de salud	0,03047	-0,003	-0,000017
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	0,1151***	0,00018	-0,000007
Hogares privados con servicio domestico	0,4893	-0,2764	-0,00002*

\*\*\*significativo al 1%

\*\*significativo al 5%

\* significativo al 10%

El sector de explotación de minas y canteras en la Región Caribe, según los datos de Supersociedades, está compuesto principalmente por firmas dedicadas a la

extracción de carbón, minerales no metálicos y servicios relacionados con la extracción de petróleo y gas. Según el *plan estratégico del programa nacional de investigaciones de minería y energía, 2000-2009*, desarrollado por el Ministerio de minas y energía, DNP y Colciencias, el objetivo es promover la investigación, innovación y transferencia de tecnologías en los productos, procesos y servicios energéticos y mineros, y teniendo como visión que las industrias del sector minero y energético en Colombia sean comparables a nivel internacional en cuanto a nivel de I&D.

De acuerdo con esto y si el plan estratégico planteado en el año 2000 se ha cumplido, las innovaciones realizadas por el sector minero están dirigidas hacia la infraestructura y la adquisición de maquinaria con avanzada tecnología<sup>20</sup>, mientras que específicamente la actividad de investigación se dirige hacia las áreas de la geología y minería del carbón, la eficiencia de los procesos mineros, los efectos ambientales de la minería (haciendo énfasis en el caso del carbón), y el transporte.

Por otro lado, en el sector de hoteles y restaurantes, un aumento del 1% en la inversión en I&D genera incrementos de 0.013% en las utilidades, además, de esto, éste sector no captura ningún tipo de spillover.

---

<sup>20</sup> Estos resultados concuerdan con la información de Supersociedades ya que observando detalladamente las cuentas que componen la inversión en I&D para el sector minero en la Región Caribe, la cuenta con mayor monto es la de valorización de planta y equipo.

En el sector de comercio se evidencia la presencia de *spillovers* inter-sectoriales, indicando que la inversión en I&D de otros sectores influyen positivamente en sus utilidades; este resultado también tiene su explicación en la relación proveedor-cliente planteada por Atallah (2006), teniendo en cuenta que el sector de comercio no es estrictamente un sector productivo sino que actúa como un vendedor de bienes producidos generalmente por otros sectores.

El sector de pesca es el único que captura los dos tipos de *spillover*, aunque el resultado no sea significativo para el efecto de la inversión propia de cada firma en sus utilidades. De esta manera, éste se identifica como el sector más beneficiado por la existencia de externalidades positivas causadas por la inversión en I&D a nivel intra e inter-sectorial en la Región Caribe.

En la información utilizada para este estudio, las empresas que conforman el sector de pesca son las dedicadas al cultivo de camarón y pescado y se caracterizan por constante actividad en laboratorios con el fin de cumplir los estándares de calidad que exigen estos productos por ser de exportación.

Finalmente, en el sector de la industria manufacturera y el sector de servicios sociales y de salud, a pesar de tener altos niveles de innovación, no se encontró evidencia de ningún tipo de *spillover*. Para el resto de sectores, no se evidencia la existencia de *spillovers*, ya sea por el signo del coeficiente o por que los resultados no fueron significativos, pero es importante resaltar que para 10 de los

15 sectores estudiados se encontraron relaciones positivas y significativas entre la inversión en I&D de una firma y sus utilidades.

## 5. CONCLUSIONES

Este trabajo identificó la existencia de *spillovers* tecnológicos en los sectores económicos de la Región Caribe en el periodo 1998-2005, además se realizó la construcción de un índice que mide la inversión en investigación y desarrollo (I&D) que realiza cada firma, indicador que fue utilizado para identificar los *spillovers* tecnológicos sobre las utilidades de firmas y sectores.

Los resultados confirman la importancia de la innovación tecnológica, medida en I&D, para una firma y sus resultados económicos, encontrando que en la Región Caribe y en Colombia la inversión en I&D tiene un vínculo significativo con la utilidad de una firma. Así mismo, en la Región Caribe se logró identificar la existencia de *spillovers* intra-sectoriales concluyendo que la inversión en I&D que realizan algunas firmas de determinado sector influyen positivamente en las utilidades de otras firmas pertenecientes al mismo sector.

