

EFECTO DE LA INVERSIÓN EN CAPITAL TECNOLÓGICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

MARTHA PATRICIA CASTRO PORTO
DIANA CAROLINA MARTÍNEZ
JOSÉ ANTONIO MOLA ÁVILA*

RESUMEN

Este trabajo mide el efecto económico de la inversión en capital tecnológico sobre la productividad de las firmas de los sectores priorizados del departamento de Bolívar de acuerdo con el Plan Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar. Para ello se aplica la técnica de modelos Panel Multivariado que propone realizar una medida de la inversión en Capital Tecnológico (CT) utilizando como fuente de información los estados financieros de empresas del departamento de Bolívar —en el período 1995 - 2014— agrupadas en 16 ramas de actividad económica con registro en la Superintendencia de Sociedades. Las estimaciones del modelo econométrico indican que la inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación refleja un aumento de la rentabilidad general de la empresa que la realiza.

Clasificaciones JEL: O54, O32, C81.

Palabras clave: Capital tecnológico, productividad, competitividad, Costa Caribe colombiana.

* Los autores son en su orden: Coordinadora del programa de Administración de Empresas de la Fundación Universitaria Colombo Internacional; docente investigadora de la Fundación Universitaria Colombo Internacional y profesor y consultor de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Correos electrónicos: mcastro@unicolombo.edu.co, dcmartinez@unicolombo.edu.co, y molajose10@gmail.com. Recibido: septiembre 14 de 2016; aceptado: noviembre 4 de 2016.

ABSTRACT

Technological Capital Investment Effect on Business Productivity in the Department of Bolívar, Colombia

This paper measures the economic effect of investment in technological capital on the productivity of firms in the prioritized sectors of Bolívar department, Colombia, in accordance with the Regional Competitiveness Plan of Cartagena and Bolívar. For this purpose, the Multivariate Panel model technique is applied, which proposes a measurement of the investment in Technological Capital (CT) using the financial statements of companies in the department of Bolívar—in the period 1995 – 2014—grouped in 16 branches of economic activity registered with the Superintendence of Corporations. Estimates of the econometric model indicate that investment in Science, Technology and Innovation is reflected in an increase in the overall profitability of the company that performs it.

JEL Classifications: O54, O32, C81.

Key words: Technological capital, productivity, competitiveness, Colombian Caribbean.

I. INTRODUCCIÓN

El capital tecnológico (CT) no es un tema de amplia discusión, aunque diversos estudios para varios países han mostrado una relación positiva entre CT y crecimiento económico (Odagari, 1983; Vargas, 2003). Hay evidencia, además, de que la acumulación de CT aumenta la competitividad regional; ejemplo de ello es el trabajo realizado en documentos oficiales como el Plan Regional de Competitividad de Bolívar (2008 – 2032). Sin embargo, aún no se ha estudiado debidamente el efecto de la inversión en CT sobre la productividad.

Este trabajo tiene dos propósitos. El primero es indagar sobre la importancia de invertir en CT y sus consecuencias sobre la productividad de una firma, reflejada en las utilidades. El segundo es explorar si existe una relación directa entre el CT y las utilidades de las empresas pertenecientes a los sectores que, en el Plan Regional de Competitividad de Bolívar, fueron considerados como estratégicos

y cumplidores de factores transversales asociados a infraestructura, al clima de negocios, a la formación del talento humano y a la promoción de la ciencia y la tecnología. Para el cumplimiento de los objetivos, se emplean los estados financieros reportados por las empresas bolivarenses ante la Superintendencia de Sociedades entre 1995 y 2014.

Cabe resaltar que no se encontraron investigaciones publicadas sobre el estudio de CT en el departamento de Bolívar enfocadas en los cinco sectores estratégicos. No obstante, se hallaron investigaciones que estudian *spillovers* e Investigación y Desarrollo (I+D), entre otros temas, que demuestran un interés en el área de competitividad.

