



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Una evaluación del instrumento incentivo tributario para la ciencia, tecnología e innovación en Colombia: deducción por inversión en I+D+i.**

**Sue Ellen López Coronado**

**Universidad Nacional de Colombia**

**Facultad de Ciencias Económicas**

**Bogotá, Colombia**

**2016**

# **Una evaluación del instrumento incentivo tributario para la ciencia, tecnología e innovación en Colombia: deducción por inversión en I+D+i.**

**Sue Ellen López Coronado**

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ciencias Económicas**

Director:

Ph.D. Álvaro Zerda Sarmiento

Línea de Investigación:

Desarrollo Económico

**Universidad Nacional de Colombia**

**Facultad de Ciencias Económicas**

**Bogotá, Colombia**

**2016**

## **Dedicatoria**

A Dios por su guía en este camino y permitirme superar los obstáculos y desafíos en este proceso.

A mi familia, en especial mi esposo, mis hijos, mi madre y mi padre, por su constante e incondicional apoyo.

## **Agradecimientos**

A mi director profesor Álvaro Zerda por su paciencia e invaluable aportes en la realización de este trabajo.

A Abel Gómez por sus asesorías y consejos en los momentos más oportunos.

A todos mis amigos, docentes, demás personas y entidades que con sus aportes contribuyeron a llegar hasta este punto.

## **Resumen**

El beneficio de deducción por inversión es uno de los instrumentos de política pública dirigido a incentivar la inversión en CTel en el país. En la presente investigación se evalúa el desempeño de este incentivo y se identifica la influencia del costo de uso del capital sobre la inversión en actividades de CTel frente a otros factores determinantes. Para este propósito se utiliza información administrativa del beneficio tributario de deducción por inversión, así como, de la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de la Industria. A partir de un análisis cuantitativo donde se emplea el uso modelos econométricos es posible deducir de los principales resultados que aunque existen posibilidades de potencializar el uso del incentivo, no es muy evidente el efecto directo que este pueda tener en contribuir a incrementar los niveles de inversión en CTel existentes. Los resultados también muestran que de todas las variables consideradas la de recursos financieros públicos es la más robusta para la determinación de la inversión privada en ACTI.

**Palabras Claves: Beneficio tributario de deducción por inversión, Inversión en CTel, costo de uso del capital.**

## **Abstract**

The benefit of deduction for investment is one of the instruments of public policy aimed at encouraging investment in STI in the country. In this research, it is evaluated the performance of this incentive and the influence of the cost of use of capital on investment in STI activities against other determinants. For this purpose, administrative information of the tax benefit of deduction for investment, as well as the Annual Manufacturing Survey and the Survey of Development and Technological Innovation Industry are used.

From a quantitative analysis where econometric models are used, it is possible to deduce from the main findings that although there are possibilities of augmenting the use of incentive is not very obvious the effects that the instrument may have to contribute to increasing levels investment in existing STI. The results also show that of all the variables considered public financial resources is the most robust for determining private investment in ACTI.

**Keywords: tax benefit of deduction for investment, STI Investment, use of capital cost.**

# Contenido

**Resumen**

**Lista de Símbolos y Abreviaturas**

<b>Introducción</b>	<b>9</b>
<b>1. Capítulo I: Diseño Metodológico</b>	<b>17</b>
1.1. <i>Elaboración del marco conceptual</i>	17
1.2. <i>Recopilación de la Información</i>	18
1.3. <i>Análisis de la información cualitativa de beneficios tributarios</i>	18
1.4. <i>Análisis cuantitativo de la información</i>	19
<b>2. Capítulo II: Marco conceptual</b>	<b>20</b>
2.1. <i>El concepto de ciencia, tecnología e innovación</i>	20
2.2. <i>La innovación y el crecimiento</i>	22
2.3. <i>La política económica pública para incentivar la inversión en I+D+i</i>	23
2.4. <i>Los incentivos tributarios y su función como impulsores de la inversión privada</i>	27
<b>3. Capítulo III: Beneficio Tributario deducción por inversión en proyectos de I+D+i</b>	<b>33</b>
3.1. <i>Antecedentes: razón para la intervención estatal a través del beneficio de deducción por inversión.</i>	33
3.2. <i>Beneficios Tributarios en CTeI en Colombia</i>	36
3.3. <i>Marco normativo: Vigencias, cambios en el beneficio</i>	44
3.4. <i>Estadísticas sobre el comportamiento del incentivo: Evolución de la conducta de los contribuyentes ante el beneficio.</i>	47
3.5. <i>Efectos esperados de la Política: Metas del Gobierno nacional</i>	57
<b>4. Capítulo IV: Evaluación de la efectividad del Incentivo</b>	<b>60</b>
4.1. <i>Medición de los cambios en la institucionalidad del beneficio de deducción</i>	60
4.2. <i>Modelo de determinantes de la Inversión en ACTI</i>	71
<b>5. Resultados</b>	<b>80</b>

<b>6. Conclusiones</b>	<b>83</b>
<b>Referencias Bibliográficas</b>	<b>86</b>
<b>Anexos</b>	<b>90</b>
<b>Anexo No1</b>	<b>90</b>
<b>AnexoNo2</b>	<b>92</b>
<b>Anexo No3</b>	<b>95</b>
<b>Anexo No4</b>	<b>96</b>
<b>Anexo No5</b>	<b>96</b>
<b>Anexo No6</b>	<b>98</b>
<b>Anexo No 7</b>	<b>99</b>
<b>Anexo No 8</b>	<b>100</b>
<b>Anexo No 9</b>	<b>101</b>

# Lista de Símbolos y Abreviaturas

## Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>ACTI</i>	Actividades de Ciencias, Tecnología e innovación
<i>AFRP</i>	Activos Fijos Reales Productivos
<i>EAM</i>	Encuesta Anual Manufacturera
<i>EDIT</i>	Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico
<i>I+D</i>	Investigation y Desarrollo
<i>I+D+i</i>	Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación
<i>CNBT</i>	Consejo nacional de beneficio tributarios
<i>CyT</i>	Ciencia y Tecnología
<i>CTeI</i>	Ciencia, Tecnología e Innovación
<i>OCyT</i>	Observatorio de Ciencia y Tecnología
<i>OCDE</i>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<i>SIGP</i>	Sistema Integrado de Gestión de Proyecto
<i>SNCCTeI</i>	Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación

## Introducción

La literatura del desarrollo económico en economía sostiene que las actividades de innovación tecnológica pueden explicar una buena parte de las trayectorias de crecimiento de un país. Teóricamente, los modelos de crecimiento endógeno señalan que la relación entre gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) conduce a incrementos en productividad y por lo tanto tasas mayores de crecimiento. A partir del desarrollo de trabajos empíricos se ha buscado probar este planteamiento y se ha encontrado una correlación positiva entre la inversión en I+D, la innovación y la productividad, que además pueden conducir a tasas de crecimiento sostenido de largo plazo (Coe, Helpman y Hoffmaister, 2008; Braunerhjelm, 2008; Crespo y Pluvia, 2010).

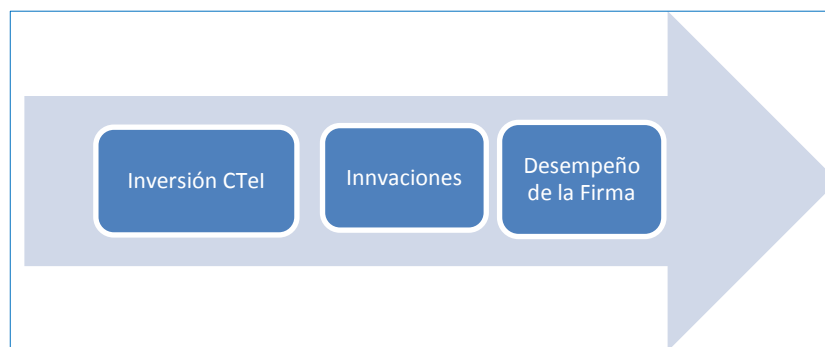
La anterior secuencia de efectos para el crecimiento está asociada al modelo lineal de innovación que indica una relación sistemática entre la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI), la producción de innovaciones y los resultados en término de mejoramiento del entorno económico (Figura No.1)<sup>1</sup>. Por ello, al considerar un indicador para la medición de los esfuerzos generados para lograr mayores resultados en término de innovaciones se emplea la inversión en actividades científicas, tecnológicas y de innovación –ACTI-<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Si bien el modelo lineal de innovación se considera superado por la existencia de retroalimentaciones entre sus etapas y diferentes puntos de partida (Heijs, J. (2001b), p.3, Rodríguez, M. (2006), el esquema es útil para identificar efectos de acciones intencionales de los agentes económicos, como se intenta en este trabajo.

<sup>2</sup>En realidad el indicador es construido relacionando la inversión en ACTI con respecto al PIB.

**Figura No 1: Modelo Lineal de Innovación**



Fuente: Basado en Godin, B. (2006)

Son varios los gobiernos que han pretendido impulsar el desarrollo económico nacional a partir de políticas orientadas a estimular la inversión en ACTI<sup>3</sup>. En línea con esta tendencia, en Colombia, la política dirigida a mejorar la capacidad de CTel se ha reforzado desde principios de los años 90 mediante la incorporación de la ciencia y la tecnología a los programas nacionales y regionales de desarrollo económico y social a través de planes para el mediano y el largo plazo (Pérez, 2014). Al revisar la situación de Colombia respecto a este indicador se observa un rezago no solo frente a los países de la región sino también frente a sus propias metas: Un estudio realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para el año 2014, señala que “El sistema de innovación de Colombia es aún pequeño y carece de un centro empresarial fuerte. El gasto en I + D es sólo del 0,2% del PIB, mientras que en Brasil es del 1,2% y en la OCDE del 2,4%.” Así mismo, la inversión nacional en I+D aún no alcanza la meta del 1% del PIB proyectada por el Departamento Nacional de Planeación para el año 2010<sup>4</sup>.

En vista del interés del Gobierno nacional por aumentar la capacidad innovadora y el retraso que se tiene frente al indicador de la inversión, sus esfuerzos han ido en procura de aumentar

---

<sup>3</sup> En América Latina países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Perú han presentado un interés en la implementación de políticas orientadas a fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación.

<sup>4</sup>Según cifras del Observatorio colombiano de Ciencia y Tecnología (OCYT) esta relación fue del orden del 0,194% para el año 2014 y en el mismo año del 0,461 para ACTI

## Introducción

---

los recursos destinados a este tipo de actividades (PND 2010-2014), lo cual en la práctica resulta en un aumento del porcentaje que el país invierte en ACTI con respecto al PIB nacional.

Datos del Observatorio de Ciencia y Tecnología –OCyT- muestran una situación en la que la inversión pública es mayor que la inversión privada en ACTI (52,63% frente a 25,16% para el año 2014). Pero si se considera el papel preponderante que juega el sector privado para dinamizar la economía interna (OCDE, 2014), sería deseable para una economía que pretende alcanzar mayores tasas de crecimiento sostenido de largo plazo, una condición en la cual la inversión privada logre superar la inversión pública, situación propia de los países industrializados<sup>5</sup>.

El Estado colombiano ha dispuesto de un conjunto de instrumentos de política del lado de la demanda que, entre otras cosas, buscan incentivar la inversión privada en CTeI para el desarrollo de productos innovadores. Dentro de este gran conjunto de instrumentos se encuentran la política de beneficios tributarios.

Los beneficios tributarios fueron creados con el objetivo de servir como un instrumento de financiación público indirecto, con el propósito de fomentar las actividades de Investigación, Desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) y alcanzar una mejoría en la productividad y competitividad de las empresas (Colciencias, 2015). Entre el conjunto de beneficios tributarios se encuentra el de deducción en inversiones en proyectos de CTeI, considerado como uno de los principales beneficios tributarios orientado a promover la inversión del país en este rubro.

A partir de estudios realizados por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias-<sup>6</sup>, máxima autoridad en temas de CTeI en el país, se encontró que “el beneficio de deducción por inversión en proyectos de CTeI no se ha logrado usar de

---

<sup>5</sup> Las estructuras de inversión en CTeI de los países desarrollados evidencian que la inversión privada es mayor que la inversión pública (Conpes 3582 de 2009, P. 11).

<sup>6</sup> Véase Conpes 3834 de 2015

## Introducción

---

manera óptima por parte de los agentes del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación –SNCCTeI que son contribuyentes de renta”. Estos mismos estudios atribuyen este resultado a diversas condiciones en el diseño del incentivo (p. ej. Exclusión de actividades de innovación, falta de difusión, inestabilidad en el marco regulatorio, entre otros aspectos).

El otorgamiento de beneficios tributarios por parte del Estado supone una reducción en la recaudación de los impuestos. Toda vez que los recursos públicos son limitados y susceptibles de usos alternativos, la inclusión de estos beneficios afectará a otros objetivos perseguidos por las políticas públicas. Si se considera lo anterior, es claro que al diseño de tales instrumentos se les debe exigir unas cuotas de eficiencia en el cumplimiento de sus objetivos (Jordán, 1999) y la manera de verificar dicho cumplimiento es a partir de su evaluación.

La mayoría de estudios que se interesan por el efecto que tiene la intervención del Estado sobre la inversión en I+D+i han sido realizados para los países desarrollados, siendo escasas las investigaciones para el caso de los países en desarrollo. La razón para esto es, principalmente, la limitada información disponible para el desarrollo de los estudios. En Latinoamérica, el interés por evaluar el desempeño de los incentivos tributarios ha resultado en trabajos realizados en Argentina (Giuliodori y Giuliodori, 2012), Brasil (Kannebley y Porto, 2012), Uruguay (Carbajal et al., 2014), principalmente.

En Colombia es reducido el número de trabajos que se han interesado por evaluar la política de los beneficios tributarios para CTeI (Mercer- Blackman, 2008; Parra Torrado 2013; CGR<sup>7</sup>, 2014). Al considerar esta literatura, es posible advertir que el estudio de la problemática de los beneficios tributarios ha sido abordado desde diferentes ángulos. Mercer- Blackman (2008), por ejemplo, se centró en determinar la diferencia<sup>8</sup> que origina la existencia de

---

<sup>7</sup> Siglas para Contraloría General de la República

<sup>8</sup> La diferencia acá es medida en términos de cómo afecta la presencia de beneficios tributarios a la inversión. En ese orden de ideas, los análisis del trabajo de Mercer- Blackman consisten en determinar aspectos como por

## Introducción

---

incentivos tributarios en razón de la inversión, emitiendo conclusiones puntuales para el beneficio de deducción por inversión en CTel vigente en el periodo de estudio de 2000-2002, Los resultados más importantes de este estudio muestran que la estimación de la elasticidad de precio de la inversión en I+D en Colombia es relativamente alta, al menos comparado con el promedio lo encontrado en otros países (mayormente países de la OECD), los resultados muestran que a una caída en el precio de I+D de 1%, todo lo demás constante, la inversión aumenta en casi 1.416%, de lo anterior se deduce que una política que reduzca significativamente la unidad de costo de inversión en I+D, podría tener importantes implicaciones para la inversión en I+D en la industria manufacturera. No obstante, son marginales los resultados que miden el efecto del incentivo (vigente para el tiempo del estudio) sobre los precios de I+D, El aumento de 1 peso en incentivos tributarios reduce el precio de I+D, solo en 4 centavos (elasticidad de -0,04).

Parra Torrado (2013) se centró en el análisis de los incentivos tributarios en conjunto, esto es, exenciones y deducciones, buscando principalmente medir el impacto que estos instrumentos han tenido sobre variables resultados de la firma: actividad innovadora y desempeño económico. Los resultados de ese estudio muestran que menos del 2% de las muestra de las empresas del sector manufacturero participan en el programa, además las estimaciones apuntan a que los beneficios tributarios han tenido un impacto positivo promedio sobre la productividad de los factores, la productividad laboral, el empleo y la actividad exportadora.

Y finalmente, la Contraloría (2014) centró su evaluación en medir el desempeño de los incentivos tributarios de acuerdo con las metas planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo –PND- del periodo 2010-2014 a partir del uso indicadores. Los resultados del estudio advierten un rezago en el cumplimiento de las metas del plan en mención; señala que durante

---

ejemplo: Cuanto es la inversión adicional por cada punto porcentual que se disminuye al costo de invertir en I+D; Si la productividad de la firma aumenta significativamente como resultado de una inversión en I+D más alta; Si la inversión adicional en Ciencia y Tecnología de las firmas es mayor que el costo fiscal de los incentivos.

## Introducción

---

el periodo 2010-2013 mientras que la inversión en CTeI se ha incrementado en un 29,62%, la inversión en proyectos calificados por Colciencias para acceder a beneficios tributarios, presentó una disminución del 40,29%; las empresas grandes, principalmente de los sectores minero-energético e industrial, expresaron que hicieron uso de los beneficios otorgados por razones de estrategia financiera y tributaria. Con base a estos y otros resultados presentados en el estudio, se concluyó que la política de beneficios tributarios no demuestra ser eficiente ni eficaz para promover la inversión en CTeI, excepto por el beneficio de exención de IVA para las importaciones de equipos destinados a proyectos calificados como de carácter científico, tecnológico o de innovación.

En la literatura económica es posible encontrar un consenso respecto a la deseabilidad de políticas que fomenten la inversión en I+D+i como un medio para impulsar el desarrollo económico. Como consecuencia, las evaluaciones a las políticas de beneficios tributarios en I+D+i se han centrado en estudiar el efecto que tienen estos instrumentos sobre los resultados innovadores de las empresas beneficiadas, encontrando particularmente para algunos países en desarrollo que sus efectos sobre las variables input y output pueden llegar a ser positivos (Kannebley & Porto, 2012; Giuliadori & Giuliadori, 2012).

Así, en tanto que el campo de estudio de los beneficios tributarios ha estado dirigido a evaluar su efecto sobre la inversión en I+D+i, las actividades de innovación y variables de resultado de las empresas beneficiadas, la presente investigación pretende abordar la problemática de incentivos tributarios enfocados al beneficio de deducción, para ello se evalúa no solo el efecto que esta política pública puede tener sobre la inversión sino también (y es aquí donde se encuentra la contribución más relevante de este trabajo) que se explora para el caso particular de Colombia qué otros elementos diferentes al beneficio<sup>9</sup> pueden ser importantes para modificar los incentivos a la inversión en I+D+i.

---

<sup>9</sup>variable a través de la cual se comunica el efecto de los incentivos tributarios

## Introducción

---

La hipótesis que se plantea en esta tesis es la siguiente: Al considerar la actual política nacional de desarrollo (PND 2014-2018) que pretende potencializar el beneficio de deducción por inversión como uno de los principales instrumentos para incentivar la inversión privada en investigación, desarrollo e innovación, y así alcanzar la meta propuesta del 1% de la inversión en ACTI como proporción del PIB (Conpes 3834), es posible suponer que el marginal aumento de la inversión privada en el pasado no ha dependido principalmente del beneficio tributario de deducción por inversión en I+D+i, sino de otros factores que han tenido una influencia mayor en las decisiones de inversión en este tipo de actividades.

Para la verificación de la anterior hipótesis se investiga la evolución del comportamiento del beneficio tributario mediante el análisis de la información cualitativa y estadística de los registros de demanda del incentivo; adicional a esto, se emplean herramientas econométricas para la medición de factores determinantes de la inversión en I+D+i.

El desarrollo de este trabajo pretende dar respuesta a los siguientes interrogantes relacionados con la hipótesis planteada: 1. ¿Existen factores diferentes al beneficio tributario de deducción que influyen sobre la inversión en I+D+i en el país? 2. ¿Cuál ha sido el impacto de los cambios institucionales del beneficio de deducción tributaria sobre su uso? 3. Entre los factores que determinan la inversión en I+D+i, ¿Qué importancia tiene el costo de uso del capital?

En razón al problema planteado, la tesis propone como objetivo general evaluar el desempeño del beneficio tributario por inversión en proyectos de CTeI durante el periodo 2001-2015, y como objetivos específicos:

1. Evidenciar la existencia de factores diferentes al beneficio tributario de deducción que afectan las decisiones de inversión en CTeI.
2. Evaluar el impacto de cambios institucionales del beneficio tributario de deducción por inversión en CTeI sobre su uso.

## Introducción

---

3. Identificar el peso del efecto del costo del uso capital sobre la inversión respecto a otros factores determinantes de la inversión de CTeI.

Para el desarrollo de este trabajo se tendrán en cuenta dos aspectos que sugiere el marco metodológico de evaluación integral propuesto por Agostini y Jorratt (2013) en un documento de la CEPAL: (1). Justificación de la intervención estatal del beneficio y (2). Evaluación de la efectividad del beneficio<sup>10</sup>

Para tal efecto el presente documento está organizado de la siguiente forma: en el capítulo uno se presenta el diseño metodológico de la tesis. En el capítulo dos el marco conceptual de la investigación. En el capítulo tres se presenta la justificación para la intervención estatal a partir del beneficio; para ello, se verifica la existencia de una razón para la intervención y su vigencia. A partir de este análisis se busca evidenciar la existencia de otros factores diferentes al beneficio tributario que pesan en la decisión de inversión. En el capítulo cuatro se presentan los modelos econométricos que pretenden evaluar la efectividad de la política pública asociada al beneficio de deducción bajo el enfoque propuesto en este trabajo, esto es, el análisis del impacto de los cambios institucionales sobre el uso del beneficio y la determinación la importancia del costo del uso de capital como determinante de la inversión en I+D+i de las empresas estudiadas. Finalmente, en el capítulo cinco se presentan unas conclusiones generales.

---

<sup>10</sup> Conforme al interés de estudio que plantea este trabajo se considera pertinente abordar los dos aspectos mencionados, los cuales contribuirán al objetivo establecido, mientras que las otras fases del marco metodológico propuesto por la CEPAL (-Determinación del costo-beneficio del uso del beneficio, y -Evaluación de la efectividad relativa del beneficio) exceden los propósitos de la investigación.

# 1. Capítulo I: Diseño Metodológico

Para la construcción de la presente tesis investigativa se emprende un análisis riguroso de información sobre el beneficio tributario de deducción, así como, el uso de métodos cuantitativos dependiendo del objetivo específico planteado. A partir de lo anterior, es posible abordar el objeto de investigación desde diferentes ángulos para lograr una articulación con la cual se converge a un tipo único de conclusiones.

Por lo tanto, para iniciar con el primer objetivo de la investigación se acudió al análisis de la información sobre el comportamiento del beneficio tributario de deducción por inversión. Luego, para los objetivos dos y tres se recurre a un análisis cuantitativo con el uso de herramientas econométricas.

El desarrollo metodológico de la tesis sigue las fases que se describen a continuación:

## 1.1. Elaboración del marco conceptual

El desarrollo de esta etapa del proceso consistió en la búsqueda de literatura relacionada con el tema investigativo con el propósito de indagar en el planteamiento teórico existente y realizar así una posterior comparación con los resultados del análisis de la información cualitativa y cuantitativa.