A nivel sectorial, los más destacados por sus resultados en cuanto a nivel de inversión en I&D son: el sector de la industria manufacturera, explotación de minas y canteras, pesca, hoteles y restaurantes, actividades inmobiliarias y servicios sociales y de salud. Por su parte, las estimaciones de los *spillover* arrojaron

resultados favorables a sectores como hoteles y restaurantes, comercio, pesca y explotación de minas y canteras.

En síntesis, las estimaciones arrojaron interesantes resultados para la Región Caribe en comparación con el total nacional, mostrando que la Región se beneficia de obtener mayores retornos de la inversión en I&D y de tener una mayor presencia de spillovers intra-sectoriales, en contraste con los resultados nacionales. Lo cual descarta la existencia de algún rezago de la Región Caribe en cuanto a innovación tecnológica (medida en I&D) con respecto al total de Colombia.

## **RECOMENDACIONES**

Como se anotó en el presente trabajo, la investigación y desarrollo como medida de innovación tecnológica se establece como un instrumento de la difusión tecnológica en firmas y sectores. Es importante entonces, la creación y diseño de estrategias que promuevan este tipo de inversión en las firmas como un factor de producción como la fuerza laboral y el capital, que además produce retornos positivos sobre las utilidades de estas a partir de la eficiencia que genera la producción y uso de nuevo conocimiento.

Estas estrategias y políticas de apoyo deben ir desde el orden financiero hasta el apoyo en el proceso que conlleva la investigación y desarrollo, seguimiento que puede ser realizado a través de centros de investigación científica que cuenten con el recurso físico y humano para guiar y llevar a cabo los proyectos de innovación tecnológica según los requerimientos de cada firma. Es importante la presencia de estos centros en todas las regiones con el fin de garantizar que todo el país tenga las mismas posibilidades de aprovechar la infraestructura científica y tecnológica para aumentar su productividad y competitividad.

Es así como a partir de este trabajo se puede desarrollar una línea de investigación poco explorada en Colombia hasta hoy, y bajo este planteamiento es necesario mencionar dos asuntos.

Primero, el desarrollo de trabajos que profundicen el análisis de este fenómeno a nivel regional es importante para poder diseñar e implementar políticas de acuerdo a la estructura económica, las capacidades y las necesidades de cada región; ya que consolidando en primer lugar las regiones, se podría lograr una mejor posición de nuestro país en cuanto a innovación tecnológica y su implementación tanto en el sector público como privado, además de que desde este punto podría llegarse a fomentar la producción y difusión de nuevo conocimiento hacia el resto de países.

En segundo lugar, y con el fin de hacer una propuesta para próximos trabajos, sería interesante analizar cada sector productivo en detalle, teniendo en cuenta que cada uno de estos posee diferentes niveles de innovación, oportunidad tecnológica y, por supuesto, diferentes resultados generados por el nuevo conocimiento. Además, creemos que sería interesante ampliar el modelo para incluir aspectos como la distancia entre departamentos o regiones por medio de la econometría espacial, los efectos de la innovación tecnológica sobre la productividad o la evaluación de las tasas de retorno de los diferentes tipos de inversión que hace una firma incluyendo la nueva tecnología. Este tipo de análisis se encuentra fuera del alcance de este trabajo, debido a lo extenso que sería analizar con detalle cada sector y la inclusión de otras variables, recordando que este

trabajo apenas constituye un primer acercamiento a la determinación del fenómeno de spillovers a nivel sectorial en Colombia.

## BIBLIOGRAFIA

Atallah, Sonya. (2006). *Revaluando la transmisión de spillovers de la IED: un estudio de productividad para Colombia*. Desarrollo y sociedad No 57, primer semestre de 2006, pp 163 – 213.

Benavente, Jose M; De Gregorio, Jose; Nuñez, Marco. (2005). *Rates of return for industrial R&D in Chile*. Departamento de economía Universidad de Chile.

Bernstein, Jeffrey I. (1988). *Costs of Production, Intra-and Interindustry R&D Spillovers: Canadian Evidence*. The Canadian Journal of Economics, Vol.21, No.2, pp.324-347.

Bernstein, Jeffrey I; Nadiri, Ishaq. (1988). *Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-Tech Industries*. The American Economic Review, Vol.78, No.2, Papers and Proceedings of the One-Hundredth Annual Meeting of the American Economic Association, pp.429-434.

Blalock G; Gertler P. (2003). *Technology from foreing direct investment and welfare gains through the supply chain*. Mimeo, Cornell University.