De existir una relación directa entre el nivel de CT de las firmas y su nivel de utilidades, es de esperarse que se presente un efecto positivo en las variables reales de la economía de Bolívar, lo cual serviría de base para la formulación de políticas de desarrollo que permitan optimizar la inversión en CT. Es decir, que se perciba este tipo de inversión como una vía que conduzca al crecimiento de las utilidades y el posicionamiento de las firmas y sus sectores en la economía, pero no sólo los escogidos por el Plan Regional de Competitividad, sino también aquellos sectores con los que se relacionan directa o indirectamente. En este sentido, se espera que este estudio sirva de insumo para los distintos actores permitiéndoles evaluar las decisiones de inversión de manera más eficiente, y visualizar las mejores alternativas de inversión que presentan mayores oportunidades de crecimiento y mayores utilidades.

Además, este estudio pretende ser un instrumento útil para la gestión de la Comisión Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar; del Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI) de Bolívar; de la Secretaría de Planeación del mismo departamento; entre otras entidades públicas y privadas, al ofrecer componentes que pueden ser idóneos para la formulación de nuevas alternativas de inversión.

Por consiguiente, esta investigación busca responder las siguientes preguntas:

1. ¿Tiene la inversión en capital tecnológico un efecto positivo en la productividad de las empresas?
2. ¿Es este efecto mayor en los sectores priorizados en el Plan Regional de Competitividad de Bolívar?

II. MARCO TEÓRICO

En esta sección se presenta una revisión teórica y empírica de la relación entre la inversión en capital tecnológico y la productividad de las empresas. En este sentido, la discusión se divide en dos partes. En la primera se examina la importancia teórica del capital tecnológico, y en la segunda se presentan los resultados de las principales aproximaciones empíricas en el estudio de dicha relación.

A. Capital tecnológico y productividad empresarial: Aportes teóricos

Según el Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento (CIC) (2002) el capital tecnológico es el conjunto de conocimientos responsables del desarrollo de las actividades y funciones relativas al proceso de producción, o de prestación de servicios a los que se dedica la organización. En este sentido, existe una relación directa entre el CT y las innovaciones. Esto se debe a que la inversión en dicho capital está íntimamente ligada a la capacidad de innovación tecnológica, no sólo porque en él se van a incluir las medidas de insumos, sino porque además la capacidad de innovación tecnológica de una empresa depende mucho de los conocimientos tecnológicos que posea con anterioridad a la introducción de cualquier innovación (Delgado, *et al.*, 2008). En efecto, la decisión de las empresas de invertir en actividades orientadas a la innovación se convierte en una importante decisión estratégica (McEvily y Chakravarthy, 2002), y en una de las principales fuentes de ventaja competitiva.

En este sentido, existen diferentes enfoques teóricos a través de los cuales se ha intentado explicar las diferencias en productividad empresarial, desde el punto de vista de la acumulación de conocimiento o capital humano. La teoría de los recursos y capacidades plantea que factores intangibles, como el conocimiento, determinan las ventajas competitivas a nivel de firma, a través de inversiones en factores industriales y activos estratégicos (Amit y Schoemaker, 1993). Sin embargo, esta teoría tiene varias limitaciones, en la medida en que sus postulados no pueden ser evaluados empíricamente. Además, la presencia de mercados competitivos estáticos no tiene en cuenta la posibilidad de transformaciones endógenas (asociadas a variables endógenas como la misma capacidad tecnológica) de las empresas a lo largo de su vida (Delgado, *et al.*, 2008).

De allí el análisis dinámico propuesto por Eisenhardt y Martin (2000), que examina la formación de ventajas competitivas a largo plazo en mercados dinámi-

cos, lo que permite entender el comportamiento de las empresas cuando cambia su base de conocimientos. Sin embargo, este enfoque mantiene la dificultad de evaluar empíricamente los postulados teóricos básicos relacionados con el efecto del mayor capital humano (o de la acumulación del conocimiento) sobre la rentabilidad y productividad empresariales.