La temática abordada tiene en cuenta definiciones sobre CTeI, el impacto de la política pública sobre el crecimiento económico, las relaciones de que asocian la innovación y el crecimiento, así como, los temas en torno a la inversión y los factores que lo determinan y afectan, entre los cuales se dio importante atención al uso del costo de capital.

La información mencionada fue recolectada mayormente de artículos de revistas científicas y de agencias gubernamentales del país. Los criterios de selección utilizados fueron en principio la relevancia en el planteamiento de los temas asociados a la inversión en CTeI y beneficios tributarios, luego la actualidad de la información.

### **1.2. Recopilación de la Información**

La segunda fase del proceso investigativo consistió en realizar el levantamiento y procesamiento de información en las entidades estatales responsables de la administración de los datos relacionados con el uso del beneficio tributario de deducción por inversión en CTeI y de variables asociadas a la dinámica de innovación empresarial y de desempeño a nivel de industria manufacturera.

Para esta labor se realizó: (1) una búsqueda sistemática de documentos asociados al beneficio tributario de deducción, (2) entrevistas individuales a las personas encargadas de la administración del beneficio tributario en Colciencias, además, (3) se acopiaron datos administrativos de Colciencias del beneficio tributario por deducción en CTeI que contienen información detallada y agregada sobre la solicitud y aprobación del beneficio, así como, la información mantenida por el DANE de la Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico (EDIT) de la industria manufacturera y la Encuesta de Anual Manufacturera. A partir de la información del punto (3) se creó una única base de datos con las variables de interés y se identificaron a las empresas de la industria que según la base administrativa de Colciencias les fue aprobado el beneficio de deducción por inversión.

### **1.3. Análisis de la información cualitativa de beneficios tributarios**

Esta etapa del trabajo investigativo consistió en el análisis riguroso y detallado de la información relacionada con el beneficio tributario de deducción por inversión en proyectos

## **Capítulo I: Diseño Metodológico**

---

de CTeI. Para este ejercicio fue necesario recurrir a fuentes de información como lo son documentos de política económica (CONPES), artículos tributarios en sus diferentes vigencias, términos de referencias emitidos por Colciencias, estudios sobre resultados de la política, entre otros.

En este orden de ideas, en esta parte del proceso investigativo se realiza un análisis de la evolución del beneficio tributario de deducción. Se presenta las razones que justifican su existencia desde la teoría económica y lo expuesto en el Conpes 3834 de 2015, las condiciones necesarias para acceder a él y los cambios que ha sufrido a través del tiempo. Además es analizado el comportamiento de los contribuyentes frente al beneficio para determinar de qué manera este cumple con el propósito de intervención por parte del Estado para el cual fue creado. Finalmente, se busca establecer a partir del análisis sobre el uso del beneficio tributario por parte de los empresarios la existencia de otros factores que puedan afectar la inversión en CTeI.

### **1.4. Análisis cuantitativo de la información**

Finalmente, la cuarta etapa del proceso consiste en la evaluación cuantitativa de la política tributaria del beneficio de deducción. Para este propósito se emplea el uso de modelos econométricos que permitan obtener conclusiones respecto al comportamiento de la inversión aprobada para deducción por inversión frente a los cambios institucionales y de los factores que influyen sobre la inversión en la CTeI en las empresas de la EAM.

## 2. Capítulo II: Marco conceptual

### 2.1. El concepto de ciencia, tecnología e innovación

La ciencia, tecnología e innovación (CTeI) son elementos centrales para el desarrollo de sociedades del conocimiento (Unesco, 2015). Al delimitar este concepto contextualizando con lo que ocurre en el entorno de las firmas, es posible hacer comparable el término de CTeI con el de Investigación, Desarrollo tecnológico e Innovación (I+D+i)<sup>11</sup>.

Mario Bunge (2005) sostiene que la ciencia como actividad es investigación. La investigación científica tiene como fin la búsqueda de *nuevo* conocimiento de manera ordenada, coherente y sistemática (Rojas Soriano, 2013) para el mejoramiento de su entorno. En este sentido, Mokyr (2002) plantea que la anchura de esta base epistémica o conocimiento determina en gran medida la eficacia del proceso por el cual una sociedad crea las nuevas técnicas<sup>12</sup>. Este mismo autor diferencia entre dos tipos de conocimientos: - El primero, conocimiento proposicional, el cual centra su atención en la comprensión de cómo funciona la naturaleza. El segundo, conocimiento prescriptivo, que consiste en el saber de cómo emplear las técnicas existentes. Además, este autor señala que la falta del conocimiento proposicional aumentan significativamente los costos de investigación y desarrollo en una sociedad.

---

<sup>11</sup>Es por eso que en adelante se hará uso de los términos CTeI y I+D+i indistintamente.

<sup>12</sup> Una técnica es básicamente un conjunto de instrucciones de cómo realizar una tarea (formula). (Joel Mokyr, 2002).

## Capítulo II: Marco conceptual

---

En relación con el segundo componente del término de CTel, se tiene que numerosas definiciones de tecnología aluden a la ciencia como un componente esencial; Bunge, por ejemplo, declara que la ciencia se convierte en tecnología en cuanto se *emplea* en el mejoramiento de las condiciones naturales o artificiales, a la invención y manufactura de bienes materiales y culturales. En este orden de ideas, es posible afirmar que la tecnología es en algún sentido la materialización del conocimiento. En el contexto organizacional, la investigación precede el desarrollo tecnológico en la medida en que este último no es más que la aplicación de los conocimientos hallados a los métodos de producción.

Por otra parte, Albornoz (2009) señala que el concepto innovación presenta diferentes matices que le atribuye un sentido amplio con cabida en el campo de la historia, la sociología, la administración y la economía. Este mismo autor citando a Godin (2008) señala que la innovación ha venido a convertirse en un emblema de la sociedad moderna y el antídoto para la solución de muchos problemas. No obstante, un matiz “tan amplio no es apropiado para fijar políticas necesariamente focalizadas. Es así que en el campo de las políticas públicas el término ha adquirido un sentido más circunscripto” (p. 10).

Al respecto la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) destaca dos puntos esenciales del concepto de innovación: estos son *la creación y la difusión*. Ambos aplicados a productos, procesos y métodos comerciales u organizacionales, según sea el caso. En este sentido, La innovación tecnológica no solo comprende novedades incorporadas, sino que estas novedades se convierten en real innovación en la medida en que entran en un mercado, son valoradas y en consecuencia demandas por la sociedad.

El economista Joseph Schumpeter es considerado como el escritor más influyente en el tema de la innovación tecnológica, con él la innovación adquirió el sentido preciso de dinamizar la dimensión competitiva de la economía capitalista; Schumpeter (1996) citado por Albornoz (2009, P. 12) entiende las innovaciones como chispas que encienden y vivifican el sistema, la introducción de nuevas combinaciones de los factores productivos que ocasionan una ruptura intencional del equilibrio productivo en función de nuevas técnicas que permiten dar un salto y colocar a la empresa en mejor situación de competencia. Además, destaca el sentido comercial de la innovación al distinguir entre invención e innovación; Para este autor las invenciones son un acto de creatividad intelectual, sin importancia para el análisis

económico. Mientras que la innovación es una decisión económica: una empresa aplicando una invención

### 2.2. La innovación y el crecimiento

En la evolución del campo de la relación innovación y crecimiento, fue David Romer (1990) citado por Elster (2006) quien fijó un hito en la forma como la academia económica piensa el crecimiento a partir su propuesta de endogenizar la innovación en los modelos de crecimiento mediante la introducción de la difusión del conocimiento. En esta línea, Aghion y Howitt (1992) han desarrollado una nueva generación de teoría de crecimiento endógeno basado en el concepto schumpeteriano de destrucción creativa, en el que se presenta una economía de libre empresa que constantemente está siendo perturbada por innovaciones tecnológicas, y donde los sobrevivientes son aquellos que logran tener éxito en la creación, adopción y mejora de nuevas tecnologías.

La teoría de crecimiento endógeno explica un crecimiento económico de largo plazo a partir de una tasa determinada por fuerzas internas al sistema económico, particularmente aquellas fuerzas que rigen las oportunidades y los incentivos para crear conocimiento tecnológico. Esta teoría inicia aceptando una de las mayores implicaciones de la teoría neoclásica: que en el largo plazo el principal determinante del crecimiento económico es la tasa de largo plazo de la productividad total de factores (PTF). No obstante, desafía la visión neoclásica al proponer canales a través de los cuales la tasa de cambio tecnológico depende de fuerzas económicas y puede estar influenciada por la política económica: según esta teoría el cambio tecnológico proviene de las innovaciones, y algunas innovaciones provienen de la aplicación de la ciencia fundamental, y en ese sentido estos dependen de la tasa de progreso científico.

No obstante, otras fuerzas económicas pueden ser las que den origen a las innovaciones, por ejemplo, un nivel más alto de actividad económica (mercados más amplios) podrían dar a las firmas y a los consumidores más experiencias produciendo y usando productos, lo que entonces podría llevar a una tasa más rápida de innovación de procesos y productos. Por otra parte, muchas innovaciones son el resultado de *inversiones en I+D que las firmas emprenden* buscando aumentar sus beneficios. Además, las políticas

económicas asociadas al comercio, la competitividad, la educación, *los impuestos* y la propiedad intelectual podrían todas afectar la innovación y, por lo tanto, tasa de cambio tecnológico. (Howitt, 2004 p.3).

En la literatura empírica sobre el tema de innovación y crecimiento, existe evidencia para los países industrializados de una relación positiva entre la inversión en I+D, la innovación y la productividad (Griffith et al., 2004; Griffith et al., 2006; Mairesse y Monhen, 2010; OECD, 2009). No obstante, para el caso de las firmas de países en desarrollo se han encontrado resultados mixtos en esta relación. Al respecto Crespi y Zuniga (2010) en el documento “*innovation and productivity: Evidence from Six Latin American Countries*”<sup>13</sup> plasman sus hallazgos de que mayores niveles de inversión en I+D, conducen a una mayor propensión de incorporar innovaciones tecnológicas en firmas de países como Argentina, Brasil y Bulgaria, mientras que para el caso de países como Chile y México no es posible afirmar lo mismo<sup>14</sup>. El proceso innovador difiere dependiendo del contexto de cada país, y su nivel de desarrollo. En una economía en desarrollo su suficiencia para obtener beneficio de este proceso depende de sus capacidades sociales (capital humano) y de absorción. Por lo tanto, en los países en desarrollo la innovación no solo se refiere al desarrollo de nuevos productos y procesos sino también a la capacidad de absorber la tecnología de manera creativa. Si estas condiciones están dadas también estarán puestas las condiciones para un rápido crecimiento (Szirmai, Naudé y Goedhuys, 2011, pág. 9).

### **2.3. La política económica pública para incentivar la inversión en I+D+i**

Ya se ha mencionado la importancia de la inversión (específicamente en I+D+i) como motor de la productividad y el crecimiento. En sentido general, la inversión privada en el contexto

---

<sup>13</sup>Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá, y Uruguay

<sup>14</sup> En general, la evidencia muestra que el impacto de la innovación sobre la productividad laboral son inconclusos para las firmas latinoamericanas (Raffo et al. (2008), Chudnovsky et al. (2006) y Benavente (2006))

## Capítulo II: Marco conceptual

---

de las firmas se refiere a todos los gastos que se realizan para ampliar la capacidad de producción y para reponer aquella parte de los bienes de capital existentes que se ha deteriorado (Samaniego, 1993).

En un sistema capitalista, la iniciativa de producción y de inversión está a cargo de las firmas. Estas reciben los fondos de la sociedad o del sistema bancario y los invierten o no, según lo estimen conveniente. En el caso en que la firma siga una política inactiva de inversión la sociedad se ve perjudicada debido a que el crecimiento de bienes y la acumulación de capital no se realizan. Considerando que el progreso económico de la sociedad depende del crecimiento de los bienes de producción, esta actitud pasiva se traduce en un estancamiento o al menos en un progreso económico muy lento. Por lo tanto, la prosperidad y el progreso económico depende totalmente de la actitud de las firmas hacia los nuevos ensanches, de lo que hoy llama la teoría económica “el incentivo para invertir” (Echavarría, 1948, p.43).

El incentivo a invertir, terminología inicialmente planteada por Keynes (1936), es un aspecto importante a tener en cuenta al momento de estudiar la influencia de las políticas públicas sobre la inversión privada.

El papel del Estado en el desarrollo económico ha sido un tema importante para la teoría económica. El principio de “Laissez Faire” resume el planteamiento de Adam Smith quien sugiere que el Estado debe abstenerse de intervenir en la economía al considerar al mercado como el planificador central por excelencia para realizar las asignaciones eficientes entre los agentes que participan en él. Los neoclásicos parten de un modelo de equilibrio en el que suponen un mercado de competencia perfecta que genera una asignación eficiente de los recursos (óptimo de Pareto). En estas condiciones, argumentan, el papel del Estado debe ser minimizado para dar cabida a la mano invisible, una fuerza desatada por el interés individual que termina promoviendo el bienestar económico general. Sin embargo, la innovación tecnológica por definición no pertenece a mercados perfectos: el riesgo o incertidumbre propios del proceso innovador; el impacto favorable que tiene la difusión de las innovaciones sobre otras actividades, sectores y sobre el propio crecimiento económico y la competitividad (externalidades positivas= beneficio social mayor al beneficio privado); y la dificultad de

## Capítulo II: Marco conceptual

---

apropiación de los resultados debido a la propensión a la imitación (conocimiento como bien público) son fallos intrínsecos a estos mercados. La existencia de estos fallos de mercado puede afectar desfavorablemente el incentivo a la inversión en actividades innovadoras, en consecuencia, sin la intervención del Estado, la innovación llegaría ser insuficiente desde el punto de vista social. Y bajo estas condiciones, según la teoría neoclásica una intervención estatal estaría plenamente justificada. (Arrow, 1962)

La intervención pública en actividades de investigación, desarrollo e innovación se denomina política tecnológica o de innovación. Heijs (2001b, p.2) define a “La política tecnológica como el intento de la administración política de influir en el desarrollo del sistema productivo del país con el objetivo de fortalecer el crecimiento económico o crear ventajas comparativas promocionando la innovación y el desarrollo tecnológico”. En relación con este tipo de política es interesante el enfoque que Dani Rodrik (2004, p.2) da a lo que él califica como política industrial. Allí la define como “políticas que buscan la reestructuración de la economía en favor de actividades más dinámicas”, este concepto permite evidenciar una integración de estas políticas con las tecnológicas y de innovación. De acuerdo con este autor, una política industrial adecuada tiene en cuenta una colaboración estratégica entre el sector privado y el gobierno con el objetivo de descubrir donde yacen los obstáculos más significativos para la reestructuración y que tipo de intervención son las mejores para eliminarlos. En vista de la naturaleza de las políticas de innovación resulta conveniente aplicar este razonamiento para la construcción de las mismas también. Además, Heijs (2001b) afirma que el diseño óptimo de una política depende de la estructura de mercado, de los patrones de innovación, del tipo de I+D, etc.

Otra justificación a la intervención estatal al mercado de la innovación se concibe desde la teoría de crecimiento endógeno al considerar al cambio tecnológico como una de las locomotoras del crecimiento económico basado en su gran capacidad de generar externalidades. Así, el apoyo público se justifica en la medida en que la administración pública busque estimular el crecimiento mediante inversiones de I+D que generen externalidades positivas para la sociedad.

## Capítulo II: Marco conceptual

---

Los enfoques teóricos revisados coinciden en la existencia de obstáculos presentados a partir de “fallos de mercado” que justifican la intervención estatal a través de políticas que corrijan la desmotivación hacia las actividades de innovación. Si se tienen en cuenta los argumentos que justifican tal intervención, se encuentra que tanto desde la perspectiva neoclásica como desde la teoría de crecimiento endógeno se plantea que los esfuerzos públicos deberían ir orientados a generar un aumento en el gasto de I+D del conjunto de la economía, en otras palabras, encuentran que el aumento de las inversiones en I+D se considera como un objetivo fundamental de la política de innovación.

Trabajos empíricos también se han interesado por estudiar la pertinencia de la intervención pública en promover la I+D. Por ejemplo, Griffith (2000) señala que una justificación importante para el apoyo público a la I+D es el descubrimiento de que las tasas sociales de retorno de I+D están sustancialmente por encima de las tasas de retorno privadas. Además este mismo autor aborda los tipos de política que afectan los incentivos a la inversión en I+D: Así las políticas dirigidas directamente a incentivar la I+D incluyen fondos públicos directos para la I+D, inversión en formación de capital humano, leyes de protección a patentes y créditos fiscales.

Por otra parte, Crespi (2013) señala que los instrumentos de apoyo público a la innovación en forma de incentivos que aumenten la inversión del sector privado pueden ser de dos tipos: (1) Subvenciones Directas (individuales o asociativas); (2) Incentivos tributarios.

Roca (2010) plantea que la literatura dominante respecto a la política pública para impulsar la inversión postula que los factores no tributarios<sup>15</sup> son más importantes como determinantes del monto y la calidad de la inversión que los beneficios tributarios, particularmente para los países en desarrollo. No obstante argumenta el mismo autor que la evidencia muestra que

---

<sup>15</sup> Estabilidad política, seguridad jurídica, política macroeconómica no distorsiva, calidad de la fuerza de trabajo y condición de la infraestructura.

entre los gobiernos de los diferentes países no se renuncia al uso de este instrumento como una opción para aumentar la inversión privada (p. 3).

### **2.4. Los incentivos tributarios y su función como impulsores de la inversión privada**

“El objetivo principal de un sistema tributario es recaudar los ingresos necesarios para que el Estado financie los servicios públicos, el gasto social y otras actividades que tengan efectos positivos para la sociedad” (Agostini & Jorratt, 2013, p. 7). No obstante, la tributación también puede ser usada como un instrumento con fines de política pública. Frecuentemente los gobiernos recurren a los incentivos tributarios para corregir o reducir las imperfecciones del mercado. El objetivo básico de estos instrumentos en razón de las políticas de fomento industrial o regional es la atracción de inversiones que de otra manera difícilmente se canalizarían hacia las actividades previstas y que, a su vez, deberían ser aquellas que generan un bienestar social que excede el privado (Ortega et al, 2000, p. 5).

Por lo anterior, la cuestión básica que se plantea respecto al desempeño de estas políticas es si las alteraciones en la base gravable o la tasa de impuestos de las firmas pueden tener un efecto relevante en modificar las decisiones de inversión.

Para una adecuada aproximación a esta cuestión -efectividad de los incentivos tributarios- es importante considerar los factores fundamentales que determinan la inversión privada y a partir de los cuales la política pública puede incidir en ella. Así, de acuerdo con la teoría económica estos son: los ingresos, las expectativas y los costos.

## Capítulo II: Marco conceptual

---

En relación con los ingresos, el principio del acelerador<sup>16</sup> relaciona la conducta de inversión con el nivel de producción (o ingresos nacionales) generados por factores internos. En términos simples esta teoría establece que si el producto aumenta la inversión aumentará proporcionalmente, o si por el contrario la producción se contrae la inversión disminuirá. El anterior comportamiento muestra una relación positiva entre estas dos variables (Cáceres, 2011).

En línea con el anterior enfoque, se desarrolló el modelo de flujo de caja para explicar la inversión. Según este modelo, en las decisiones de inversión lo más importante es contar con un conjunto de fondos internos o flujo interno. De acuerdo con esta teoría de la liquidez de la inversión, la firma compromete primero los ingresos retenidos o beneficios netos de impuestos y repartición de utilidades, para financiar sus gastos de capital. Solo después de que el flujo interno de caja está agotado, la firma buscará financiamiento externo vía créditos o venta de acciones (Samaniego, 1993).

Por otro lado, Keynes consideró las expectativas que tienen los agentes sobre la marcha de la economía, como un factor determinante de la inversión:

“Una inversión representa arriesgar cierta cantidad de dinero esperando recuperar en el futuro y sobre todo que su rendimiento sea mayor que los costos implícitos en el desarrollo de la actividad económica. Si los inversionistas o empresarios temen que las condiciones económicas tiendan a empeorar, se mostrarán reacios a invertir en el país; por el contrario, cuando las empresas creen que se producirá una recuperación en la economía en un futuro inmediato, comienzan a hacer planes para expandir sus plantas y equipos o realizar nuevas inversiones en otras actividades” (Cáceres, 2011. P.64).

Se debe tener en cuenta además, que la eficiencia de los incentivos tributarios varía de acuerdo con las expectativas que los agentes tienen de cómo se comportará la economía en

---

<sup>16</sup> Uno de los desarrollos más destacados en la materia fue realizado por Samuelson P. (1939)

## Capítulo II: Marco conceptual

---

los diferentes estados del ciclo económico. Por ejemplo, En periodos recesivos, el nivel de inversión privada depende principalmente de la expectativa de recuperación en las ventas. En esta situación las políticas macroeconómica, cambiaria y comercial son más efectivas para reactivar la demanda que los estímulos directos (tributarios o crediticios).<sup>17</sup>

Finalmente, otro determinante fundamental del nivel de inversión tiene que ver con el costo del capital. Es a partir de este factor que la literatura económica ha realizado la mayor parte de aportes de la incidencia de los incentivos tributarios sobre la inversión. Así, en la relación incentivos tributarios e inversión privada, el enfoque neoclásico, sostiene que los impuestos influyen en el costo de capital y que éste es el principal determinante del nivel de inversiones. De acuerdo con lo anterior, disminuir el costo del capital- a través de beneficios tributarios, por ejemplo - implicaría un incremento de la inversión dada la elasticidad de la misma respecto al costo del capital (Roca, 2010)

Los primeros trabajos sobre el tema fueron desarrollados por Jorgenson (1963), y luego por Hall y Jorgenson (1967), de estos se derivan varios trabajos posteriores. Su intención fue cuantificar el efecto real de los impuestos sobre la inversión en capital. El modelo de inversión de estos autores plantea que una empresa va a invertir hasta el punto en el que se cumpla la condición de primer orden de maximización del beneficio, para este caso, en el que el producto marginal del capital sea igual al costo de uso del capital:

“Una firma que maximice el beneficio invertirá unidades adicionales de capital hasta el punto en que la última unidad reporte un beneficio cero. Visto de otro modo, una empresa emprenderá los proyectos cuyas tasas de retorno antes de impuestos superen el costo del capital hasta que —para el último proyecto— la tasa de retorno antes de impuestos iguale los costos. De acuerdo con este enfoque, cuanto más gravoso sea el sistema tributario, mayor costo del capital y, por tanto, es esperable un menor nivel de inversiones.”(Roca, 2005 p.20)

---

<sup>17</sup> Véase, Ortega at el (2000)

## Capítulo II: Marco conceptual

---

Así, la decisión de una inversión marginal depende del costo del capital que es definido como el valor actual del rendimiento real antes de impuesto, neto de depreciaciones y corregido por el efecto de la inflación, que la empresa debe obtener para garantizar al aportante de los fondos una retribución equivalente a la que obtendría mediante una colocación financiera al tipo real de interés del mercado (Giuliodori y Giuliodori, 2012).