Blomstrom M; Persson H. (1983). *Foreing investment and spillover efficiency on an underdeveloped economy: evidence from the Mexican manufacturing industry*. World Development, 11:176-192.

COLCIENCIAS - Instituto colombiano para el desarrollo científico y tecnológico Antonio José de Caldas. (2005). *Política de ciencia, tecnología e innovación Hacia las regiones*, Documento Borrador –en construcción. COLCIENCIAS

Crespo J; Velázquez F. (2006). *Externalidades tecnológicas de la inversión extranjera directa. Medicion y efectos*. ICE, Los intangibles de la internacionalización empresarial, N° 830.

DANE. Cuentas departamentales, PIB (1990-2005). En: [http:// www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

DANE-DNP-COLCIENCIAS. (2005). *Metodología de la encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera: Colombia 2003-2004*.

De Mello, L.R. (1997), Foreign direct investment in developing countries and growth: a selective survey, *Journal of Development Studies*, vol. 34, N° 1.

Duran, Xavier; Ibáñez, Rodrigo; (et al) (1998). *La innovación tecnológica en Colombia: Características por tamaño y tipo de empresa*. Bogotá, DNP.

Ellison, G; Glaeser, E. (1997). *Geographic concentration in US manufacturing industry: a dartboard approach*. JSTOR, The journal of politics economic. Vol 105, N° 5.

Espinoza, Hector. (2004). *Inversión en Investigación y Desarrollo para generar Competitividad?: Un Análisis de sus Efectos y Determinantes a Nivel de Empresas Manufactureras - Perú 1998*. CEPED.

Florian D; Cuadra G. (2003). *Inversión extranjera directa, crecimiento económico y spillovers en los países menos desarrollados miembros del APEC*. Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Griliches Zvi. (1991). *The search for R&D spillovers*. NBER working papers series. Working Paper No 3768.

Holbrook J.A.D (2000). *El uso de sistemas nacionales para desarrollar indicadores de innovación y capacidad tecnológica*. Vancouver, Centro para la Investigación de Políticas sobre Ciencia y Tecnología.

Jaffe, A. (1986), *Technological Opportunity and Spillovers form firms' patents, profits and market value*. The American Economic Review, Vol 76 N°5.

Jaffe, A. (1989). *Real Effects of Academic Research*. The American Economic Review, 79, 957-910

Langebaek, A; Vásquez, D. (2007), *Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana*. Bogotá, Borradores de Economía, Banco de la Republica.

Manual de Oslo (2005). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. OCDE y Eurostat.

Méndez, I. (2001), *Las actividades de I+D+i y el impuesto sobre sociedades en las entidades sin fines de lucro*. España, Universidad Autónoma de Madrid.

Odagiri. H. (1983). *R & D Expenditures, Royalty Payments, and Sales Growth in Japanese Manufacturing Corporations*. The Journal of Industrial Economics, Vol. 32, No. 1. (Sep., 1983), pp. 61-71.

Pindyck, Robert; Rubinfeld, Daniel (2001). *Microeconomía*. Madrid, Prentice Hall.

Quevedo, P; Pérez C. (2001). *Características empresariales versus sectoriales, ¿Qué determina el esfuerzo innovador?*. España. Universidad Politécnica de Madrid.

Rios, A. (1975). *Curso de contabilidad*. Colombia. Editorial Bedout.

Romero, A. (2006). *Principios de contabilidad y análisis financiero*. Colombia. Ediciones Uniandes.

Romero, Desiderio; Sanz, Jose y Hernandez, Carolina. (2007). *La fiscalidad de la inversión en I+D: un análisis comparado para los países de la UE-15*. España Información comercial española (ICE).

Superintendencia de Sociedades, Estados financieros (1999-2005).En: <http://www.supersociedades.gov.co>.

Shachmurove, Y. (2007). *Geography and Industry Meets Venture Capital*. Penn Institute for Economic Research, Working paper 07-015.

Vargas, P. (2003). *El impacto de los activos intangibles tecnológicos sobre los resultados empresariales: una aplicación al sector manufacturero español España*, Universidad de La Rioja.

Wooldridge, J. (2001) *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. London. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. pp 283-291.

XXII Congreso latinoamericano sobre espíritu empresarial, (1998). Ponencia: Ley del Páez motividad empresarial en la Región Sur de Colombia. Universidad Surcolombiana.