En vista de las limitaciones que presenta el enfoque basado en los principios de la teoría de los recursos y las capacidades, Reed, *et al.* (2006) han propuesto el análisis basado en las capacidades intelectuales, que permitió identificar y medir factores intangibles para el estudio de las capacidades de las empresas. Con este enfoque, proponen una medida estática de diferentes factores intangibles relacionados directamente con la innovación y el buen desempeño financiero de las empresas. Así, se puede estimar el acervo de conocimientos de una firma y resolver el problema de medición que presenta el enfoque de los recursos y capacidades, lo que representa una aproximación complementaria en lugar de un nuevo enfoque teórico.

El presente documento explora el efecto del capital tecnológico sobre la productividad de las empresas con base en el enfoque de las capacidades intelectuales, tomando algunos activos intangibles como medida de los capitales tecnológicos (CT). Este enfoque permite identificar, estimar y medir el efecto de la inversión en capital tecnológico sobre la productividad y el desempeño de las empresas.

B. Estudios empíricos sobre los efectos del capital tecnológico

En la misma línea, se ha intentado estimar la relación entre la inversión en capital tecnológico y la rentabilidad de las empresas con el fin de determinar si, en efecto, existe una relación que permita sustentar las decisiones de inversión más efectivas y diseñar políticas con alto impacto en el nivel de ingresos de las regiones. Los enfoques de dichas investigaciones han sido tres: crecimiento económico; productividad total de los factores, y rentabilidad de las empresas.

Para estudiar la relación entre la innovación y la productividad se sigue un modelo microeconómico estructural introducido por Pakes y Griliches (1984), quienes incluyeron la medición del impacto de los gastos en I+D sobre la productividad a partir de una función de producción. Este ha sido un ejercicio estándar en la literatura económica. Sin embargo, Crepón, *et al.* (1998) introdujeron una refinación del modelo de Pakes y Griliches, conocido en la literatura como el

modelo CDM, que ha sido la base de investigaciones recientes sobre el tema y ha sido ampliamente utilizado y extendido por varios autores.

Odagari (1983) demostró que el efecto de la acumulación de conocimiento es más notable en el sector manufacturero, pues al calcular el coeficiente de correlación entre el crecimiento de las ventas, la inversión en I+D y las patentes, encontró que esta es positiva, significativa y superior al de los demás sectores de la economía.

Por otro lado, Arbeláez y Parra (2011), usaron como referencia metodológica los modelos de Pakes y Griliches (1984) y Crepon, *et al.* (1998), y obtuvieron que para las empresas colombianas los aumentos en la inversión y en I+D mejoran los niveles de productividad, estableciendo así una relación formal entre la innovación y la productividad mediante el uso de datos de empresas colombianas. Los autores, además, encontraron que la producción de bienes y servicios nuevos para las empresas y el mercado interno aumenta las ventas por trabajador, y que la innovación que se traduce en la introducción de nuevos productos al mercado internacional aumenta las ventas y la productividad total de factores. Adicionalmente, hallaron que la innovación en procesos también mejora la productividad de las empresas y las ventas. Por último, encontraron que la innovación en marketing y gestión de incrementos en las ventas por trabajador mejora la productividad total de factores cuando se invierte en I+D.

En el mismo sentido, investigadores de INTELIS (2009) utilizaron el modelo CDM para estimar la relación entre innovación, inversión en I+D y productividad de empresas chilenas. Los autores no encontraron un efecto de la innovación sobre la productividad a nivel de empresas, pero sí a nivel de sectores económicos, específicamente en los sectores de alimentos, textiles, madera y productos minerales no metálicos. Por otro lado, Hashi y Stojčić (2010) también utilizaron el modelo CDM para estimar el impacto de las actividades de innovación en el desempeño de las empresas europeas de la Community Innovation Survey (CIS4), encontrando que sí existe un impacto de las actividades de innovación sobre la productividad a nivel de empresas, a diferencia de lo que encontraron los investigadores de INTELIS.

También es posible mencionar estudios como el de Vargas (2003), quien comparó un grupo de empresas que tenían un proceso de acumulación de conocimiento con otro grupo que no lo tenía. Vargas encontró que la inversión en investigación y desarrollo tuvo un impacto diferencial entre los dos grupos estudiados, puesto que las empresas con un proceso de acumulación de conocimiento

presentaron crecimientos de la producción y del valor agregado superiores a su grupo de comparación.