El costo del uso del capital, por su parte, depende de la tasa efectiva de impuestos, la tasa de depreciación de los activos que comprenderá la inversión, la tasa de inflación y la tasa de interés de mercado a la que se supone la firma descuentan sus flujos de fondos y parámetros que componen la política de incentivos tributarios (Ibíd.).

La forma más sencilla, aunque incompleta, de medir dicho costo es través de la tasa de interés (DNP, 1993 p.2), como se ha mencionado, este costo depende además de otros factores.

El impacto de los incentivos tributarios sobre el costo de capital invertido depende fundamentalmente de las condiciones de entorno de la fiscalidad de cada país y, obviamente, tendrá menos efecto donde la presión fiscal del país sea menor.

Los incentivos fiscales se presentan como un instrumento natural para la política de un gobierno orientado al mercado con ganas de aumentar el gasto en I + D. Las empresas deciden dónde y cómo gastar sus presupuestos de I + D en lugar de que sea determinado a través de una autoridad central burocrática (Griffith, 2000 p. 10)

Además, Griffith (2000) citando el estudio de Bloom, Griffith and Van Reenen (1999) señala que el análisis econométrico realizado por esos autores sugiere que la diferencia en el sistema de impuestos a través de los países estudiados afecta significativamente el nivel de inversión de I+D. En el estudio referenciado se encuentra que el impacto en la elasticidad no es grande (-0.01), no obstante, en el largo plazo puede ser más sustancial (-1) (p. 10).

Por otra parte, otro estudio realizado por Hall & Reenen (2000) describe los sistemas fiscales de los países de la OCDE sobre el coste de uso de la I + D. En su trabajo estos autores critican las metodologías usadas para evaluar el sistema fiscal sobre el comportamiento de I+D. Así,

## Capítulo II: Marco conceptual

---

en el (imperfecto) estado actual de conocimiento para la evaluación se llega a la conclusión de que un dólar en la deducción por I + D estimula un dólar de I + D adicional.

Es importante destacar que de acuerdo con la experiencia, el incentivo más adecuado para la inversión es la coherencia en la política económica y social del Estado, sus niveles de inversión en infraestructura, la educación de la población, la claridad en la regulación y la estabilidad política y social.

Los factores descritos anteriormente corresponden a determinantes de la inversión privada en general. Así mismo, varios trabajos empíricos se han interesado por definir los determinantes de la inversión en I+D+i. Por ejemplo, Langebaek y Vásquez (2007) realizaron un trabajo para las empresas de la industria manufacturera colombiana; en él estimaron un modelo de determinantes del esfuerzo innovador a partir del cual concluyen que las variables explicativas más importantes son el tamaño de las firmas, la participación de capital extranjero y la base de conocimiento de la firma. En la misma línea, el trabajo de Álvarez & García (2012) analiza los determinantes del sector manufacturero de Bogotá a través de un modelo tobit generalizado o tipo II compuesto por dos ecuaciones: una mide la propensión a innovar y la otra la magnitud del gasto. En coincidencia con el estudio realizado por Langebaek y Vásquez (2007) para la industria manufacturera colombiana, Álvarez & García (2012) encuentran que el tamaño de la firma, el capital extranjero, la capacitación de la mano de obra y, adicional a esto el acceso a financiamiento son los factores que más influyen sobre la actividad innovadora en el caso analizado.

Una revisión de los estudios relacionados con los determinantes de la inversión en I+D+i permite evidenciar que ninguno de ellos establece tácitamente el costo del capital como factor determinante. No obstante lo anterior, en el desarrollo econométrico de la presente investigación se incluye esta variable considerándola como de mayor interés en el análisis dado que es a través de ella como se pretende medir el efecto del beneficio tributario sobre la inversión en I+D+i. En este orden de ideas, en el presente trabajo se plantea un modelo econométrico a partir de cual se determine la incidencia del beneficio de deducción sobre la

## Capítulo II: Marco conceptual

---

inversión en I+D+i, a través de la variable de costo de uso de capital. Además se pretende establecer el efecto de otras variables que puedan afectar el incentivo a invertir por parte de las empresas del sector manufacturero que acceden a este beneficio tributario y de aquellas que no lo hacen.

### **3. Capítulo III: Beneficio Tributario deducción por inversión en proyectos de I+D+i**

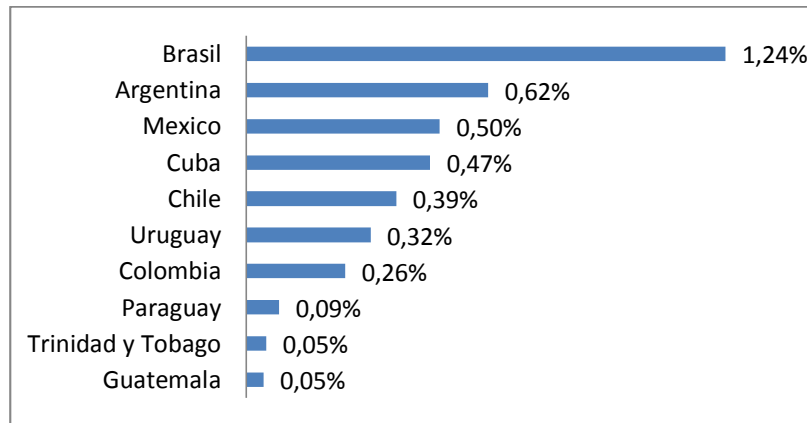
El presente capítulo expone las propiedades del beneficio de deducción por inversión en I+D+i. En primer lugar se presentan los antecedentes del incentivo, entendidos como los aspectos del entorno económico del país en materia de CTeI que llevan a la necesidad de instituir este beneficio a la inversión. En la segunda sección se hace una introducción al beneficio, por lo tanto, se precisan las concesiones que estipula la norma y se describen las condiciones necesarias para su aplicación, además se detalla en algunos aspectos asociados al proceso de acceso. En la tercera sección se presentan los cambios incorporados al beneficio a través del tiempo. Finalmente, a partir del análisis del comportamiento del incentivo observado mediante datos estadísticos a través del tiempo, se presentan argumentos que pretenden demostrar la hipótesis planteada en esta investigación, esto es, que la inversión en I+D+i de una firma no dependerá principalmente del beneficio tributario de deducción, sino que existen otros factores externos e internos a la firma que podrían tener un mayor efecto sobre la decisión de invertir en actividades de I+D+i.

#### **3.1. Antecedentes: razón para la intervención estatal a través del beneficio de deducción por inversión.**

En Colombia la política dirigida a mejorar la capacidad de CTeI se ha reforzado desde principios de los años 90 mediante la incorporación de la ciencia y la tecnología a los programas nacionales y regionales de desarrollo económico y social por medio de planes para

el mediano y el largo plazo (Pérez, 2014). En esta misma década, el país presentó cambios en el modelo económico de desarrollo caracterizado por la apertura económica, la cual resultó en la profundización de la desindustrialización (Salazar, M. 2013) e impuso ciertas condiciones exigentes para el sector empresarial (Salazar, J. C. y Montenegro A., 2003). En este contexto, el Estado creó mecanismos para el desarrollo empresarial en temas de innovación tecnológica e impulsó la expansión del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en el país. No obstante estos esfuerzos, un estudio realizado por la OCDE (2014) sostiene que “el sistema de innovación de Colombia es aún pequeño, excesivamente centrado en actores estatales y su desempeño se encuentra muy por debajo del nivel requerido para su desarrollo sostenido” (p.5). Al considerar los niveles de inversión en actividades de I+D+i, se observa un rezago del país respecto a otras economías de la región. En términos de inversión de I+D, Colombia está por debajo de países como Brasil, Argentina, Cuba, México, Chile y Uruguay (Gráfico No 1). Además, actualmente la inversión nacional de I+D+i no alcanza la meta del 1% del PIB proyectada por el Departamento Nacional de Planeación para el año 2010<sup>18</sup> en el documento Visión Colombia II centenario; para el año 2015, la inversión en I+D como porcentaje del PIB fue de 0,239%, mientras que este indicador en términos de ACTI fue del 0,627% (OCyT, 2015).

**Gráfico No 1. Varios países de América Latina, inversión en I+D con relación al PIB, 2013**



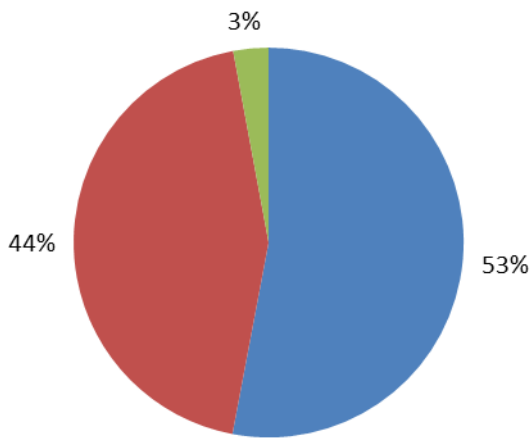
---

<sup>18</sup> Según cifras del Observatorio colombiano de Ciencia y Tecnología (OCYT) esta relación fue del orden del 0,194% para el año 2014

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana - RICYT

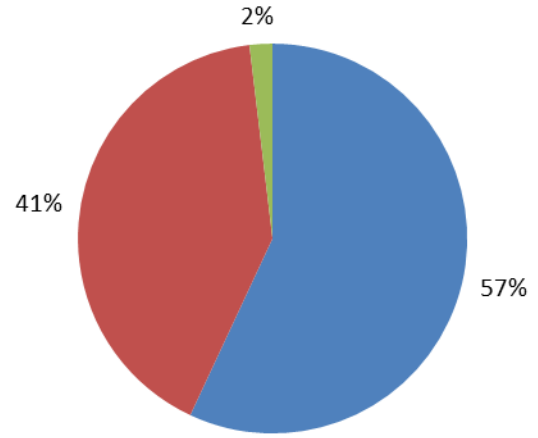
Por otra parte, datos del OCyT muestran que en el país el sector público financia una mayor proporción de I+D y ACTI en comparación con el sector privado (Gráfico 2 y Gráfico 3).

**Gráfico No 2. Colombia, Financiación I+D por tipo de Recurso, 2015**



■ Publicos ■ Privados ■ Internacionales

**Gráfico No 3. Colombia, Financiación ACTI por tipo de Recurso, 2015**



■ Publicos ■ Privados ■ Internacionales

Fuente: OCyT. Indicadores de Ciencia y Tecnología 2015

Considerando la importancia de la innovación empresarial para la creación de capacidad endógena y como fuente principal de crecimiento y empleo, el Gobierno nacional ha dispuesto de un conjunto de instrumentos encaminados a estimular la inversión privada en actividades de I+D+i para así favorecer el desarrollo y la innovación en el sector productivo. Entre estos instrumentos de política se encuentra el programa de beneficios tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Recientemente en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018, el Gobierno nacional retomó la meta de una inversión nacional en ACTI del orden del 1% del PIB nacional, de la

cual se pretende que el sector privado contribuya con cerca del 50%. Bajo estas circunstancias, se ha vislumbrado en el beneficio tributario de deducción por inversión un instrumento con un amplio potencial para estimular la inversión privada en actividades de I+D+i, y así contribuir al alcance de las metas nacionales en el materia de CTeI (Conpes 3834 de 2015).

Así, el beneficio de deducción por inversión ha sido una respuesta del Gobierno nacional para contribuir al estímulo de la inversión privada en actividades de I+D+i, puesto que desde una perspectiva teórica, el beneficio ayudaría a la corrección de los fallos de mercados asociados a las actividades de I+D+i que ocasionan una inversión sub-óptima en este tipo de actividades y que se refleja en los rezagados niveles de inversión que el país exhibe.

### **3.2. Beneficios Tributarios en CTeI en Colombia**

El Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación- Colciencias (2015) define a los beneficios tributarios en CTeI como “aquellos gastos que afectan la renta disminuyendo la utilidad, generando un menor impuesto y convirtiéndose en un instrumento de financiamiento público indirecto para la I+D+i” (p.3). Estos mecanismos legales complementan el esfuerzo financiero que el Estado realiza para influir en la orientación y el incremento de la inversión privada al beneficiar a las firmas que aplican a ellos a través de la reducción del costo de capital, el alivio de las restricciones de liquidez que enfrentan la empresa e incrementar sus flujos de caja (CEPAL, 2009. p.13)

Si bien el objetivo inmediato de estos instrumentos es inducir la inversión privada en CTeI, su objetivo final es fomentar las actividades de I+D+i y apoyar la competitividad de las empresas (Colciencias, 2015).

En Colombia, el ente encargado de administrar todo lo relacionado con el funcionamiento de los beneficios tributarios en CTeI es el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios (CNBT).

Creado con la Ley 1286 de 2009 art. 31. En sus inicios el Consejo era integrado por el Director del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e innovación y por tres expertos en CTeI. Posteriormente, en el 2011, la ley 1450 del PND 2010-2014 modificó su composición, reduciendo a dos (2) el número de expertos en CTeI, e incluyendo además del Director de Colciencias, quien lo preside, al Ministro de Hacienda y Crédito Público, o el Director de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales o su representante, al Ministro de Comercio, Industria y Turismo o su representante, y al Director del Departamento Nacional de Planeación o su representante. En el año 2012 a partir de la Ley 1607, se sumó como integrante de este consejo el Ministro de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones o su representante.

Actualmente el programa de beneficios tributarios consta de cinco instrumentos, clasificados entre aquellos orientados a favorecer proyectos de CTeI y los que favorecen proyectos de I+D<sup>19</sup>:

#### Beneficios tributarios para proyectos de CTeI

- Exención de IVA por importación de equipos (art. 428-1 ET)
- Ingresos no constitutivos de renta o ganancia ocasional (art. 57-2 ET)
- Deducción por proyectos desarrollados por personas naturales o jurídica con el val de grupos o centros reconocidos (art. 158-1 ET)
- Deducciones por donación en proyectos de centros reconocidos o instituciones de Educación (art.158-1 ET)

#### Beneficios tributarios para proyectos de I+D

- Reta exenta por nuevos producto de software nacional con alto contenido científico o tecnológico (art. 207-2 ET)

---

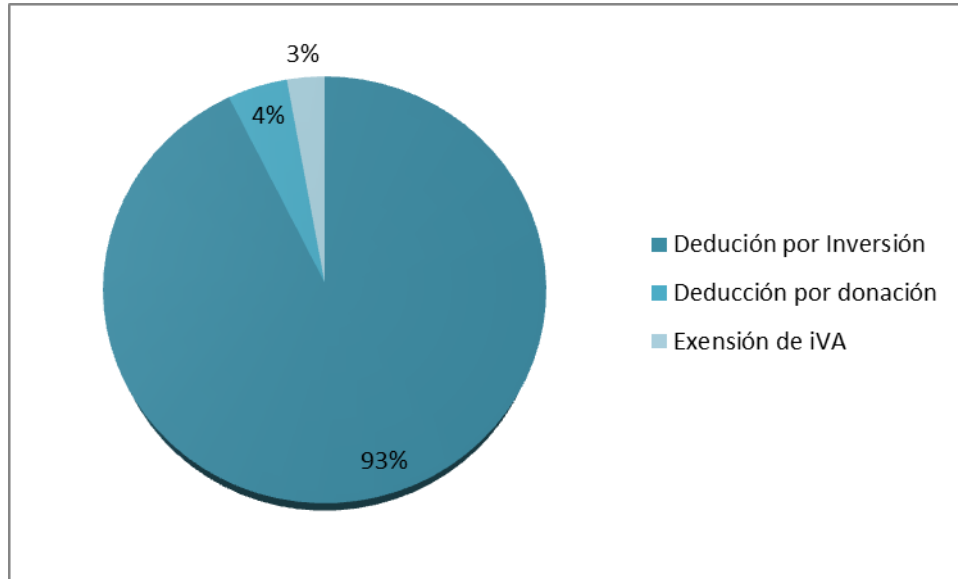
<sup>19</sup> Entre paréntesis se indica el artículo asociado al estatuto tributario colombiano donde es posible encontrar la descripción completa del beneficio.

Según los criterios señalados por el CNBT, es posible clasificar el tipo de proyectos presentados de acuerdo con su naturaleza. Las tipologías organizadas corresponden a: - Proyectos de Investigación Científica, que incluye la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental; Proyectos de desarrollo tecnológico, y Proyectos de innovación que incluye la innovación de procesos, la innovación de productos y la innovación Organizacional. Además, entre los criterios para la evaluación de los proyectos que pretenden ser clasificados se tienen en cuenta aspectos como la calidad del proyecto (que tiene una valoración del 74% en el total de la evaluación). Para este punto se considera la formulación según tipología, la calidad de los conceptos propuestos y la calidad y eficiencia de la planeación del proyecto; Impacto potencial del proyecto (20%) que incluye los resultados esperados y el aporte de resultados, esto es, aporte al conocimiento, desarrollo o grado de innovación. Finalmente, la pertinencia del proyecto (6%) que incluye fortalecimiento de la investigación o desarrollo del país, aporte a la competitividad del sector y la coherencia de los recursos presupuestados.

Para que un proyecto evaluado clasifique como aprobado para el beneficio debe obtener un mínimo de 80% de la puntuación según los criterios antes mencionados.

Entre el programa de beneficios tributarios a la CTeI propuesto por el Gobierno nacional, el beneficio de deducción por inversión es considerado como el principal. Esta afirmación se hace evidente al considerar la relación del valor de beneficios solicitados respecto a los demás (Gráfico No 4), en la cual es posible observar que para el periodo 2004-2013 las deducciones por inversión corresponden al 93% del monto de las solicitudes aprobadas entre los beneficios tributarios.

**Gráfico No 4: Colombia, relación del monto de solicitudes aprobadas para incentivos tributarios según tipo, 2004 – 2013**



Fuente: Basado en información OCyT

A continuación se presentan las condiciones que establece el beneficio tributario deducción por inversión en proyectos de CTel:

### **3.2.1. Deducción por inversiones en investigación, desarrollo tecnológico e innovación**

La deducción por inversiones es un instrumento de política pública que consiste en descontar los gastos asociados a inversiones en CTel de los ingresos para así reducir el valor de la base gravable del contribuyente.

En relación con su diseño actualmente vigente, este beneficio consiste en la deducción de la renta del 175% del valor invertido en los proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico o innovación. Deducción que no puede ser mayor al 40% de la renta líquida determinada antes de restar el valor de la inversión. A continuación se presentan otras condiciones del beneficio:

- El derecho concedido puede ser usado por un contribuyente<sup>20</sup> que hace una colocación de capital o recursos propios en sí mismo para el desarrollo de un proyecto calificado por el CNBT, y con el fin de obtener una ganancia futura (Colciencias, 2015).
- Para que la deducción pueda ser llevada a efecto, la inversión se debe realizar a través<sup>21</sup> de cualquiera de los siguientes entes (para todos los casos deben ser reconocidos por Colciencias)
  - Investigadores
  - Grupos o,
  - Centros de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación
  - Unidades de investigación, desarrollo tecnológico o innovación de las empresas
  - Programas creados por las instituciones de educación superior aprobados por el Ministerio de educación Nacional, que beneficien a estudiantes de estratos 1, 2,3 a través de becas de estudio.
- El beneficio incluye la vinculación de nuevo personal calificado y acreditado de nivel de formación técnica profesional, tecnológica, profesional, maestría o doctorado a Centros o Grupos de Investigación o Innovación.
- El CNBT establece un monto anual máximo del total de la deducción, así como un tope individual por empresas. Cuando se presenten proyectos en CT+I que establezcan inversiones superiores al monto señalado anteriormente, el contribuyente podrá solicitar al CNBT la ampliación de dicho tope, justificando los beneficios y la conveniencia del mismo.

---

<sup>20</sup> Sujetos responsables del pago de tributo (impuestos)

<sup>21</sup> La condición de “a través de” consiste en que el contribuyente que desea ser favorecido con el beneficio debe acordar algún tipo de relación con las unidades requeridas por el artículo, en el sentido de ejercer un rol de cualquiera de los siguientes: Ejecutor, Co-ejecutor o Supervisor del proyecto.

- En caso de que el beneficio supere el máximo deducible, el exceso podrá solicitarse en los años siguientes hasta agotarse. Sin superar la condición de del 40% de la renta líquida.
- El beneficio excluye la aplicación de la depreciación o la amortización de activos o la deducción del personal a través de los costos de producción o de los gastos operativos.
- El beneficio se traslada de cierto modo a los socios en la medida en que la utilización del beneficio no genera utilidades gravadas en cabeza de los socios.

### **3.2.2. Operatividad para la deducción por inversión en CTel**

En términos de operatividad, para acceder al beneficio es necesario que los contribuyentes interesados registren sus proyectos en el Sistema Integrado de Gestión de Proyectos (SIGP) de acuerdo con la tipología de clasificación anteriormente mencionada. Todas las solicitudes deben presentar el aval de un centro o grupo o unidad de investigación a desarrollo tecnológico registrado y reconocido por Colciencias. También se deberá registrar y actualizar la hoja de vida del personal calificado en el sistema de información de currículos de investigadores CvLAC.

Los proyectos inscritos y calificados según la tipología establecida por el CNBT están sujetos a una verificación de requisitos mínimos<sup>22</sup>, luego de lo cual se someten a los criterios de evaluación mencionados en razón de la calidad, el impacto potencial y la pertenecía del proyecto.

Existe una convocatoria anual para la presentación de solicitudes. En el caso en que el monto de solicitudes de deducción sea menor al cupo establecido, el CNBT podrá abrir nuevas

---

<sup>22</sup> Entrega completa de la documentación requerida.

convocatorias o mantener la ventanilla hasta un tiempo determinado. La asignación de cupos del beneficio se hace de acuerdo con lo establecido por el CNBT en cuanto a monto máximo y distribución por tamaño de empresa.

En la convocatoria, las personas naturales y jurídicas contribuyentes de renta deberán registrar los proyectos cuya inversión se realizará durante el año en curso. Al final del año (31 diciembre), se emite el certificado del cupo asignado a los proyectos calificados.

Para los proyectos plurianuales se asigna un primer cupo en el año gravable, luego, según el cumplimiento de las condiciones acordadas por parte de los contribuyentes se tendrán en cuenta las siguientes partidas para la asignación de cupos para la aplicación del beneficio.

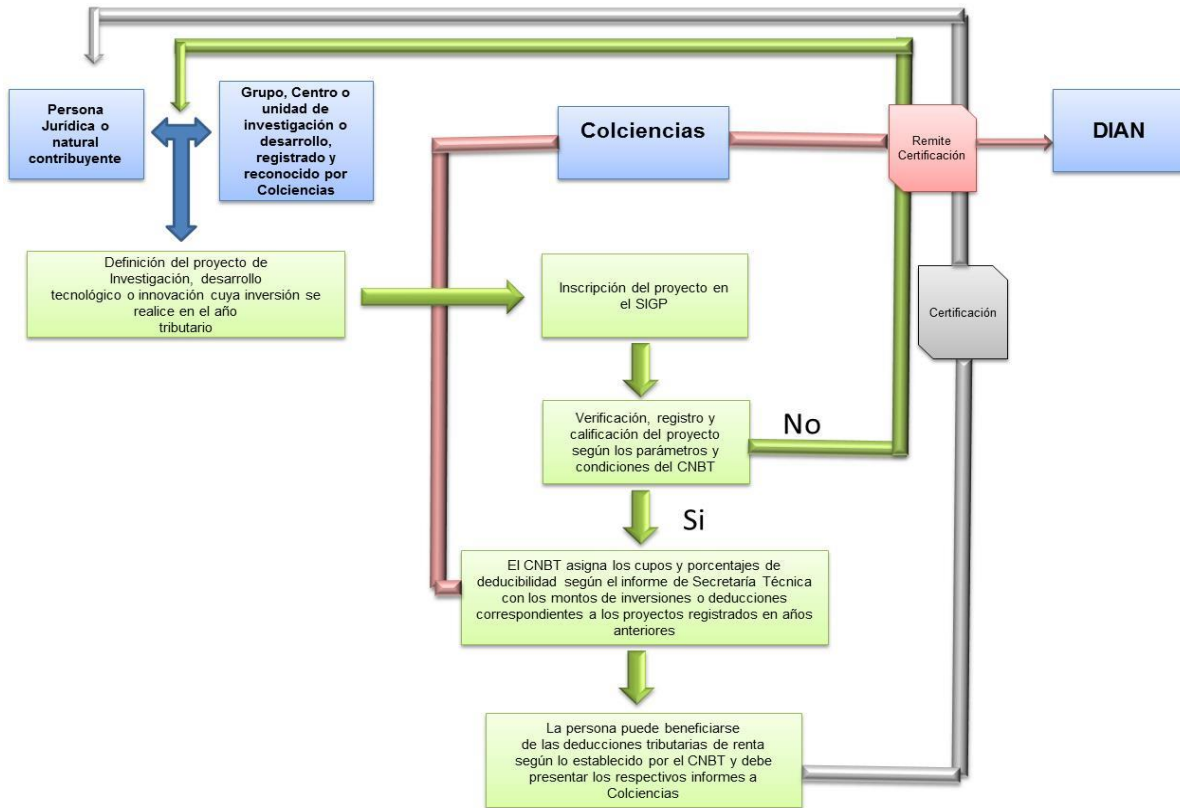
En cuanto a la asignación de cupos de deducibilidad, Colciencias (2014) en los términos de referencia de las convocatorias establece que:

“Para *cada* vigencia fiscal, el CNBT asignará los cupos o porcentajes de deducibilidad de acuerdo con lo previsto por este Consejo y según el informe de la Secretaría Técnica sobre el monto de las inversiones o donaciones de los proyectos registrados producto de la convocatoria, más las inversiones correspondientes a proyectos registrados en años anteriores como investigación o desarrollo tecnológico con inversiones para el año *vigente*”.

“No se tendrá en cuenta para la asignación de los cupos de deducibilidad, las inversiones realizadas con recursos del Estado, tales como los recibidos en convocatorias financiadas por COLCIENCIAS, ni las realizadas por los no contribuyentes de renta”. (P.4)

En la Figura No 2 se presenta un esquema del proceso de solicitud del beneficio de deducción por inversión.

**Figura No. 2: Colombia, proceso solicitud beneficio tributario de deducción por inversión en CTel**



Fuente: Basado en Colciencias y Parra Torrado (2013).

El anterior esquema representa el trámite asociado a la solicitud del incentivo cuyas características fueron descritas anteriormente. Este proceso que asume la participación del contribuyente, la unidad de investigación, desarrollo tecnológico o innovación, Colciencias y la DIAN, enmarca su alcance hasta la entrega de la certificación del derecho al beneficio tributario. Una etapa posterior y que no se presenta en este esquema, tienen que ver con el uso efectivo de la deducción<sup>23</sup>. En esta etapa son dos las instituciones que intervienen

<sup>23</sup>Al respecto es importante aclarar que existen diferentes motivos por los cuales un contribuyente puede no hacer uso del incentivo. A continuación dos de ellas: uno, debido a que los costos y gastos generados en el periodo agotan la renta líquida gravable la cual es la base para la deducción; dos, en el caso en que el beneficio no sea concurrente con otro y para el contribuyente sea más favorable aplicar este último.

tomando cada una un rol propio; por un lado Colciencias con la calificación de proyectos y la concesión del beneficio, y por otro lado, la DIAN con el control del uso y la aplicación efectiva del beneficio tributario. Al respecto, una problemática que se presenta para la apreciación del beneficio tributario de deducción por inversiones en CTeI y la medición de su incidencia en la inversión, es la falta de articulación entre los roles de estas dos entidades para reconocer el real uso del beneficio tributario. De ahí la dificultad para establecer una relación entre el beneficio aprobado y el que es efectivamente aplicado como descuento ante la DIAN, así como, el desconocimiento del costo fiscal del incentivo<sup>24</sup> (CGR, 2013). Identificada esa limitación, para el análisis de la incidencia del beneficio sobre la inversión se asumirá que la simple aplicación del contribuyente al proceso de calificación del proyecto y la posterior aprobación del beneficio es un indicio suficiente para atribuir este la propiedad de provocar una actitud de inversión.

### **3.3. Marco normativo: Vigencias, cambios en el beneficio**

Desde su origen la deducción por inversiones en CTeI ha experimentado varias modificaciones fundamentales en términos de los porcentajes deducibles y las condiciones de acceso al mismo, que sin lugar a dudas han tenido que producir un efecto en la manera como los contribuyentes perciben el beneficio. En la figura 3 se presenta un esquema de la evolución del marco normativo de los beneficios destacando el de deducción por inversión (art. 158-1) con sus correspondientes hitos históricos.

---

<sup>24</sup> El costo fiscal se define como el ingreso que deja de percibir el Gobierno nacional por concepto del beneficio. De esta manera, en el cálculo de dicho costo, se establece el valor del impuesto que se habría generado si el beneficio solicitado hubiera hecho parte de la base gravable de los declarantes.

Figura No.3: Colombia, evolución del marco normativo de beneficios tributarios para la CTeI

1992	1997	2000	2009	2011	2012	2014
<p><b>Ley 6 de 1992</b> <u>Art. 4:</u></p> <p>*100% 20% RL</p> <p>*Inversiones en Investigaciones científicas o tecnológicas</p> <p>*Directamente o a través de Universidades U otros organismos señalados por el DNP</p> <p>*Aprobación del Consejo nacional</p>	<p><b>Ley 383 de 1997</b> <u>Art. 57:</u></p> <p>* Se aumenta el porcentaje deducible al 125% manteniendo la misma condición de la RL</p> <p>*Se unifica el artículo de deducción por inversión y por donación</p>	<p><b>Ley 633 de 2000</b> <u>Art. 12:</u></p> <p>*Incluye proyectos de innovación tecnológica</p> <p>*Amplia las unidades a través de las cuales puede realizarse la inversión</p>	<p><b>Ley 1286 de 2009</b></p> <p>*Se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo</p> <p>*Se crea el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios para asumir las funciones que en materia de beneficios tributarios había ejercido el CNBT</p>	<p><b>Ley 1450 de 2011</b> <u>Art. 36:</u></p> <p>*Se aumenta el porcentaje deducción al 175% 40% RL</p> <p>*Se excluye los proyectos de innovación</p> <p>Se elimina la posibilidad de realizar inversiones directamente por parte de la empresa. Cupo anual</p>	<p><b>Ley 1607 de 2012</b> <u>Art. 192:</u></p> <p>*Se incluyen entre las posibles unidades condición para el beneficio a los programas de becas para estudiantes de estratos del 1 al 3, de instituciones educativas reconocidas por el ICFES</p>	<p><b>Ley 1739 de 2014</b> <u>Art. 32:</u></p> <p>*Se incluyen proyectos de innovación, de acuerdo con los criterios y condiciones definidos en un documento CONPES (3834)</p> <p>*Intento fallido de incluir nuevamente la posibilidad de inversiones directas por parte de las empresas (problemas de redacción)</p> <p>*Se elimina la división por tamaño de empresa y se establece el criterio de monto individual</p>
<p><u>Art. 3:</u></p> <p>*100% 30% RL</p>		<p><u>Art. 30:</u></p> <p>*Se incluye proyectos de innovación tecnológica</p> <p>*Se establece el reconocimiento por parte de Colciencias</p> <p>Se considera el impacto ambiental del proyecto</p>		<p><u>Art. 35:</u></p> <p>*Se incluyen instituciones de educación primaria, secundaria, media</p>		<p><u>Art. 161:</u></p> <p>*Se proroga la vigencia del art. 207-2 por cinco años a partir de 2013.</p> <p>*Se incluye al como miembro del CNBT al MTIC</p>
<p><u>Art. 21:</u></p> <p>*Exoneración del IVA Equipos y elementos destinados a proyectos de ciencia y tecnología aprobados por el DNP</p>				<p><u>Art. 34:</u></p> <p>*Se agregan nuevos miembros al CNBT</p> <p><u>Art. 37:</u></p> <p>*Se crea beneficio de ingresos no constitutivos de renta o ganancia ocasional.</p>		

Deducción por inversiones  
 Deducción por donaciones  
 Exención de IVA por importaciones

Fuente: Basado información de Colciencias y de artículos del Estatuto Tributario de Colombia

Respecto al conjunto de beneficios tributarios del programa que pretende fomentar las actividades de I+D+i es posible notar que el de deducción por inversiones es el que más modificaciones ha tenido. El Gobierno nacional, en su intención mejorar la efectividad del incentivo en términos de su propósito de inducir una mayor inversión en actividades I+D+i, ha llevado a cabo una serie de cambios al beneficio a lo largo de su historia, entre los cuales los más desatacados han sido realizados en los años 2000, 2011, y recientemente, 2014.

Aunque el beneficio en sus inicios no consideró los proyectos de innovación, con la Ley 633 del año 2000 se incorporaron este tipo de proyectos como parte de los instrumentos de apoyo al desarrollo científico y la innovación tecnológica para contribuir a la estrategia del incremento y la diversificación exportable propuesta por el gobierno vigente para ese tiempo. Esta condición se sostuvo durante aproximadamente una década, tiempo durante el cual se mantuvo una estabilidad normativa en el incentivo. No obstante, recientemente en el transcurso de cuatro años se han incorporado tres ajustes a la norma del beneficio; el primero de estos con la Ley 1450 de 2011, la cual realizó cambios fundamentales no solo en los porcentajes deducibles, sino también en lo que es objeto de la deducción. Con esta ley se aumentó el porcentaje de deducción del 125% al 175%, así como la restricción a la cual está sujeta, esto es, el porcentaje en relación con la renta líquida del 20% al 40%. Un análisis laxo de este cambio podría considerar que en tanto el beneficio en el sentido cuantitativo es mayor, las variaciones porcentuales son un punto a favor para motivar las inversiones. Sin embargo, esta misma ley excluyó del beneficio a los proyectos de innovación tecnológica y eliminó la posibilidad que la empresa tenía de realizar las inversiones directamente. Por lo tanto, al considerar cabalmente los cambios efectuados en el año 2011 no es claro el efecto que ejerce sobre la percepción del beneficio y, en consecuencia, sobre el incentivo a invertir que ese beneficio proporciona.

Recientemente, en el año 2014, el Gobierno nacional ha vuelto incluir los proyectos de innovación como objeto de beneficio. Además, como instrumento habilitador de esta inclusión y con el propósito de establecer los lineamientos para el acceso a esta nueva condición del beneficio se propuso la realización del documento Conpes 3834 de 2015.

En el capítulo tres se plantea un modelo que pretende medir el efecto de factores institucionales sobre el comportamiento del beneficio; para ello se tendrán en cuenta los principales cambios incorporados en la normatividad del beneficio.

### **3.4. Estadísticas sobre el comportamiento del incentivo: Evolución de la conducta de los contribuyentes ante el beneficio.**

Tal como se mencionó en la sección anterior, el beneficio de deducción por inversión ha sido un instrumento propuesto para incentivar la inversión privada en actividades de I+D+i. No obstante el anterior propósito, diferentes estudios<sup>25</sup> realizados al incentivo han identificado ciertas limitaciones de su alcance. Mercer-Blackman (2007), por ejemplo, anota respecto los incentivos tributarios que “las empresas que aplican a estos incentivos son generalmente empresas grandes, lo que evidencia barreras de entrada de las Pymes a este instrumento” también sostiene que “son muy pequeños, limitados y demasiado enfocados como para generar aumentos importantes en la inversión en ACTI” (Conpes 3582 de 2009 p.19.).

Por su parte, en el Conpes 3834 de 2015, el Gobierno nacional determinó como la principal limitación del beneficio su baja cobertura o uso.

En esta sección se presenta el comportamiento del beneficio tributario de deducción por inversión en actividades de I+D+i a través del tiempo. Lo que se pretende con esto es analizar la manera como el incentivo cumple con el propósito para cual fue creado, esto es, de aumentar la inversión, y cuál ha sido la conducta de los contribuyentes frente al incentivo tributario. A partir de este análisis se busca evidenciar también la existencia de otros factores diferentes al beneficio tributario que pesan en la decisión de inversión. Para este propósito, aunque en ciertos casos se cuenta con información correspondiente a las aplicaciones

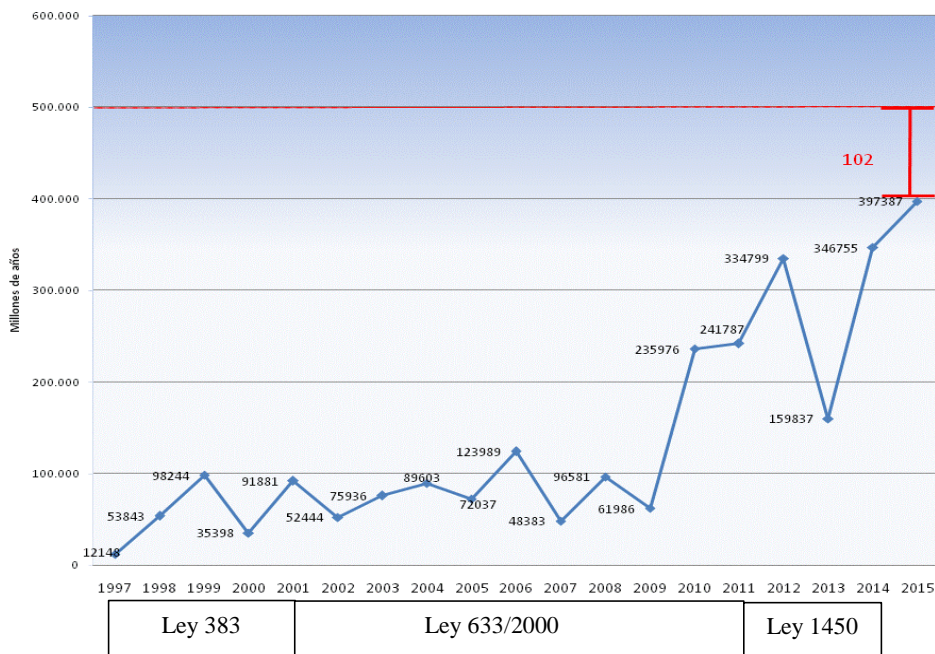
---

<sup>25</sup> Ver Mercer-Blackman (2007), Parra Torrado (2013) y Conpes 3834 de 2015

realizadas para el acceso al beneficio desde el año 1997, la información se concentra principalmente en el periodo 2001-2014.

Al analizar el comportamiento del beneficio a lo largo del periodo 1997-2014 (Gráfico 5) es posible observar que entre los años 1997 a 2009 la inversión aprobada muestra una tendencia estable que no supera el monto de los 124 millones de pesos. Del año 2009 al 2010 la magnitud de inversión probada aumenta significativamente registrando un crecimiento del 281%. Otras fluctuaciones relevantes se evidencian en los años 2012, 2013 y 2014, con movimientos al alza, a la baja y al alza, respectivamente. Al observar la evolución de la inversión aprobada es importante anotar que no obstante el aumento que registra durante el periodo considerado es evidente el bajo nivel de uso del incentivo, el cual para el año 2014 no supera el 69%<sup>26</sup> del cupo global establecido por el Gobierno nacional (500 mil millones de pesos).

**Gráfico No 5:** Colombia, Inversión aprobada para deducciones por inversión Art. 158-1 ET, 1997-2015



Fuente: Basado en Conpes 3834 de 2015

Con relación a los hechos de índole institucional que acompañan las variaciones mencionadas de la serie de inversión aprobada se tiene que:

En el año 2009 se aprobó la Ley 1286 de 2009 la cual trajo como novedad la transformación de Colciencias en Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación y la constitución el CNBT.

En el año 2010, Colciencias lanzó una política fuerte para promover el uso de los beneficios tributarios y aumentar su participación en el desarrollo de la CTeI en el país. Además, se modificó el procedimiento de calificación para la obtención del beneficio tributario. Al considerar los datos por empresas en estos años, es posible evidenciar que pese que para el 2010 el agregado de las solicitudes aprobadas sólo aumenta en cuatro unidades respecto al año anterior, la entrada de empresas que no habían accedido al beneficio es de un poco más de la mitad, es decir del 64%; además, solo tres empresas del sector minero-energético asumen una participación del 84% de la inversión probada para el año 2010. De este modo, de acuerdo con los hechos de orden institucional y el análisis de los micro-datos para 2009-2010, es posible atribuir la variación de estos años en primer lugar al impulso de una política de difusión de los beneficios tributarios que resultó en la entrada de empresas que no habían accedido al beneficio en el año anterior. Por otra parte, al aumento de la inversión aprobada por parte de una de las empresas del sector minero-energético que ya venía accediendo al beneficio tributario, la cual incrementó su inversión aprobada en un 461% respecto a la inversión aprobada del año anterior.

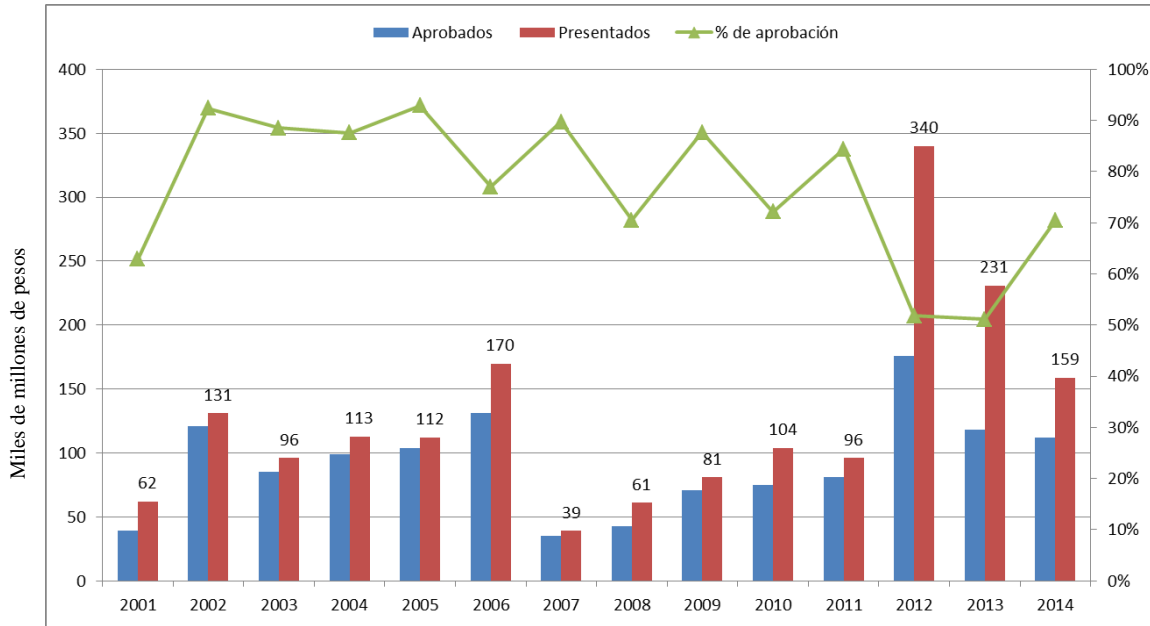
Tal como se mencionó en la sección 3.3, en el año 2011 mediante la Ley 1450 de 2011 se incorporaron importantes cambios al beneficio tributario, los cuales solo entraron a operar hasta el año 2012. Según Colciencias, debido a las expectativas<sup>27</sup> de los contribuyentes en relación con las nuevas concesiones del beneficio, para el 2012 crece el número de proyectos

---

<sup>27</sup> Expectativas con relación a las concesiones del beneficio (por alguna razón los contribuyentes interpretaron los cupos como montos desembolsables), expectativas por el aumento del porcentaje de deducción con el cual otros contribuyentes percibieron un incremento del beneficio.

presentados y, finalmente, aprobados. No obstante este comportamiento, también es posible evidenciar una disminución importante en la tasa de aprobación, la cual podría estar asociada a la exclusión de los proyectos de innovación con la ley 1450 de 2011 (Conpes 3834, p. 24) (Gráfico No 6).

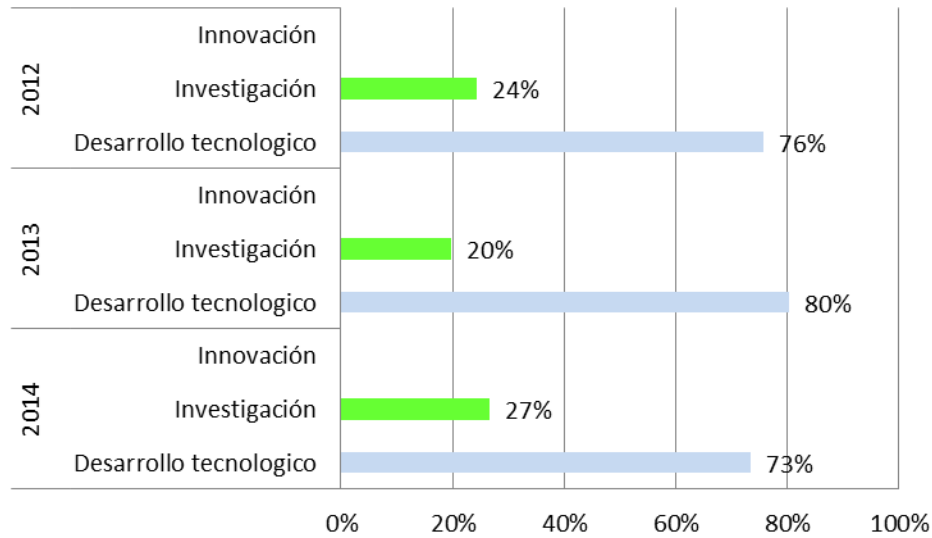
**Gráfico No 6:** Colombia, total de solicitudes presentadas versus aprobadas, 2001-2014



Fuente: Basado en Conpes 3834 de 2015,

En teoría esta eliminación debería bajar significativamente el monto de deducciones y aún más el uso del beneficio. No obstante, de acuerdo con lo expresado en el Conpes 3834 de 2015 “como resultado de la eliminación de los proyectos de innovación sujetos a la deducción, lo proyectos calificados pasan a ser principalmente de desarrollo tecnológico, lo que se puede entender como una respuesta por parte de las empresas para ajustar sus proyectos a las categorías permitidas” (p. 22). (Gráfico No7)

**Gráfico No 7:** Colombia Participación de tipos de proyectos aprobados 2012-2014



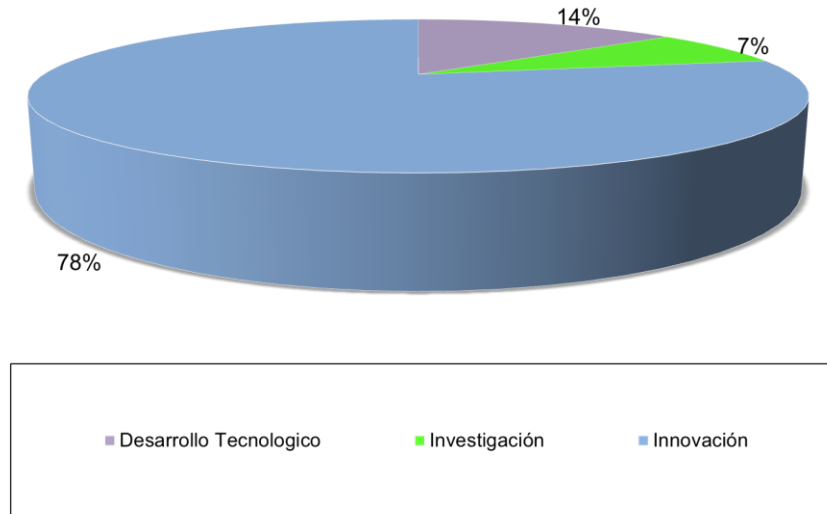
Fuente: Basado en datos Colciencias

Para el año 2013, la inversión aprobada para deducción disminuye significativamente, así como el número de proyectos presentados y aprobados, con lo cual se reduce el número de empresas que acceden al beneficio.

Es posible vincular esta reducción a ajustes a las expectativas sobre las concesiones del beneficio derivadas de la Ley 1450 de 2011:

Por una parte la exclusión de los proyectos de innovación (referente a la etapa de implementación de los desarrollos), los cuales registraban una importante participación en el total de proyectos aprobados antes de su eliminación (Gráfico No 8).

**Gráfico No 8:** Colombia, Participación de tipos de proyectos aprobados 2010-2011



Fuente: Basado en datos Colciencias

Además, de acuerdo con empresarios que participaron en talleres regionales realizados por Colciencias, un factor relacionado con el bajo uso y dificultad de acceso al beneficio se relaciona con “el requerimiento de articulación con un investigador, grupo o centro de investigación reconocido por Colciencias, lo cual es percibido en términos generales como un obstáculo para la planeación de sus proyectos de I+D+i, en lugar de ser un elemento facilitador.” (Conpes 3834 de 2015, p. 23).

Para el año 2014 aumenta de modo sustancial la inversión aprobada no obstante la disminución del número de solicitudes aprobadas con respecto al 2013. Tal aumento está estrechamente asociado nuevamente al aumento de la inversión aprobada de una de las empresas de sector minero-energético, la cual, registra un crecimiento del 182% respecto al año anterior.

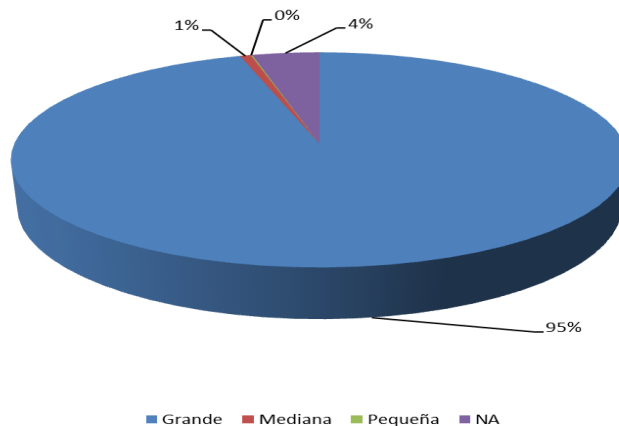
La evolución de la serie inversión aprobada para deducciones tributarias en proyectos de inversión de CTel muestra dos aspectos principales relacionados con el funcionamiento del

incentivo: su bajo uso y su concentración en pocas empresas de gran tamaño del sector minero-energético.

Con relación a este último aspecto, una mirada a la información del periodo 2001-2013 permite evidenciar que en cuanto a características de las firmas la mayor participación en cuanto a monto de inversión aprobada para deducción está dada para las grandes empresas con participación del 95% (Gráfico No 9). Lo anterior, es de suponer, debido a las condiciones del benéfico tributario, esto es, para acceder las firmas deben estar formalmente constituidas y reportar utilidades, tener la capacidad de realizar inversiones en CTeI y tener al interior de ellas unidades de I+D o establecer relaciones de asociatividad con centros de investigación legalmente constituidos. Así mismo, la información permite evidenciar que el sector minero- energético y el sector industrial también tienen la mayor participación dentro del conjunto de deducciones aprobadas.

Por el contrario, las Pymes declaran dificultad para acceder al beneficio tributario, principalmente debido a la falta de personal calificado para la estructuración de los proyectos, y a resultados de estados financieros que no arrojan impuesto a cargo; además sostienen que “en otras oportunidades los costos de la formulación del proyecto para presentar ante Colciencias les resulta más costosos que el beneficio otorgado” (CGR, 2014 pág. 23).

**Gráfico No 9:** Colombia, Participación deducciones aprobadas por tamaño de empresa



Fuente: CGR, 2014

**Tabla No 1:** Colombia, Montos de deducciones aprobadas por tamaño de empresa

Tipo de empresa	Monto aprobado
Grande	891639
Mediana	6117
Pequeña	815
NA	38080
Totales por vigencia	936651

Fuente: CGR, 2014

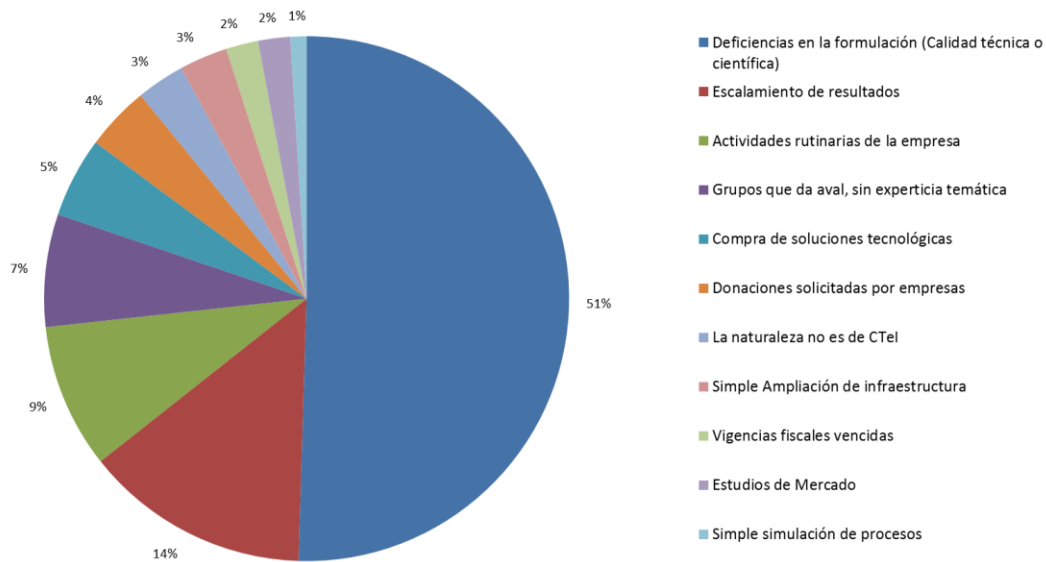
Por otra parte, respecto al bajo uso del incentivo, el Gobierno nacional ha identificado ciertas limitaciones entorno al beneficio que causan una subutilización del mismo. Las dificultades relacionadas del lado de la demanda tienen que ver con el poco conocimiento del instrumento, bajos niveles de aprobación, debido a la dificultad para prepararlos de acuerdo con los requisitos exigidos.

Del lado de la oferta, existen limitaciones de carácter institucional asociadas a la operatividad de la plataforma del incentivo, la ausencia de seguimiento y evaluación, así como aquellas relacionadas con el diseño y el entorno normativo que afecta la eficiencia del beneficio.

Respecto al diseño, como ya se ha mencionado, con la Ley 1450 de 2011 se eliminó la posibilidad de acceso al beneficio a partir de inversiones hechas directamente por las firmas tras imponer la condición del aval por parte de investigadores o centros de investigación o unidades de investigación reconocidas por Colciencias. Esta condición es percibida por el empresario más como una restricción para el acceso al beneficio que como un facilitador para este fin. El Conpes 3834 de 2015 indica que según la experiencia de los firmas “las diferencias en el lenguaje, las dificultades para alcanzar acuerdos en términos de propiedad intelectual y la articulación de las necesidades empresariales con los intereses académicos de los grupos de investigación, demandan esfuerzos de medio y largo plazo, que no se ajustan a la ejecución de los proyectos” p.23.

Un reflejo de esta falta de articulación podría ser entendida también a partir de los resultados de las causales que generan la negación de los proyectos a calificar. Un poco más de la mitad (51%) de las causas de negación de proyectos se debe a deficiencias en su formulación (Gráfico No 10). “relacionadas específicamente con la poca claridad en la definición de líneas de base o estado del arte, objetivos, metodología, resultados o impactos esperados” (Conpes 3835 de 2015, pág. 24). Al existir en un trabajo conjunto con la academia se creería que este tipo de limitaciones deberían ser minimizadas.

**Gráfico No 10:** Colombia, Composición porcentual de las diferentes causas de negación de proyectos para beneficio de deducción 2012-2014



Fuente: Colciencias

Por otra parte, respecto al entorno normativo que puede llegar a afectar lo atractivo del beneficio de deducción, el Conpes 3835 de 2015 identifica como uno de los problemas asociados al alcance limitado del incentivo el hecho de que “los porcentajes de deducción efectivos pueden llegar a ser insuficientes para compensar los riesgos asociados a las inversiones en I+D+i” (pág. 15). Evidencias técnicas (referente a un análisis hecho por el

Gobierno nacional) y empíricas (correspondientes a la percepción de observaciones de empresarios usuarios) proporcionan indicios de que con las condiciones de la actual normatividad tributaria, especialmente la incorporación del impuesto CREE, “el beneficio efectivo de la deducción por una inversión en CTel puede resultar insuficiente para compensar el riesgo asociado a este tipo de proyectos. [...]Es así como las condiciones actuales podrían no motivar de forma importante mayores inversiones privadas en el margen” (p. 18).

En esta misma línea, otro factor que influye en el uso es la competencia del incentivo con otros beneficios tributarios. En la medida en que los beneficios tributarios sean concurrentes el contribuyente optaría por aplicar aquel que le brinde un mayor bienestar en términos de facilidad de acceso y de descuento tributario. Un ejemplo de esto lo constituye la rivalidad que se presentaba entre el beneficio de activos fijos reales productivos (AFRP)<sup>28</sup> y el beneficio de deducción por inversión en proyectos de I+D+i, con la modificación del art. 158-3 del ET en 2007 se incrementó el porcentaje de deducción de 30% al 40% para el beneficio de AFRP, esta expectativa de mayor descuento y lo fácil del proceso de aplicación influyó en la demanda con un efecto sustitutivo en el incentivo de inversión afectando la presentación de proyectos de I+D+i para el periodo vigente del beneficio de ARP.

Al considerar el bajo uso del beneficio y el restringido resultado que se observa de los esfuerzos del Gobierno nacional por potencializar su uso, es claro que los niveles de inversión privada en I+D+i no dependen estrechamente de la presencia del beneficio tributario de deducción, pues es evidente la coexistencia de otros factores que tienen un efecto sobre el incentivo a invertir en el país.

Una prueba de la anterior aseveración se obtiene al comparar los registros de las empresas a las que se aprueba el beneficio tributario de deducción contra los datos de inversión total en ACTI por empresa de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico e Innovación (EDIT). En un

---

<sup>28</sup> El beneficio tributario de AFRP fue creado en el año 2004, durante su vigencia tuvo varias modificaciones en lo relacionado con la tarifa a deducir en los años 2007 y 2010, finalmente fue eliminado en el año 2011.

análisis realizado a esta información es frecuente encontrar firmas que reportan inversión en ACTI sin registrar aprobación del beneficio de deducción en el mismo año, a partir de lo cual, es posible concluir que fueron otros factores lo que llevaron a las firmas a realizar este tipo de esfuerzo. Por ejemplo, al considerar las empresas identificadas en la encuesta EDIT a las que le fue aprobado el beneficio tributario de deducción para el año 2012 es posible observar que para el año 2011, 24 de estas firmas reportan inversión en ACTI y no accedieron al beneficio tributario de deducción.

### **3.5. Efectos esperados de la Política: Metas del Gobierno nacional**

La intervención estatal por medio del incentivo de deducción se halla justificada en la medida en que los fallos de mercado asociados a las actividades de I+D+i desestimulan la inversión en este tipo de actividades (Arrow, 1962). Por lo anterior, una respuesta del gobierno nacional para contrarrestar el efecto adverso sobre la inversión es otorgar incentivos tributarios a la CTel. En la sección anterior se analizó cómo ha sido el comportamiento del beneficio tributario de deducción por inversión, indagando además en la manera como ha sido el comportamiento de las empresas frente al incentivo. Al respecto fue posible identificar ciertas limitaciones en el alcance del beneficio en razón de su propósito de neutralizar la aversión hacia las inversiones en actividades de I+D+i.

Considerando estas limitaciones, además de la necesidad actual de aumentar los niveles de inversión en actividades de I+D+i, el Gobierno nacional estableció en el PND 2014- 2018 como meta del cuatrienio aumentar la inversión en ACTI al orden del 1% del PIB, meta de la cual se pretende que el sector privado contribuya con cerca del 50%. Para este propósito, se advierte un gran potencial en el beneficio tributario de deducción por inversión en CTel.

Según estimaciones realizadas por Colciencias, en un escenario conservador, se pretende modificar la percepción respecto al incentivo e incrementar las inversiones realizadas en actividades de I+D+i con el fin de aprovechar los 500.000 millones de pesos de cupo global de deducción. En estas condiciones, se esperaría un incremento en la participación de ACTI como proporción del PIB del 0,06%, de los cuales 0,02% corresponderían al esfuerzo público vía costo fiscal y 0,04% al incremento de la inversión privada dado el esfuerzo público. De esta manera, sería posible pasar del 0,50% de inversión en ACTI como porcentaje del PIB registrada en 2013 a 0,56% en el 2018. “La participación del sector privado de la inversión en ACTI pasaría, por tanto, del 35,22% al 36,63%”. (Conpes 3834 de 2015, p. 45).

La anterior estimación correspondería a la contribución esperada por parte del beneficio tributario que si bien es visto como un incremento importante, también aclara que “no lograría aumentar la participación ni la inversión privada como se espera en las metas plasmadas en el PND”. (Conpes 3834 de 2015, pág. 45). Por la anterior razón, el mismo Conpes 3834 de 2015 propone un esquema de inversión en donde es modificado al alza el cupo total de deducción a 1,25 billones de pesos. No obstante, la anterior propuesta no sería coherente si no se logra superar las limitaciones que impiden el adecuado uso del beneficio de tributario de deducción por inversión en proyectos de I+D+i.

En este capítulo se han presentado las características del beneficio de deducción, mostrando las condiciones que justifican su existencia, los detalles de su operatividad y el comportamiento de los contribuyentes hacia el incentivo a lo largo del tiempo. Un aspecto que es indiscutible, y que sin embargo se ha evidenciado es el hecho de que la inversión está determinada además por factores diferentes al incentivo tributario. En el próximo capítulo se busca, en primer lugar, medir a partir del uso de instrumentos econométricos el efecto de los cambios institucionales sobre el uso del beneficio y, además, establecer cuáles son los factores que determinan la inversión privada en I+D+i en el sector manufacturero. En este análisis se tomará como punto de comparación la variable del costo de uso del capital, ya que es a través de ella que la política asociada al beneficio tributario pretende tener un impacto sobre la inversión.



## **4. Capítulo IV: Evaluación de la efectividad del Incentivo**

En el capítulo anterior, se llevó a cabo un análisis cualitativo del contexto del beneficio tributario de deducción como fase previa para adentrar el estudio en un análisis cuantitativo que permita evaluar la política económica asociada al beneficio tributario de deducción por inversión. En este orden de ideas, este capítulo revisará dos aspectos fundamentales a partir del uso de modelos econométricos: En primer lugar, se pretende realizar un análisis contextual cuantitativo en el que se mida el efecto de los cambios normativos e institucionales sobre el comportamiento de la inversión aprobada para aplicar al beneficio tributario. Segundo, se pretende medir el efecto del costo de capital sobre la inversión en ACTI y de otros factores que pueden determinar la inversión, así como, sopesar el efecto de esta variable respecto a los otros factores determinantes.

### **4.1. Medición de los cambios en la institucionalidad del beneficio de deducción**

El análisis contextual es un elemento importante del análisis factual, y aunque tradicionalmente tiene mayor acogida en las técnicas cualitativas, también es empleado con el uso de técnicas cuantitativas las cuales pueden otorgar una mayor rigurosidad a este análisis. No obstante esta apreciación, se hace expreso el reconocimiento de la importancia de la evaluación cualitativa como una fase previa del análisis cuantitativo y que, para este

caso, consistió en el conocimiento de las normas y leyes que sustentan el programa de beneficios tributarios, así como el comportamiento de los contribuyentes frente al beneficio.

En esta sección se pretende obtener conclusiones respecto al efecto de cambios en la institucionalidad del incentivo tributario sobre la variación de la inversión aprobada del beneficio de deducción, es decir sobre el uso del beneficio. Se entenderá por cambios institucionales las modificaciones realizadas al beneficio tributario como tal o a los organismos que lo administran. El objetivo de esta medición es evidenciar si las modificaciones a la política han estimulado la aplicación al beneficio por parte de los contribuyentes.

Así, en el desarrollo de este ejercicio, se plantea un modelo de regresión simple en el que se propone a la inversión aprobada como la variable dependiente y a la trayectoria del tiempo como variable independiente, además, posteriormente se introduce al modelo una variable ficticia o dummy con la cual se busca determinar si las modificaciones a las condiciones del beneficio tributario han originado un cambio en la estructura de la variable de inversión aprobada para deducción (variable dependiente).

### **4.1.1. Datos:**

Una variable que refleja la historia del beneficio tributario son los montos aprobados para deducción por inversión en CTeI por los administradores del programa, año a año, desde su inicio hasta la fecha en que se dispone información (periodo comprendido entre 1997-2015) medida en millones de pesos. En la sección 3.5 se presentó la evolución de la variable y se describieron los hechos que acompañan sus principales variaciones (Grafico No 4).

A continuación se presenta una tabla con las estadísticas descriptivas de la variable:

**Tabla No2:** Estadísticas descriptivas Inversión aprobada para deducción

<i>Estadísticas</i>	<i>Inversión aprobada para deducción</i>
No de observaciones	19
Media	138369
Desviación estándar	115753
Mínimo	12148
Máximo	397387

Fuente: Basado en datos Colciencias

#### 4.1.2. Metodología

Para la verificación del objetivo que se plantea en esta sección se pretende hacer uso de un modelo de regresión simple tomando como variable dependiente la “variable histórica” (montos aprobados) y como variable independiente los valores originales de la “variable tendencia temporal” (años), así:

$$Y_i = a + b_1X_i + u \quad (1),$$

Donde,

$i = 1997, 1998, \dots, 2015$

$Y$  = Montos de inversión aprobados para deducción

$a$  = Constante que representa a la inversión autónoma. Se considera autónoma porque es la parte de inversión que se realiza por motivos independientes al estímulo tributario por inversión en I+D+i.

$b_1$  = Es la pendiente de la variable independiente y representa la inversión inducida por el estímulo tributario mediante el desempeño administrativo

$X$  = Trayectoria del tiempo o años del período para el que se dispone de información.

$u$  = Término de error.

La tendencia temporal mostrará la historia institucional del programa, y los datos observados mostrarán la influencia de los cambios en el desempeño administrativo, el impacto de las reformas en el período considerado o la interacción de ambos.

Luego se ampliara el modelo incorporando variables dummy que pretenden arrojar luces respecto al impacto de las reformas efectuadas en el 2009 y el 2011<sup>29</sup>. En el año 2009 se transforma a Colciencias como departamento administrativo de CTeI y se crea el CNBT a partir de la Ley 1245 de 2009, a raíz de esta nueva institucionalidad en el 2010 se emprende una política fuerte de difusión del incentivo. En el año 2011 con la ley 1450 se introducen cambios relevantes en las condiciones del beneficio que entran en vigencia hasta el año 2012. Una explicación más detallada de estos cambios fue presentada en la sección No 3.3.

El modelo ampliado es el siguiente:

$$Y_i = a + b_1X_i + b_2D + b_3X_iD + u \quad (2)$$

Donde,

D: Variable dummy que mide el impacto de la reforma sobre la constante o inversión autónoma. Su valor es cero para los años anteriores a la reforma incluido el año de la misma, pues el impacto sólo se ve reflejado en la convocatoria del año siguiente. De este año en adelante hasta el 2015 su valor es uno, porque estos años están influidos por la reforma.

XD: Variable de interacción o efecto conjunto de las variables tiempo (X) y dummy (D).

Los demás términos como en la ecuación de regresión (1).

Para el caso en que las variables dummies sean significativas y, por lo tanto, exista un cambio estructural por el lado del intercepto o por el lado de la pendiente, entonces,  $a + b_2$  mediría el efecto de la reforma sobre la constante o inversión autónoma y la expresión  $b_1 + b_3$  mide

---

<sup>29</sup> El detalle de los hechos que acompañan las variaciones de estos años (y de la serie en general) se encuentra en la sección 3.4.

mediría el efecto sobre la pendiente o inversión inducida y el modelo de la regresión (2) quedaría definido específicamente de la siguiente forma:

$$Y_i = (a + b_2) + (b_1 + b_3)X_i + u \quad (3)$$

Nótese que la expresión  $(a + b_2)$  mide el incremento o salto que exhibiría el intercepto en la trayectoria de la variable a partir de la reforma, cuando la dummy que acompaña a  $b_2$  en la ecuación (2) es igual uno y en años anteriores es cero, similarmente sucede con la expresión  $(b_1 + b_3)$  que mide el incremento o salto que exhibiría la pendiente de la serie cuando la dummy que acompaña a  $b_3X_i$  es igual uno y en años anteriores es cero.

### 4.1.3. Resultados

Para definir el modelo final que será ajustado a los datos se corrieron diferentes tipos de modelos, en los que además fueron incluidas dummies para medir los efectos de las reformas de los años 2009 (D09; XD09) y 2011 (D11; XD11). A continuación se presenta una tabla que contiene los resultados de las regresiones:

**Tabla No3:** Resultados regresiones modelo cambio institucional

Variable	Lineal		Log-lineal		Log-lineal D09		Log-lineal ampliado 09		Log-lineal D11		Log-lineal ampliado 11	
	R <sup>2</sup> ajustado		R <sup>2</sup> ajustado		R <sup>2</sup> ajustado		R <sup>2</sup> ajustado		R <sup>2</sup> ajustado		R <sup>2</sup> ajustado	
	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)
Intercepto	-27773,193	0,41907704	10,2181771	1,7616E-18	10,5005179	3,6702E-17	10,5060991	6,0895E-16	10,3168019	8,2728E-17	10,3192191	8,5858E-16
X	16614,2351	2,8907E-05	0,12837718	1,727E-05	0,07594246	0,04119807	0,07514514	0,0602504	0,11193972	0,00243162	0,11163757	0,00364489
D09					0,76635361	0,07541655	0,62395228	0,75934201				
XD09							0,00908945	0,94292877				
D11									0,31231176	0,46632355	0,0137814	0,99746657
XD011											0,01722291	0,94488626
Obs	19		19		19		19		19		19	

Fuente: Basado en datos Colciencias

La función que mejor se ajustó a los datos fue la log-nivel, es decir la que se expresa con la variable dependiente en logaritmos y la variable independiente en sus valores originales. La constante y el coeficiente de regresión se estimaron por el método de mínimos cuadrados

ordinarios. Este modelo muestra la semi-elasticidad constante de la inversión aprobada ( $Y_i$ ) respecto del tiempo ( $X_i$ ) y su importancia radica en que precisa para cualquier año del período considerado, a qué ritmo de esfuerzo avanzó la parte administrativa en la implementación y desarrollo del programa de incentivos tributarios a la inversión en I+D+i.

Al ampliar el modelo con la variable  $D$  y estimarlo para observar el efecto de la reforma institucional del año 2009<sup>30</sup>, tal variable no es significativa estadísticamente a un nivel de significancia del 5%, lo que sugiere que la reforma no tuvo efecto sobre la constante.

No obstante a un nivel de significancia del 10%, sería aceptable establecer un efecto de la reforma del año 2009 sobre la constante o inversión autónoma.

Para el caso de la reforma del año 2011, la variable ficticia que mide el cambio estructural en el intercepto no es significativa estadísticamente a un probabilidad del 5%, ni al 10%.

Al correr el modelo log-nivel con la variable  $X$  (tiempo) y la variable de interacción  $XD$  (tiempo\*dummy) para los años 2009 y 2011, ésta variable no es significativa lo que indica que la reforma tampoco impactó la pendiente o coeficiente de regresión de la variable explicativa  $X$ . Aquí la pendiente reflejaría el ritmo del esfuerzo administrativo en implementación y desarrollo.

En vista de lo anotado, el modelo de regresión institucional final se estimó utilizando el “tiempo” como única variable explicativa, y se obtuvo la ecuación de regresión:

$$\ln Y = 10.2489 + 0.1238X$$

Se trabajó con un nivel de confianza del 95% con una prueba de dos colas y 17 grados de libertad. Con los anteriores elementos se obtuvo un valor crítico de  $t$  igual a 2.120. Para la constante el valor calculado de  $t$  fue de 39.26 y el valor- $p$  de 0.000. La variable tiempo presenta un valor  $t$  calculado de 5.13 y un valor- $p$  de 0.000. Por consiguiente, para los valores

---

<sup>30</sup> Para el caso de la reforma de 2011, las dummies dan no significativo tanto en el modelo lineal como en el modelo log-nivel

de la constante y la variable se puede rechazar la hipótesis nula (ninguno de los dos valores es igual a cero) y aceptar la hipótesis alternativa (ambos valores son diferentes a cero) lo que implica que ambos coeficientes de regresión son significativos estadísticamente.

Con el propósito de verificar la correcta especificación del modelo seleccionado, se realizó un análisis de la presencia de endogeneidad<sup>31</sup> considerando uno a uno los posibles factores que podrían causarla, de este ejercicio, se llegó a la conclusión de que el único factor sobre el cual podría existir duda es el de variables omitidas, por lo tanto, se realizó la prueba de Ramsey Reset que examina inexistencia de variables omitidas dentro del modelo. A continuación se presentan los resultados de esta verificación:

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of Lny

Ho: model has no ommitted variables

F(3,14)= 2,38

Prob>f= 0,1133

De acuerdo con los criterios de decisión<sup>32</sup>, se tiene que la probabilidad F es mayor al 0.05 de nivel de significancia, entonces se acepta la hipótesis nula y por lo tanto el modelo está bien especificado.

Ahora, nótese que el modelo propuesto para la verificación de los cambios institucionales modela la serie dela inversión aprobada para deducción a través del tiempo para medir el impacto de las modificaciones hechas sobre la institucionalidad del incentivo haciendo uso de técnicas de modelación de series de tiempo, por el contrario, no pretende establecer relación entre variables explicativas causales de tal serie. En este sentido, resulta coherente que el modelo no presente problemas de endogeneidad.

---

<sup>31</sup> Entre las causas de endogeneidad se tienen las siguientes: (1) Variable omitida, (2) Simultaneidad, (3) Error de medición en las variables independientes, (4) sesgo de selección

<sup>32</sup> Prob F > 0.05 acepta H<sub>0</sub>  
Prob F < 0.05 rechaza H<sub>0</sub>

#### 4.1.4. Interpretación

La ecuación de regresión estimada seleccionada muestra que para cualquier año del período considerado la inversión aprobada aumenta en un 12.38% en promedio, a precios corrientes.

La significancia práctica de este modelo indica que las reformas de 2009 y 2011 no provocaron un cambio estructural en la serie, hecho que se deduce al constatar que las variables binarias D09, XD09, D11 y XD11, carecen de significancia estadística. En otras palabras, los cambios institucionales para estos años asociados al beneficio tributario no resultaron ser contundentes en producir un impacto sobre el uso del beneficio de los contribuyentes que realizan sus inversiones de CTel de manera autónoma ( $\alpha$ ); tampoco sobre el uso del beneficio de contribuyentes que se vieran motivados a invertir en CTel debido a la existencia del beneficio y, por supuesto, al esfuerzo administrativo<sup>33</sup> que lo acompaña.

La pregunta que podría surgir de este resultado es ¿Por qué los cambios institucionales considerados no han tenido un impacto significativo en el uso del beneficio tributario? La sección 3.4 arroja elementos valiosos para inferir la respuesta a esta pregunta. Un análisis sobre los factores endógenos que conllevan a una sub-inversión aprobada para deducción fue expuesta anteriormente al mencionar los obstáculos para el uso del beneficio tanto del lado de la demanda como del lado de la oferta.

No obstante para el caso de las reformas acá evaluadas resulta conveniente poder realizar un análisis por separado de cada una de ellas, reconociendo las causas internas que pudieron inferir en la subutilización del beneficio. Lo anterior debido a que cada reforma presenta un contexto institucional diferente con condiciones así mismo diferentes para el contribuyente.

---

<sup>33</sup>El esfuerzo administrativo se entiende como labor del organismo que opera el beneficio (para este caso en particular Colciencias) en razón de su difusión, promoción y mitigación de obstáculos que impidan el acceso de las firmas al incentivo.

- Reforma de 2009<sup>34</sup>: Entre otros factores que pueden ser causa del resultado anterior, existen dos de ellos que pudieron tener una gran inferencia sobre la falta de significancia de la reforma de 2009 en generar un impacto continuo en el uso del beneficio tributario de deducción por inversión en proyectos de CTel, estos son: Una actividad administrativa intermitente y la concurrencia del incentivo con otros que podrían representar mayor beneficio para el contribuyente.

El primer factor, la actividad administrativa intermitente alude un esfuerzo realizado por difundir y promover (a partir del acompañamiento y la gestión en la aprobación de solicitudes) el uso del beneficio tributario de deducción por inversión en proyectos de CTel que tuvo su efecto inicial pero no refleja un impulso continuo por parte del organismo encargado para generar un cambio estructural en el monto de aprobaciones de la inversión para deducción. Este, hecho en últimas puede estar estrechamente asociado a la usual rotación de personal característica de este tipo de entidades y que conlleva a una pérdida de memoria institucional.

El segundo factor hace referencia a la competencia con otros incentivos a la inversión en el tiempo de la reforma de 2009. Por ejemplo, el beneficio tributario de deducción por inversión en AFRP era un incentivo concurrente con el beneficio de deducción por inversión en CTel. La facilidad en el proceso de aplicación y la generosidad del beneficio de AFRP en razón al objeto de la deducción eran argumentos suficientes para que una firma pudiera anteponer el uso de este beneficio sobre el otro. Adicionalmente, basado en sus intereses tributarios y financieros es muy factible que se optara por la adquisición (compra) de tecnología antes que por el desarrollo de proyectos de investigación los cuales como ya es conocido se caracterizan por presentar un alto riesgo asociado.

---

<sup>34</sup> Reforma que consistió esencialmente en la constitución del CNBT y una política de difusión del beneficio tributario

- Reforma 2011: Esta reforma incorporó cambios esenciales sobre las concesiones del beneficio tributario (figura No3). Por una parte se realizó un aumento representativo sobre el porcentaje objeto de deducción, así, en principio supondría que el uso del beneficio se incrementaría de manera permanente ejerciendo un cambio estructural sobre el monto de aprobaciones para deducción. No obstante el resultado nos muestra que la existencia de otros factores finalmente actuaron coartando las intenciones sobre el uso del beneficio.

Entre aquellos relacionados con el cambio a la norma se tienen a la exclusión del beneficio tributario a los proyectos de innovación y, a la posibilidad de realizar inversiones directamente por parte de las empresas. En un análisis realizado por el Gobierno nacional los dos son vistos como un obstáculo para la demanda del beneficio tributario (Conpes 3834 de 2015). Por una parte, tal como se presentó en el gráfico No 8 los proyectos de innovación representaban el 78% del total de los tipos de proyectos aprobados en el periodo 2010-2011. Por otra parte, aunque la intención inicial del Gobierno nacional fue buscar una articulación de los empresarios con los centros de investigación y la academia, y así mejorar la calidad de los proyectos presentado de CTeI, es claro que este objetivo no se logrado. Una mirada a la composición porcentual de las causa de negación de los proyectos presentados para el beneficio de los años 2012-2014 muestra que el 51% corresponden a deficiencias en su formulación (calidad técnica o científica) (gráfico No 10). Así tal como se mencionó en la sección 3.4 (pág. 58) las firmas perciben esta condición más como una restricción para el acceso al beneficio que como un facilitador.

Otro factor que desborda la frontera de las concesiones del beneficio pero que así mismo está latente para el resultado observado de la reforma de 2011 tiene que ver con el débil desempeño administrativo en aspectos como la difusión del beneficio, acompañamiento al empresario, calidad en los procesos y procedimientos, y el seguimiento a los proyectos aprobados.

Del anterior análisis es posible inferir en la importancia del desempeño administrativo para potencializar el uso del beneficio. Una actividad administrativa intermitente<sup>35</sup> a lo largo del periodo 1997-2015 que es posible asociar con el componente “cíclico” de la serie. Se expresa la palabra entre comillas debido a que las caídas se presentaron durante un solo año y la teoría del ciclo señala que los períodos de aumento y reducción son mayores a un año. Por eso es posible afirmar que las caídas de la actividad en aprobaciones de inversión no tienen un carácter cíclico, sino que son el resultado de una actividad administrativa intermitente.

No de otra forma podría explicarse que después de la reforma de 2009, se presente una caída tan considerable como la de 2013 y que se recupere totalmente en el año 2014. Si la caída de 2013 fuere cíclica, tardaría mínimo de 2 a 3 años en recuperarse. La explicación más probable es que en el año 2013 el desempeño administrativo estuvo muy por debajo del potencial y que en el año 2014 se retomó y hasta se incrementó la capacidad administrativa.

En este orden de ideas, existen claros indicios de que quienes manejan la implementación y desarrollo administrativo del beneficio tributario de deducción están en la capacidad de potencializar su uso a la totalidad de los montos asignados por la política fiscal para deducción tributaria, meta que no se ha alcanzado desde que se definieron tales montos con la reforma de 2011.

El análisis cuantitativo en esta sección resultó ser un buen complemento del análisis cualitativo expuesto en el capítulo anterior, pues se ha logrado verificar que las reformas institucionales no han ejercido un impacto en la estructura de la serie de inversión aprobada para deducción por inversión y que es necesario focalizar la atención en sobrepasar los obstáculos expuestos para potencializar el uso del beneficio.

---

<sup>35</sup>Entendida como la falta de continuidad administrativa para la difusión y fortalecimiento de los procesos y procedimientos asociados al beneficio

## **4.2. Modelo de determinantes de la Inversión en ACTI**

En el capítulo demarco conceptual se mencionó que la conexión entre el incentivo tributario y la inversión en ACTI se realiza a través de la variable del costo de uso del capital. En razón de lo anterior, el interés en esta parte del trabajo es la construcción de un modelo econométrico que permita evaluar el efecto del costo del uso del capital sobre la inversión en ACTI<sup>36</sup>, y además identificar el peso de esta variable respecto a otros factores determinantes de este tipo de inversión para las empresas del sector industrial manufacturero del país que son receptoras del beneficio tributario y de las que no lo son. De ahí poder establecer conclusiones en relación a la orientación de la política económica vinculada a incentivar este tipo de inversión.

### **4.2.1. Datos**

Para el desarrollo de este modelo se cuenta con tres fuentes de información. Por parte de Colciencias, los registros administrativos del beneficio tributario de deducción por inversión en CTel. Por parte del DANE, la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) y la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT) de la industria.

Con el apoyo del DANE, manteniendo la anonimidad de las firmas, las bases de datos se cruzaron para así conformar una nueva base de datos tipo panel desbalanceado con variables que se consideran podrían ser determinantes para la inversión en I+D+i identificando en ella las firmas receptoras del beneficio y las que no, para el periodo de 2008-2013.

Relacionado con la problemática de la limitada información disponible para el desarrollo de este tipo de estudios, en el proceso de la recolección de datos administrativos de Colciencias

---

<sup>36</sup>Nótese que en el modelo de la anterior sección (4.1) se pretendía obtener conclusiones sobre información administrativa del beneficio, es decir, sobre el uso del beneficio tributario medido a partir de la serie de inversión aprobada para deducción. A diferencia, en el presente modelo se trabaja con información de inversión ejecutada en ACTI del total de empresas del sector manufacturero (receptoras y no receptoras del beneficio) con el propósito de obtener conclusiones sobre los factores que pueden influir en este tipo de inversión.

fue necesaria una reconstrucción de la información a modo personal de los micro-datos, que consistió en extracción de características como NIT, nombre de la empresa y monto aprobado para deducción, de los documentos de las convocatorias anuales del beneficio. Lo anterior fue necesario debido a la coyuntura de la pérdida de información por parte de esa entidad al momento del desarrollo de la investigación. En consecuencia y teniendo en cuenta la información limitada para la construcción de las variables determinantes de la inversión en ACTI, es importante aclarar que los resultados obtenidos en el presente modelo están sujetos a la disponibilidad y calidad de información proporcionada.

Así, el total de la muestra empleada para la construcción del modelo correspondió a 3.837 observaciones, de las cuales el 97% son firmas no receptoras del beneficio y solo el 2% de la base de datos son firmas receptoras del beneficio de deducción por inversión (Tabla No 4).

**Tabla No 4: Empresas Beneficiarias y no beneficiarias en la muestra**

No receptores = 0	Receptores = 1
3749	88
98%	2%

Fuente: Basado en datos Colciencias-EDIT-EAM

Al realizar una separación por tamaño de empresa se observa que en coherencia con los datos presentado en el capítulo 3, la mayor parte de los receptores del beneficio corresponde a empresa de gran tamaño las cuales participan con el 84%. En contraste, el análisis de esta característica en las firmas no receptoras del beneficio evidencia que la mayor participación de la muestra las obtienen las Micro y Pymes con el 70%.

**Tabla No 5: Empresas Beneficiarias y no beneficiarias en la muestra por tamaño**

	Grande	Mediana	Micro	Pequeña
No receptores = 0	1123	1155	223	1248
Receptores = 1	74	12	0	2
% No receptores=0	30%	31%	6%	33%
% Receptores=1	84%	14%	0%	2%

Fuente: Basado en datos Colciencias-EDIT-EAM

4.2.1.1. Definición de las variables:

En la tabla No 6 se definen las variables propuestas para el desarrollo del modelo, se establecen las expectativas respecto a la relación entre las variables (directa o inversa), y se hace una descripción de la razón por la cual se consideran relevantes para el modelo.

**Tabla No 6:** Variables propuestas para el modelo de determinantes de la inversión en I+D+i

Tipo	Variable	Descripción	Relación esperada	Medición	Fuente
Variable dependiente	<b>Inversión en ACTI</b>	Consiste en los recursos medidos a nivel monetario empleados en la realización de actividades en proyectos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación. Para la medición de esta variable se tomó la inversión en ACTI ejecutada.		Inversión en ACTI	EDIT
Variables Independientes	<b>costo de uso del capital</b>	Costo en el que se incurre por utilizar una unidad de capital físico en un periodo determinado de tiempo. Refleja el precio de los bienes de capital el cual es influenciado por la tasa de interés, su tasa de depreciación, así como los impuestos y subsidios a que son sujetas las inversiones en activos productivos” (Rhenals,2005,p.1)	(-)	Construcción de tasa <sup>37</sup>	
	<b>Ventas</b>	Ingresos que las firmas obtienen debido a su actividad económica Según la teoría económica los ingresos	(+)	Total ventas	EAM
	<b>Expectativas de la firma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>consiste en la expectativa de la firma en cuanto al desempeño de su negocio.</li> </ul>	(+)	Total ventas rezagadas t-1	EAM

<sup>37</sup> Para aclaración de la construcción de esta variable ver anexo No 2

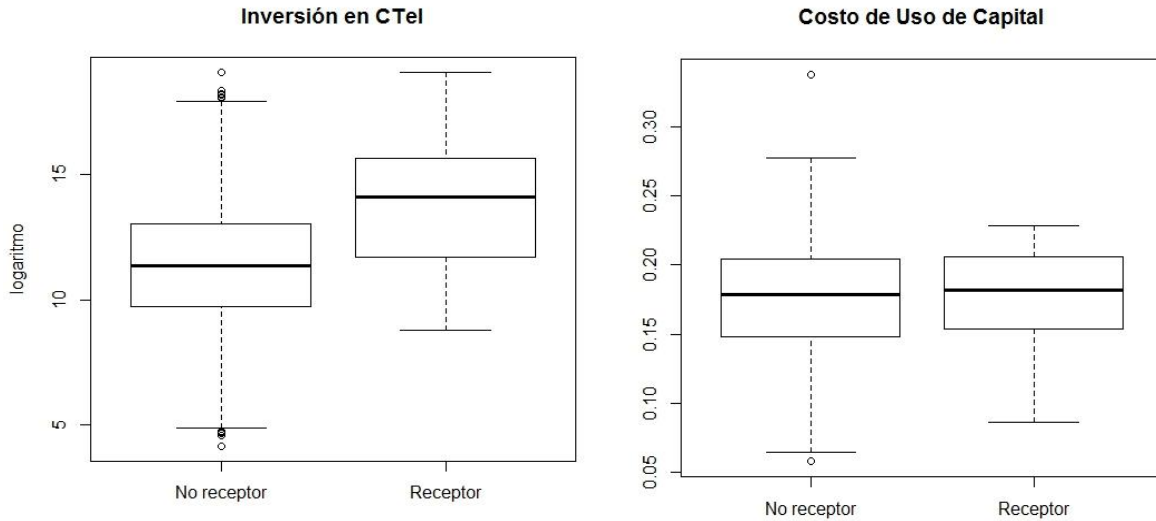
<b>Tamaño de empresa</b>	la evidencia muestra que entre mayor el tamaño de una empresa mayor es la propensión a innovar, dado que por su condición contaría con los recursos de capital (financiero, humano y físico) para hacerlo	(+)	Total personal de empresa y Total Activos fijos	EAM
<b>Capital extranjero:</b>	hace referencia a la presencia de aportes por parte de compañías multinacionales	(+)	Composición de capital social	EAM
<b>Orientación externa del mercado</b>	Se creería que los niveles de inversión serían mayores en la medida en que las empresa estuviesen en contacto con mercados externos	(+)	Porcentaje de ventas al exterior	EAM
<b>Calificación de la Mano de Obra</b>	Consiste en la caracterización del nivel educativo del personal que labora en la empresa. Se esperaría que a mayor nivel educativo alcanzado, mayor la propensión a realizar actividades de I+D+i, debido a la capacidad de absorción de tecnologías, por lo tanto, es mayor la inversión en este tipo de actividades.	(+)	Personal ocupado promedio Universitario (profesional), especialización, maestría y doctorado	EDIT
<b>beneficios públicos</b>	Fondos obtenidos por medio de alguna(s) de las líneas de financiamiento público para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Se incluyen los recursos reembolsables y no reembolsables, así como los que tuvieron contrapartida con recursos propios de la empresa.  Incluye líneas de cofinanciación y créditos a través de Colciencias, Bancoldex, Sena. Además de otras líneas como Fondos departamentales de CyT, o fondos de CTeI del sistema de Regalías.	(+)	Financiación de ACTI a través de Recursos públicos	EDIT

Fuente: Basado en EDIT- EAM

En el anexo No4 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables del modelo. Al examinar el comportamiento de la mediana de la muestra en las dos variables de mayor interés, esto es la inversión en ACTI (en logaritmo) y el uso del costo de capital, dividido por receptor o no receptor del beneficio tributarios es posible evidenciar por una parte la inversión mediana de los receptores es 3 puntos porcentuales más alta que la de los no

receptores, por otra parte, que el costo del uso del capital es muy similar entre receptores y no receptores.

**Gráfico No 10:** Mediana de la inversión en ACTI y costo de uso de capital, por receptores y no receptores del beneficio tributario de deducción



Fuente: Basado en datos Colciencias-EDIT-EAM

#### 4.2.2. Metodología

En principio para la especificación del modelo se realiza una regresión lineal de los datos de manera exploratoria. Se encuentra que para este modelo la única variable significativa es el costo del uso del capital. No obstante, al observar su coeficiente se encuentra una relación positiva lo cual difiere de lo esperado. Finalmente una revisión del R-cuadrado ajustado de esta regresión arroja un valor de 0.4448, lo cual refleja un ajuste marginal a los datos<sup>38</sup>.

En razón de la inferencia de la presencia de efectos fijos en la muestra, se lleva a cabo una prueba de Hausman con la cual se confirma que existen efectos fijos en los datos (Anexo No

---

<sup>38</sup> Detalle de la regresión Anexo No 5

6). En este orden de ideas, en términos estadísticos, un modelo panel a través de efectos fijos se puede estimar con la siguiente forma:

$$\ln Y_{it} = \beta_1 \ln X_{it} + \alpha_i + U_{it}$$

Donde,

$\alpha_i$  es el intercepto desconocido para cada individuo para todo  $i= 1-\dots-n$

$Y_{it}$  es la variable dependiente donde  $i$  son los individuos para el período  $t$

$X_{it}$  representa cada variable independiente del individuo  $i$  para el período  $t$

$\beta_1$  es el coeficiente de las variables independientes

$U_{it}$  es el término de error

El modelo de efectos fijos en su forma general se precisa para el modelo acá propuesto a partir de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \ln(invacti)_{it} = & \alpha_i + \beta_1 \ln(ventas)_{it} + \beta_2 \ln(ventas rez)_{it} + \beta_3 tamao \\ & + \beta_4 Empl\_pos + \beta_5 venta_{ext} + \beta_6 benef_{pub} + \beta_7 cap_{extr} + \beta_8 Costouso k \\ & + \beta_9 Benef + U_{it} \end{aligned}$$

### 4.2.3. Resultados

**Tabla No 8: Resultados Modelos Determinantes de la inversión en ACTI**

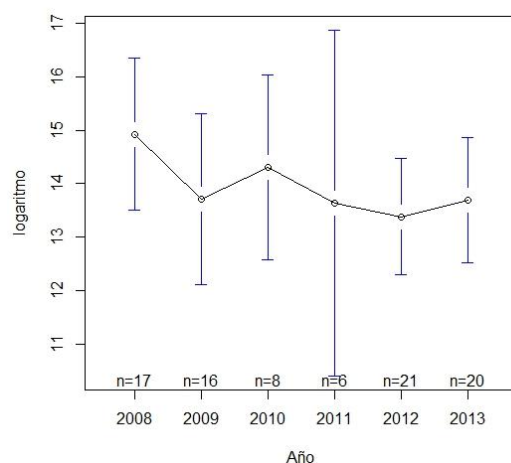
Variable	Modelo 1: Exploratorio		Modelo 2: Muestra total		Modelo 3: Receptores		Modelo 4: No receptores	
	R <sup>2</sup> ajustado	0,4448	R <sup>2</sup> ajustado	0,665	R <sup>2</sup> ajustado	0,7384	R <sup>2</sup> ajustado	0,6579
	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)	Coef. Estimado	(Prob)
Intercepto	1,72E+00	3,29E-03	7,36E+00	0,015778	-4,02E+04	3,98E-01	6,70E+00	3,42E-02
Log(ventas)	2,57E-01	5,98E-03	-3,70E-02	0,015778	4,43E+03	9,53E-02	-1,12E-02	9,39E-01
Log(ventas rez)	2,79E-01	3,29E-03	1,29E-01	0,337081	-6,46E+02	6,88E-01	1,34E-01	0,327095
tamaño mediana	-5,51E+00	1,69E-08	4,55E-03	0,986087	-5,92E+02	8,19E-01	4,39E-03	9,86E-01
tamaño micro	-1,52E-01	9,70E-15	-4,48E-01	0,418475			-4,40E-01	4,26E-01
tamaño pequeña	-9,76E-01	2,14E-13	1,39E-01	0,708435	8,91E+03	3,86E-01	1,59E-01	6,69E-01
Empl pos	1,52E-03	2,28E-03	6,41E-04	0,494723	-5,73E-01	7,53E-01	1,69E-03	3,78E-01
Venta ext	7,14E-11	7,65E-01	3,50E-10	0,271754	2,73E-07	4,88E-01	-8,59E-11	9,54E-01
benef pub	2,72E-07	1,67E-02	2,86E-07	0,006020	1,16E-04	4,51E-01	4,77E-07	6,83E-03
cap extr	7,52E-02	3,85E-01	1,83E+00	0,248818	-9,69E+03	1,85E-01	1,84E+00	2,46E-01
costo uso k	8,73E+00	<2e-16	4,44E+00	0,176216	-5,67E+04	3,79E-01	5,21E+00	1,15E-01
Benf	-4,67E-20	8,10E-01	2,23E-01	0,767613				
as factor 2009			-3,00E-01	< 2e-16	-9,36E+02	2,49E-01	-2,83E+01	1,02E-04
as factor 2010			-1,87E+00	< 2e-16	-5,09E+03	5,42E-02	-1,87E+00	< 2e-16
as factor 2011			-1,67E+00	< 2e-16	-4,75E+03	5,46E-03	-1,62E+00	< 2e-16
as factor 2012			-1,74E+00	< 2e-16	-2,42E+03	8,77E-03	-1,74E+00	< 2e-16
as factor 2013			-1,60E+00	< 2e-16	-5,96E+03	8,20E-02	-1,59E+00	8,24E-13

Fuente: Basado en datos Colciencias-EDIT-EAM

Controlando por efectos fijos individuales y de años (modelo de efectos fijos a dos vías) se llega un modelo en el que considerando el total de la muestra a un nivel de significancia de 5% y con un R-cuadrado ajustado del 0.665 la única variable explicativa es beneficios públicos, indicando así que de las variables incluidas en la regresión solamente beneficios públicos influencia las decisiones de inversión. Es importante tener en cuenta que las dummies de año proveen una herramienta indirecta para controlar por el contexto de la economía por lo que es posible ampliar la lectura de los resultados manifestando que en el ciclo económico de estos años únicamente otros beneficios públicos afectaron las decisiones de inversión de la firma (Anexo7).

Al estudiar por separado el comportamiento de los receptores se tiene que a nivel de significancia del 10%, las decisiones de inversión de las empresas son afectadas únicamente por la variable ventas (Anexo8). Lo cual al ser confrontado con el gráfico No 11 de inversión en ACTI para este grupo, permite concluir que la inversión en ACTI de este grupo de firma es más estable.

**Gráfico No 11:** Inversión en ACTI de los receptores del beneficio tributario por deducción

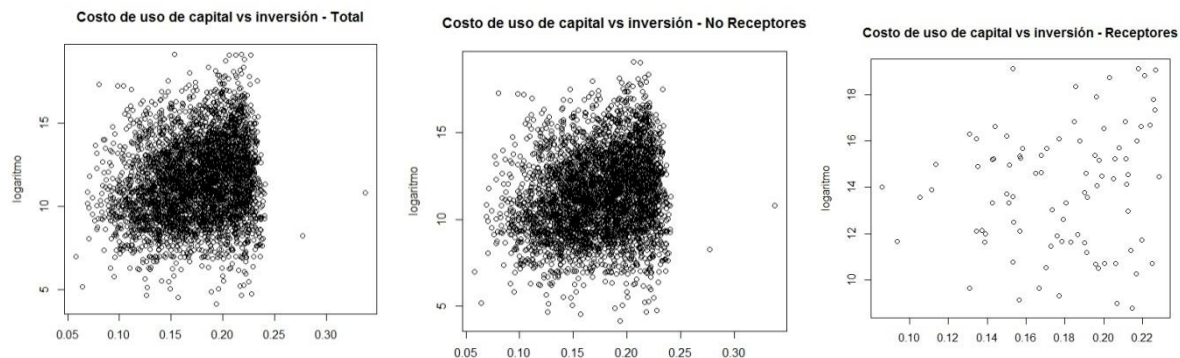


Fuente: Basado en datos Colciencias-EDIT-EAM

Un análisis de los no receptores del beneficio tributario de deducción muestra un comportamiento muy similar al del total de la muestra, en el que a un nivel de significancia 5% la variable beneficios públicos y las dummies de los años son las que afectan las decisiones de inversión de las firmas. Esta relación con el modelo del total de la muestra es de esperar si se tiene en cuenta la participación de este grupo en el total de la muestra (98%). (Anexo No 9)

Finalmente, es claro que el propósito de esta parte de la tesis es el de obtener conclusiones en la manera como el costo de uso del capital puede afectar la inversión en ACTI. Así, de acuerdo con los resultados obtenidos es posible concluir que la tasa del costo de uso del capital no resulta ser significativa en la determinación de la inversión de ACTI de las firmas tanto receptoras del beneficio tributario como las firmas no receptoras. Este resultado es reafirmado al observar el diagrama de dispersión entre la inversión en ACTI y el costo del uso del capital. El análisis de los diagramas de dispersión pueden dar útiles señales de la manera se relacionan las variables entre sí. En este orden de ideas, al contraponer estas dos variables se observa en el Gráfico No 12 que no es posible evidenciar la existencia de una correlación entre ellas para el total de la muestra o para alguno de los grupos de receptores o no receptores del beneficio tributario.

**Gráfico No 12:** Inversión en ACTI de los receptores del beneficio tributario por deducción



Fuente: Basado en datos Colciencias-EDIT-EAM

La falta de relación entre estas variables conlleva a pensar en que son otros factores los que determinan la inversión en ACTI. Al vincular este hecho con los limitantes mencionados en el capítulo III en el uso del beneficio tributario de deducción, es de suponer que son otros beneficios públicos los que tendrán una mayor efecto en estimular la inversión en ACTI en el grupo de muestra de los no receptores del beneficio tributario, declaración que además se hace más plausible si se tiene en cuenta que el 70% de la muestra de este grupo corresponde a micro, pequeñas y medianas firmas, tamaños para los cuales un beneficio tributario no podría ser tan atractivo.

## 5. Resultados

La hipótesis que se plantea en esta tesis investigativa establece que como instrumento de política el beneficio tributario de deducción podría no tener un efecto significativo sobre la inversión debido a la existencia de otros factores determinantes, que podrían ejercer una influencia mayor en las decisiones de inversión de las firmas.

Con el propósito de verificar este supuesto se planteó una estructura de preguntas estrechamente relacionadas con la hipótesis y conectadas entre sí, con las cuales fue llegar a resultados que consideran la conducta de las firmas frente al beneficio y el vínculo entre la inversión en ACTI y ciertos factores determinantes, entre ellos el costo de uso de capital, variable que según la teoría económica ejerce el enlace entre la política fiscal tributaria y la inversión en CTel. Las preguntas formuladas fueron:

1. ¿Existen factores diferentes al beneficio tributario de deducción que influyen sobre la inversión en I+D+i en el país?
2. ¿Cuál ha sido el impacto de los cambios institucionales del beneficio de deducción tributaria sobre su uso?
3. Entre los factores que determinan la inversión en I+D+i, ¿Qué importancia tiene el costo de uso del capital?

Cada pregunta estuvo asociada a un método de desarrollo y a la obtención de unos resultados con los cuales fue posible llegar a unas conclusiones finales sobre la verificación de la hipótesis planteada.

En este orden de ideas, la solución del primer interrogante se apoyó en una revisión detallada y rigurosa de información relacionada con las condiciones, vigencias y evolución histórica

del beneficio de deducción. A partir de esta información fue posible evidenciar principalmente dos puntos importantes para la verificación de la hipótesis relacionados con la conducta de los contribuyentes frente al beneficio:

- Primer punto: el bajo uso del beneficio tributario derivado de algunos obstáculos relacionados esencialmente con el contexto normativo y del desempeño institucional.
- Segundo punto: Empresas que en un año invierten en CTel, pero que no reportan inversión aprobada para deducción tributaria (acceso al beneficio).

A partir de estos hallazgos (resultados) fue posible concluir que los niveles de inversión privada en I+D+i no dependen estrechamente de la presencia del beneficio tributario de deducción, por tanto, es evidente la coexistencia de otros factores que tienen un efecto sobre el incentivo de invertir en CTel en el país.

Para indagar en el impacto de los cambios institucionales del beneficio, la pregunta No 2 fue abordada a partir de un modelo econométrico de regresión simple que incorporó variables ficticias o dummies para medir la existencia de cambio estructural en la serie de inversión aprobada para deducción en las reformas de los años 2009 y 2011. A partir de los resultados de este modelo fue posible concluir que no existe evidencia respecto un efecto de las reformas institucionales y al beneficio sobre la estructura de la serie de aprobación del beneficio tributario. Dicho de otra manera, los cambios realizados sobre el incentivo y el contexto institucional del mismo no han impulsado de manera significativa el uso del beneficio. Este ejercicio complementario al realizado en la pregunta No1 buscó obtener argumentos a través de métodos cuantitativos sobre la evidencia cualitativa de las limitaciones que está presentando la política asociada al beneficio tributario en razón de la conducta de las firmas frente a él y medir el esfuerzo de la política en potencializar su uso.

Al demostrar la existencia de otros factores determinantes sobre la inversión en I+D+i diferentes al beneficio tributario, la última pregunta de la tesis buscó identificar cuáles podrían ser esos factores, y medir el peso del costo de uso del capital respecto a los otros

## Resultados

---

determinantes propuestos. Para la respuesta a este interrogante fueron utilizadas las microbases de datos de la EDIT industria, EAM y los registros administrativos de Colciencias de las empresas que accedieron al beneficio tributario en los años 2009-2013. La metodología propuesta para este fin fue el análisis de un modelo econométrico de efectos fijos, de cuyos resultados se logró inferir que los datos analizados no muestran relación entre el costo de uso de capital y la inversión en I+D+i. Además de las variables propuestas como determinantes solo la variable financiación a través de recursos públicos (benef pub) presenta un resultado robusto al ser significativa a un nivel del 0.5 en dos de tres de los modelos estimados.

### **6. Conclusiones**

El beneficio tributario de deducción por inversión en proyectos de CTeI fue creado en la década de los 90 con el propósito de ser un instrumento de política pública para incentivar la inversión en CTeI. Ante el rezago que evidencia Colombia frente a este tipo de inversiones, el Gobierno nacional ha buscado potencializar el uso de este instrumento como un medio para alcanzar las metas propuestas de aumento de la inversión en ACTI.

La hipótesis propuesta a lo largo de esta investigación plantea que como instrumento de política el beneficio tributario de deducción puede no tener un efecto significativo sobre la inversión debido a la existencia de otros factores determinantes, que podrían ejercer una influencia mayor en las decisiones de inversión en CTeI de las firmas. Para validar esta hipótesis se ha propuesto un marco metodológico de investigación que incluyó el análisis de información cualitativa del beneficio, al mismo tiempo que información cuantitativa. En este proceso investigativo fue manifiesto la problemática asociada a limitada y restringida información que acompaña a este tipo de estudios. Particularmente, en la recolección de datos desagregados administrativos de Colciencias requeridos para el modelo de determinantes se presentó la dificultad del daño de la base de datos del beneficio tributario para el tiempo de la investigación, lo cual requirió la construcción a cuenta propia de la información, lo que indiscutiblemente condiciona los resultados a la disponibilidad y la calidad de información proporcionada.

El proceso investigativo ha contribuido a identificar el efecto de las principales reformas al beneficio sobre el uso del mismo y determinar entre un grupo de factores considerados cuales influyen sobre la inversión en ACTI.

## Conclusiones

---

Por una parte, los resultados de la primera pregunta de investigación nos han permitido reafirmar que los niveles de inversión privada en CTeI no dependen estrechamente de la presencia del beneficio tributario de deducción, pues fue evidente la coexistencia de otros factores que tienen un efecto sobre el incentivo privado a invertir en CTeI en el país.

Del modelo de determinantes a la inversión en CTeI fue posible evidenciar que para la industria manufacturera del país la financiación de la inversión a través de recursos públicos es la única variable significativa a un nivel de significancia de 5% y que la variable de costo de uso de capital no resultó ser significativo en el modelo. De este resultado se concluye que una política enfocada a reducir el costo de capital como lo es el beneficio tributario de deducción por inversión en CTeI se asume no tendría un impacto significativo sobre la inversión y que la inversión en CTeI de las industrias del sector manufacturero del país es jalonada fuertemente por el apoyo de los recursos públicos, es decir, sin el apoyo de este tipo de financiación las empresas de este sector no invierten significativamente en CTeI.

Por otra parte, se evidenció en la historia del beneficio de deducción que las modificaciones normativas o de tipo institucional no muestran tener un efecto significativo sobre el uso del beneficio. Y se intuye que las variaciones en la serie de inversión aprobada, más que debido a la existencia de un componente cíclico, puede ser atribuido, en parte, a una intermitencia en las actuaciones administrativas para impulsar el uso del beneficio. En este sentido, respecto al uso del beneficio existe un gran potencial para alcanzar y superar los montos asignados por la política fiscal, meta que no se ha alcanzado desde que entró a operar la Ley 1450 en el año 2011.

En este orden de ideas, de acuerdo con el anterior desarrollo es posible sostener que los resultados del ejercicio investigativo desde los diferentes ángulos de análisis han dado indicios para confirmar la hipótesis propuesta.

Finalmente, Los resultados de este trabajo podrían ser ampliados a partir de investigaciones que busquen explorar: (1) El comportamiento de las empresas a un nivel desagregado (Ej. Por sectores, tamaño de empresas, localización regional). (2) Un análisis del impacto de las reformas incorporadas con el Conpes 3834, a partir del cual se pretenden superar los

## Conclusiones

---

obstáculos actuales del beneficio, o, (3) Un análisis en el que se pueda verificar el impacto en variables de resultado de las firmas (actividades de innovación o productividad).

## Referencias Bibliográficas

- Arrow, K. (1962) "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention". en NBER, The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors. New York: Princeton University Press.
- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometría*, 60(2).
- Agostini, C. y Jorratt, M. (2013), "Política tributaria para mejorar la inversión y el crecimiento en América Latina," CEPAL, Serie Macroeconomía del Desarrollo. 67 p.: grafs., tabs.
- Albornoz, M (2009), "Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución". Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc. v.5 n.13,
- Álvarez, E., & García, W. (2012). Determinantes de la innovación: evidencia en el sector manufacturero de Bogotá. *Semestre Económico*, 15(32), 129-160.
- Bunge, M. (2005). La ciencia: su método y su filosofía. Mario Bunge. Penguin Random House Grupo Editorial Argentina.
- Cáceres, P. (2003). Análisis Cualitativo De Contenido: Una Alternativa Metodológica Alcanzable. *Revista de la escuela de psicología*. vol. II / 2003 (pp. 53 - 82). Recuperado de: <http://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/view/3/3>
- Cáceres, I. (2011). La teoría del acelerador: Análisis prospectivo en los factores determinantes en Panamá. Años: 1970-2008". (Tesis doctoral, Universidad Latina de Panamá). Recuperado de: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/iac/indice.htm>
- Carbajal et al. (2014). Una evaluación económica de los incentivos fiscales a la inversión en Uruguay.

## Referencias Bibliográficas

---

- CGR (2014). Resultados de la Política Pública de Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación 2010 – 2013. PND 2010-2014. Cuaderno 14. Gobierno Nacional de Colombia
- Colciencias (2014). Términos de referencia. Convocatoria para proyectos de Investigación o Desarrollo Tecnológico que aspiran a obtener deducciones tributarias por inversiones o donaciones a partir del año 2015. Versión: 01 Vigente desde 2014-06-25
- Colciencias (2015). Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación. (Presentación). Recuperado de: [http://www.colciencias.gov.co/portafolio/innovacion/beneficios\\_tributarios/que-es](http://www.colciencias.gov.co/portafolio/innovacion/beneficios_tributarios/que-es)
- Crespi, G (2013), Incentivos Tributarios para la I+D+i en Argentina y Brasil: Una Evaluación de las Políticas Recientes. Banco Interamericano de Desarrollo (presentación)
- Crespi G., & Zuniga, P. (2010). "Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries". Inter-American Development Bank. Recuperado de: <http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubIDB-WP-218.pdf>
- Coe, David et al., (2008). "International R and D Spillovers and Institutions," IMF Working Papers 08/104, Fondo Monetario Internacional.
- DNP. 1993. El costo de uso del capital en Colombia. República de Colombia.
- Echavarría, H. (1948). . Pleno Empleo y Otros Temas, Capitulo 3. Algo sobre el incentivo a invertir.
- Elster, J. (2006). El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social. Barcelona: Gedisa
- Giuliodori D. y Giuliodori R. (2012). Incentivos tributarios para la I+D+i en Argentina Una evaluación de las políticas recientes. Banco Interamericano de Desarrollo
- Godin, B. (2006). The Linear model of innovation the historical construction of an analytical framework. Science, Technology & Human Values, 31(6), 639-667.
- Griffith, R. (2000). How important is business R&D for economic growth and should the government subsidise it?
- Hall, B., & Van Reenen, J. (2000). How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. Research Policy, 29(4), 449-469.

## Referencias Bibliográficas

---

- Heijs, J. (2001b) Justificación de la política de innovación desde un enfoque teórico y metodológico. IAIF-Documento de Trabajo n° 25.
- Howitt, P. (2004), *Endogenous Growth, Productivity and Economic Policy: A Progress Report*. Spring
- Jordán, D. R. (1999). La eficacia de los incentivos a la inversión en el impuesto de sociedades: teoría y evidencia. *Papeles de trabajo del Instituto de Estudios Fiscales. Serie economía*, (12), 1-49.
- Jorgenson, D. W. (1963). Capital theory and investment behavior. *The American Economic Review*, 53(2), 247-259.
- Hall, R. E., & Jorgenson, D. W. (1967). Tax policy and investment behavior. *The American Economic Review*, 57(3), 391-414.
- Kannebley S. Jr. y Porto G. (2012). *Incentivos Fiscais à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil: Umaavaliação das políticas recentes*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Keynes, J. M. (1936). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Fondo de cultura económica.
- Langebaek, A., & Escobar, D. V. (2007). *Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana*. Banco de la República.
- Mercer-Blackman, V. (2008). *The Impact of Research and Development Tax Incentives on Colombia's Manufacturing Sector: What Difference Do They Make?* IMF Working Papers, 1-53.
- Mercer-Blackman, V. (2005). *Estudio sobre la evaluación del impacto de los incentivos tributarios otorgados para ciencia, tecnología e innovación*. Fedesarrollo. Colombia
- Mokyr, J (2002), "Historical Origins of the Knowledge Economy" Princeton, N.J.: Princeton University Press, 376 pp.
- OCDE (2014). *Estudios de la OCDE de las Políticas de Innovación: Colombia, Resumen ejecutivo*
- OCyT. (2014). *Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombia*. Bogotá D.C.: OCyT.
- Ortega at el. (2000) "Incidencia fiscal de los incentivos tributarios", *Archivos de Macroeconomía*. DNP

## Referencias Bibliográficas

---

- Parra, M. (2013). Exenciones fiscales para la I+D+i Experiencias en américa latina y retos pendientes Evaluación del caso colombiano. Banco Interamericano de Desarrollo
- Pérez, P. (2014). Caracterización de Políticas de Innovación en el contexto Colombiano”. (Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/45938/1/822179.2014.pdf>
- ..
- Pombo, C. (1999). Productividad industrial en Colombia: una aplicación de números índices. Revista de economía del Rosario, 2(1).
- Roca, J. (2010), “Evaluación de la Efectividad y Eficiencia de los Beneficios Tributarios”, IDB Documento de Debate 0210, Washington D.C.
- Roca, J. (2005): “Metodologías de cálculo de tipos efectivos. Una revisión”. Mimeo. Universidad Complutense de Madrid.
- Rodríguez, M. (2006). La dinámica de la innovación tecnológica. Modelo hiper 666. Unidad de Publicaciones. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- Rodrik, D. (2004). Industrial policies for the twenty-first century. Harvard University.
- Rojas Soriano, R (2013), “Guía para realizar investigaciones sociales”. Novena a trigésima octava edición en Plaza y Valdés: 2013.
- Samaniego, P (1993). Determinantes de la Inversión Privada en Países Subdesarrollados: el caso del Ecuador. Facultad Latinoamérica de ciencias sociales. Pág. 15. Tesis
- Samuelson, P. A. (1939). Interactions between the multiplier analysis and the principle of acceleration. The Review of Economics and Statistics, 21(2), 75-78.
- Schumpeter, J. A. (1996). Teoría del desenvolvimiento económico: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico. Reprint. USA: Fondo de cultura económica.
- Szirmai, A., Naudé, W., &Goedhuys, M. (2011). Entrepreneurship, innovation, and economic development: An overview. Entrepreneurship, Innovation, and Economic Development, 3-32.

## Anexos

### Anexo No1

#### **Art. 158-1. Dedución por inversiones en investigación, desarrollo tecnológico o innovación.<sup>39</sup>**

**\*-Modificado-\*** Artículo 158-1. Dedución por inversiones en investigación, desarrollo tecnológico o innovación. Las personas que realicen inversiones en proyecto calificados por el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia y Tecnología E Innovación como de investigación, desarrollo tecnológico o innovación, de acuerdo con lo, criterios y las condiciones definidas por el Consejo Nacional de Política Económica y Social mediante un documento CONPES, tendrán derecho a deducir de su renta, el ciento setenta y cinco por ciento (175%) del valor invertido en dichos proyectos en el período gravable en que se realizó la inversión. Esta deducción no podrá exceder del cuarenta por ciento (40%) de la renta líquida, determinada antes de restar el valor de la inversión.

Las inversiones o donaciones de que trata este artículo, podrán ser realizadas a través de Investigadores, Grupos o Centros de Investigación, Desarrollo Tecnológico o Innovación o directamente en Unidades de Investigación, Desarrollo Tecnológico o Innovación de Empresas, registrados y reconocidos por Colciencias. Igualmente, a través de programas creados por las instituciones de educación superior aprobados por el Ministerio de Educación Nacional, que sean entidades sin ánimo de lucro y que beneficien a estudiantes de estratos 1, 2 Y 3 a través de becas de estudio total o parcial que podrán incluir manutención, hospedaje, transporte, matrícula, útiles y libros. El Gobierno Nacional reglamentará las

---

<sup>39</sup> Véase, Estatuto Tributario Nacional de Colombia.

condiciones de asignación y funcionamiento de los programas de becas a los que hace referencia el presente artículo.

Los proyectos calificados como de investigación, desarrollo tecnológico o innovación previstos en el presente artículo incluyen además la vinculación de nuevo personal calificado y acreditado de nivel de formación técnica profesional, tecnológica, profesional, maestría o doctorado a Centros o Grupos de Investigación o Innovación, según los criterios y las condiciones definidas por el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

El Consejo Nacional de Beneficios Tributarios definirá los procedimientos de control, seguimiento y evaluación de los proyectos calificados, y las condiciones para garantizar la divulgación de los resultados de los proyectos calificados, sin perjuicio de la aplicación de las normas sobre propiedad intelectual, y que además servirán de mecanismo de control de la inversión de los recursos.

**Parágrafo 1.** Los contribuyentes podrán optar por la alternativa de deducir el ciento setenta y cinco por ciento (175%) del valor de las donaciones efectuadas a centros o grupos a que se refiere este artículo, siempre y cuando se destinen exclusivamente a proyectos calificados por el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia y Tecnología e Innovación como de investigación o desarrollo tecnológico o innovación, según los criterios y las condiciones definidas por el Consejo Nacional de Política Económica y Social mediante un documento CONPES. Esta deducción no podrá exceder del cuarenta por ciento (40%) de la renta líquida, determinada antes de restar el valor de la donación. Serán igualmente exigibles para la deducción de donaciones los demás requisitos establecidos en los artículos 125-1, 125-2 Y 125-3 del Estatuto Tributario.

**Parágrafo 2.** Para que proceda la deducción de que trata el presente artículo y el parágrafo 10, al calificar el proyecto se deberá tener en cuenta criterios de impacto ambiental. En ningún caso el contribuyente podrá deducir simultáneamente de su renta bruta, el valor de las inversiones y donaciones de que trata el presente artículo.

**Parágrafo 3.** El Consejo Nacional de Beneficios Tributarios en Ciencia, Tecnología e Innovación definirá anualmente un monto máximo total de la deducción prevista en el presente artículo, así como el monto máximo anual que individualmente pueden solicitar las empresas como deducción por inversiones o donaciones efectivamente realizadas en el año. Cuando se presenten proyectos en CT+I que establezcan inversiones superiores al monto señalado anteriormente, el contribuyente podrá solicitar al CNBT la ampliación de dicho tope, justificando los beneficios y la conveniencia del mismo. En los casos de proyectos plurianuales, el monto máximo establecido en este inciso se mantendrá vigente durante los años de ejecución del proyecto calificado, sin perjuicio de tomar en un año un valor superior, cuando el CNBT establezca un monto superior al mismo para dicho año.

**Parágrafo 4.** Cuando el beneficio supere el valor máximo deducible en el año en que se realizó la inversión o la donación, el exceso podrá solicitarse en los años siguientes hasta agotarse, aplicando el límite del cuarenta por ciento (40%) a que se refiere el inciso primero y el parágrafo primero del presente artículo.

**Parágrafo 5.** La deducción de que trata el Artículo 158-1 excluye la aplicación de la depreciación o la amortización de activos o la deducción del personal a través de los costos de producción o de los gastos

operativos. Así mismo, no serán objeto de esta deducción los gastos con cargo a los recursos no constitutivos de renta o ganancia ocasional.

**Parágrafo 6.** La utilización de esta deducción no genera utilidad gravada en cabeza de los socios o accionistas.

**Parágrafo 7.** El Documento CONPES previsto en este artículo deberá expedirse en un, término de 4 meses, contados a partir de la entrada en vigencia la presente ley.

## Anexo No 2

### Fuentes de información

A continuación se presenta una tabla con las fuentes de información usadas para la estimación de los modelos propuestos en la tesis:

No	Modelo	Fuente de información	Años analizados	Tipo de datos
1	Modelo para medir los efectos de cambios institucionales	Colciencias: - registros administrativos sobre la inversión aprobada para deducción por inversión en proyectos de CTel	1997-2015	Longitudinales
2	Modelo para medir el efecto de factores determinantes sobre la inversión en CTel	DANE: EDIT, EAM Colciencias: -Empresas receptoras del beneficio de deducción	2008-2013	Panel desbalanceado

Para la estimación del modelo econométrico No 2 las variables monetarias expresadas en miles de pesos fueron sometidas a una conversión de montos corrientes a montos constantes con

el Índice de precios al Productor (IPP) industria- año base de 2008. Además dada la especificación del modelo planteado se realizó una transformación a logaritmos.

En la producción de la información fue necesario construir algunas variables a partir de la información contenida en las bases de datos utilizadas, y en algunos casos de información macroeconómica sobre el comportamiento de la economía del país. Específicamente, las variables compuestas corresponden a la tasa del costo de uso del capital, tamaño de empresa y la calificación de la mano de obra.

A continuación se presenta la forma en que fueron construidas cada una de ellas:

- Costo de uso de Capital: Pombo(1999) describe esta variable de la siguiente manera:

“Desde el artículo clásico de Jorgeson y Hall (1967) el costo de uso de capital (CUC) se ha interpretado como un precio de alquiler del capital [...], el CUC es un precio no observable en el mercado [...]. En consecuencia, el CUC tiene una interpretación de precio sombra que se deriva de las condiciones de optimización de la firma para la acumulación del capital.” (p.14)

La variable de costo de uso de capital fue calculada en el modo de tasa empleando la fórmula que resulta de resolver el problema de maximización de ganancias de una empresa, esta es:

$$C_u = \frac{(1-A_t+t_v)}{(1-\tau)} [(r + \delta - \pi)]^{40} (*)$$

Donde,

$C_u$ =Tasa de costo de uso de capital

$A_t$ =Descuento tributario

$t_v$ =tasa de impuesto a las ventas (IVA)

$\tau$ =Tasa de impuesto a la renta

$r$ = tasa de interés

$\delta$ =tasa de depreciación

---

<sup>40</sup> Fuente: Rhenals, 200. P.5

$\pi$ =tasa de inflación

Un análisis de esta fórmula nos lleva a identificar dos componentes: la tasa real de descuento  $(r + \delta - \pi)$  y el efecto tributario  $\frac{(1-A_t+t_v)}{(1-\tau)}$ . Dado que el propósito de la investigación en esta parte del trabajo es medir el efecto de la carga de costo de capital sobre la inversión en I+D+i tanto de las empresas que son receptoras del incentivo como de las que no lo son, no se considera necesario incluir el descuento tributario. En consecuencia, la ecuación final para la determinación de esta variable está dada por:

$$C_u = \frac{(1+t_v)}{(1-\tau)} [(r + \delta - \pi)] (**)$$

El cálculo se elabora asignando un valor a cada empresa de panel de datos en los distintos años estudiados, así: para  $r$  se usa la tasa DTF a 90 días del último mes de año; para  $\pi$  se toma el valor de la tasa de inflación al final de cada año; para  $\delta$  se utilizan las depreciaciones del total de la industria construida por Pombo (1999) y se pondera con la canasta de inversión de cada empresa para cada año. Para  $\tau$  es usado el valor del impuesto de renta nacional considerando además las modificaciones realizadas al mismo y la incorporación del impuesto CREE para los últimos años. Finalmente para  $t_v$  se usa la tarifa general del IVA.

- Tamaño de empresa: Para esta variable se aplicó el criterio de tamaño de empresas por número de empleados y total activos. Así, para su construcción se usó la variable personal total de la EAM. Para calcular total de activos se construyó una proxy basada en el total de activos fijos más el valor de los inventarios del establecimiento.
- Calificación de mano de obra: esta variable consiste en la suma del personal por empresa con educación de nivel académico de postgrado.

## Anexo No3

### REGRESIONES PARA MEDIR LOS EFECTOS DE CAMBIOS INSTITUCIONALES

#### Modelo Log-nivel

Estadísticas de la regresión

Coeficiente (	0,81995196
Coeficiente (	0,67232122
R <sup>2</sup> ajustad	0,653046
Error típico	0,5189632
Observacion	19

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrado	F	Valor crítico de F
Regresión	1	9,3939999	9,3939999	34,8800765	1,727E-05
Residuos	17	4,57848761	0,2693228		
Total	18	13,9724875			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	10,2181771	0,24783966	41,2289824	1,7616E-18	9,6952811	10,7410731	9,6952811	10,7410731
Años	0,12837718	0,02173698	5,9059357	1,727E-05	0,08251617	0,1742382	0,08251617	0,1742382

#### Modelo Log- nivel ampliado

Estadísticas de la regresión

Coeficiente (	0,856043
Coeficiente (	0,73280961
R <sup>2</sup> ajustad	0,67937154
Error típico	0,49888638
Observacion	19

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrado	F	Valor crítico de F
Regresión	3	10,2391732	3,41305773	13,7132482	0,00014239
Residuos	15	3,73331433	0,24888762		
Total	18	13,9724875			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	10,5060991	0,29351901	35,7935904	6,0895E-16	9,88047818	11,1317201	9,88047818	11,1317201
Años	0,07514514	0,03697992	2,0320527	0,0602504	-0,00367569	0,15396598	-0,00367569	0,15396598
Dummy	0,62395228	1,99990374	0,31199116	0,75934201	-3,63874161	4,88664618	-3,63874161	4,88664618
Años-dum.	0,00908945	0,12485858	0,07279794	0,94292877	-0,25704031	0,2752192	-0,25704031	0,2752192

## Anexo No4

A continuación se presenta un resumen de las estadísticas descriptivas de las variables del modelo de determinantes de la Inversión en ACTI:

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Invacti	3837	1629237	9136525	6361742	1.96e+08
ventas	3837	1.01e+08	7.92e+08	0	2.41e+10
ventasrez	3837	9.78e+07	7.31e+08	99494.24	2.39e+10
empl_pos	3837	12.74823	65.22042	0	2042
ventasext	3837	1.75e+07	1.44e+08	0	502e+09
benef pub	3837	20243.49	279153.3	0	122e+07
cap_extr	3837	.1596257	0.3663105	0	1
costo_k	3837	.1781707	0.0350291	0.05812	
0.3379					
benef	3837	.0192798	.137563	0	1

Fuente: Elaboración propia

## Anexo No5

**MODELO PARA LA EXPLORACIÓN DE LOS DATOS: SIN EFECTOS FIJOS INDIVIDUALES**

```
lm(formula = log(inversion) ~ log(ventas) + log(ventas_rez) +
  tamaño + empl_pos + vent_ext + otro_benef + cap_extr + costo_k +
  benef, data = info)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-9.7536	-1.0683	0.1221	1.2348	5.2391

Coefficients:

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept)	1.720e+00	5.845e-01	2.942	0.00328	**
log(ventas)	2.570e-01	9.346e-02	2.750	0.00598	**
log(ventas_rez)	2.789e-01	9.485e-02	2.941	0.00329	**
tamañoMediana	-5.514e-01	9.754e-02	-5.653	1.69e-08	***
tamañoMicro	-1.523e+00	1.959e-01	-7.774	9.70e-15	***
tamañoPequeña	-9.757e-01	1.325e-01	-7.366	2.14e-13	***
empl_pos	1.521e-03	4.983e-04	3.053	0.00228	**
vent_ext	7.144e-11	2.395e-10	0.298	0.76549	
benef pub	2.716e-07	1.135e-07	2.394	0.01673	*
cap_extr	7.521e-02	8.655e-02	0.869	0.38491	
costo_k	8.732e+00	7.775e-01	11.231	< 2e-16	***
benef	-4.666e-02	2.026e-01	-0.230	0.81783	

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.747 on 3825 degrees of freedom  
(4235 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.4464, Adjusted R-squared: 0.4448

F-statistic: 280.4 on 11 and 3825 DF, p-value: < 2.2e-16

## Anexo No6

### PRUEBA DE HAUSMAN

```

hausman fixed random

          ----- Coefficients -----
          |          (b)          (B)          (b-B)          sqrt(diag(V_b-V_B))
          |  fixed      random      Difference      S.E.
          +-----+-----+-----+-----+
log_vent |  -.4504032    .3237244    -.7741277    .1238568
rez_ventas | -.0057111    .4264221    -.4321332    .1145197
empl_pos | -.0000639    .000723    -.0007869    .0008762
vent_ext |  5.70e-11    9.26e-11    -3.55e-11    2.54e-10
benef pub |  2.16e-07    2.54e-07    -3.87e-08    4.30e-08
costo_k |  23.66253    10.67486    12.98767    1.404479
          +-----+-----+-----+-----+

          b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
          B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

          chi2(4) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
          =          146.13

Prob>chi2 =          0.0000

          (V_b-V_B is not positive definite)

```

## Anexo No 7

### Modelo Efectos fijos con el total de la muestra

```

lm(formula = log(inversion) ~ log(ventas) + log(ventas_rez) +
    tamaño + empl_pos + vent_ext + otro_benef + cap_extr + costo_k +
    benef + as.factor(año) + as.factor(nordemp), data = info)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-6.4872 -0.3267  0.0000  0.3400  3.9769

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)          7.360e+00  3.046e+00   2.416 0.015778 *
log(ventas)         -3.704e-02  1.419e-01  -0.261 0.794051
log(ventas_rez)     1.290e-01  1.344e-01   0.960 0.337081
tamañoMediana       4.547e-03  2.607e-01   0.017 0.986087
tamañoMicro        -4.481e-01  5.537e-01  -0.809 0.418475
tamañoPequeña      1.391e-01  3.719e-01   0.374 0.708435
empl_pos            6.406e-04  9.379e-04   0.683 0.494723
vent_ext            3.496e-10  3.180e-10   1.099 0.271754
benef pub          2.859e-07  1.040e-07  2.750 0.006020 **
cap_extr            1.832e+00  1.588e+00   1.154 0.248818
costo_k             4.436e+00  3.279e+00   1.353 0.176216
benef              -6.595e-02  2.231e-01  -0.296 0.767613
as.factor(año)2009 -0.300e-00  7.156e-01  -4.190 < 2e-16 ***
as.factor(año)2010 -1.870e+00  0.155e+00 -12.02 < 2e-16 ***
as.factor(año)2011 -1.672e+00  0.133e+00 -12.53 < 2e-16 ***
as.factor(año)2012 -1.738e+00  1.111e-01 -15.64 < 2e-16 ***
as.factor(año)2013 -1.601e+00  0.214e+00 -7.470 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.357 on 1753 degrees of freedom
(4235 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.8469,    Adjusted R-squared:  0.665
F-statistic: 4.656 on 2083 and 1753 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

## Anexo No 8

### Modelo Efectos fijos con el grupo de receptores del beneficio

```
lm(formula = log(inversion) ~ log(ventas) + log(ventas_rez) +
  tamaño + empl_pos + vent_ext + otro_benef + cap_extr + costo_k +
  as.factor(año) + as.factor(nordemp), data = recept)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.6688	-0.1916	0.0000	0.2441	2.2602

Coefficients: (3 not defined because of singularities)

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)

(Intercept)		-4.020e+01	4.677e+01	-0.859	0.39825
log(ventas)		4.432e+00	2.556e+00	1.734	0.09531 .
log(ventas_rez)		-6.462e-01	1.592e+00	-0.406	0.68824
tamañoMediana		-5.916e-01	2.561e+00	-0.231	0.81919
tamañoPequeña		8.907e+00	1.009e+01	0.883	0.38570
empl_pos		-5.730e-04	1.805e-03	-0.318	0.75348
vent_ext		2.732e-10	3.880e-10	0.704	0.48788
benef pub		1.159e-07	1.513e-07	0.766	0.45100
cap_extr		-9.693e+00	7.118e+00	-1.362	0.18541
costo_k		-5.672e+01	5.578e+01	-1.017	0.31890
as.factor(año)2009		-9.360e-01	7.929e-01	-1.181	0.24890
as.factor(año)2010		-5.089e+00	2.519e+00	-2.021	0.05415 .
as.factor(año)2011		-4.748e+00	1.561e+00	-3.042	0.00546 **
as.factor(año)2012		-2.415e+00	8.492e-01	-2.843	0.00877 **
as.factor(año)2013		-5.962e+00	3.290e+00	-1.812	0.08204 .

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.337 on 25 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9248, Adjusted R-squared: 0.7384

F-statistic: 4.961 on 62 and 25 DF, p-value: 2.104e-05

## Anexo No 9

### Modelo Efectos fijos con el grupo de no receptores del beneficio

```
lm(formula = log(inversion) ~ log(ventas) + log(ventas_rez) +
    tamaño + empl_pos + vent_ext + otro_benef + cap_extr + costo_k +
    as.factor(año) + as.factor(nordemp), data = no_recept)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-6.3802	-0.3247	0.0000	0.3358	4.0019

Coefficients: (1 not defined because of singularities)

Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	6.704e+00	3.164e+00	2.119 0.034241 *
log(ventas)	-1.119e-02	1.458e-01	-0.077 0.938836
log(ventas_rez)	1.335e-01	1.362e-01	0.980 0.327095
tamañoMediana	4.393e-03	2.596e-01	0.017 0.986498
tamañoMicro	-4.401e-01	5.522e-01	-0.797 0.425552
tamañoPequeña	1.593e-01	3.724e-01	0.428 0.668932
empl_pos	1.688e-03	1.913e-03	0.882 0.377906
vent_ext	-8.591e-11	1.491e-09	-0.058 0.954060
benef pub	4.769e-07	1.761e-07	2.708 0.006831 **
cap_extr	1.835e+00	1.581e+00	1.161 0.245925
costo_k	5.205e+00	3.300e+00	1.577 0.114951
as.factor(año)2009	-2.828e-01	7.257e-02	-3.896 0.000102 ***
as.factor(año)2010	-1.866e+00	1.578e-01	-11.825 < 2e-16 ***
as.factor(año)2011	-1.621e+00	1.364e-01	-11.882 < 2e-16 ***
as.factor(año)2012	-1.738e+00	1.148e-01	-15.141 < 2e-16 ***
as.factor(año)2013	-1.587e+00	2.200e-01	-7.213 8.24e-13 ***

----

signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.35 on 1672 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8474, Adjusted R-squared: 0.6579

F-statistic: 4.472 on 2076 and 1672 DF, p-value: < 2.2e-16

Call:

```
lm(formula = log(inversion) ~ log(ventas) + log(ventas_rez) +
    tamaño + empl_pos + vent_ext + otro_benef + cap_extr + costo_k +
    as.factor(año) + as.factor(nordemp), data = recept)
```