Tsai (2004) también encontró que el capital tecnológico tiene un impacto significativo en el crecimiento de la productividad de las empresas del sector electrónico de Taiwán. Sin embargo, a diferencia de los anteriores, este autor analiza las características dinámicas y no lineales de la acumulación de capital tecnológico. Para ello utiliza un enfoque de “operacionalización longitudinal”, tomando el capital tecnológico como un stock en lugar de un flujo y empleando una función de producción tipo Cobb-Douglas. Concluye que el capital tecnológico es un determinante importante en la promoción de ventajas competitivas para las firmas del sector electrónico de Taiwán.

Algunos autores como Escribá y Murgui (2007) han concluido que existe una relación positiva y significativa entre la inversión en investigación y la rentabilidad de las empresas, pues encontraron que el capital tecnológico tiene tasas más altas de rentabilidad que cualquier otro tipo de capital, luego de analizar los efectos económicos a partir de la estimación usando funciones de producción a nivel micro.

Por otro lado, Hall y Hayashi (1989) estimaron el efecto que tiene la inversión en investigación y desarrollo sobre el valor de una firma, empleando un panel para empresas manufactureras de Estados Unidos y evaluando la variación del valor de la misma en el mercado de capitales. Sus resultados muestran que los choques en la productividad de la inversión en I+D y en la rentabilidad de la empresa explican el 15% de la varianza en la rentabilidad del capital a nivel de firma y el 5% a nivel de rentabilidad anual de la inversión.

En la misma línea, Scherer (1965) encuentra que la inversión en innovación, si bien no está muy relacionada con el poder de mercado, tiene una alta relación con la rentabilidad, la liquidez y el grado de diferenciación de productos de una firma, lo cual influye sobre la rentabilidad de la misma. Adicionalmente, Johnson y Gustafson (1962) concluyen que uno de los principales beneficios de la inversión en I+D se encuentra en la reducción de costos, con lo que aumenta la tasa de beneficio de la empresa. También afirma que gran parte de los aumentos de productividad de las firmas proviene principalmente de la inversión en I+D. Puntualiza que pueden existir situaciones en las que una firma no aumente su tasa de rentabilidad con mayor inversión en I+D, pero que sí aumente la rentabilidad de otras firmas de la industria por medio del efecto derramamiento (*spillovers*).

Tal como lo señalan Toro, *et al.* (2015), las oportunidades asociadas al aumento del conocimiento y al dominio de nuevas tecnologías cobran mayor importancia

en las decisiones de inversión, ya que el efecto no sólo se refleja positivamente en los beneficios de las firmas sino que, además, se produce un efecto de derramamiento sobre las demás firmas del mismo sector, e incluso sobre firmas de otros sectores.

III. METODOLOGÍA

El CT en la literatura ha sido estudiado de la siguiente forma: el desarrollo o acumulación del capital puede presentarse por vía interna —como puede ser el desarrollo de actividades de I+D— o por vía externa, a través de la compra de tecnología, la contratación de servicios de I+D, la compra de maquinaria/equipo e, incluso, a través de la cooperación con otros agentes.

En este sentido, es posible identificar algunas variables que permiten evaluar los resultados de la inversión en I+D a nivel empresarial, de tal manera que estos sirvan de soporte para tener una aproximación a la inversión en CT. En eso se basa la metodología del presente trabajo: calcular una medida de la inversión en CT por medio de algunas cuentas de los estados financieros de las empresas del departamento de Bolívar, y de modificar los modelos teóricos existentes utilizados para medir el crecimiento económico, manteniendo sus propiedades topológicas, con el fin de incluir como variable independiente la medida de inversión en capital CT y como variable dependiente, la medida de productividad de las empresas. A continuación se explican los datos y las fuentes de información, y luego se desarrolla el modelo econométrico utilizado para la estimación paramétrica.

A. Datos

La información utilizada proviene de 316 empresas o entidades, en promedio anual, registradas ante la Superintendencia de Sociedades. Incluye también los sectores económicos del Plan de Competitividad de Bolívar, dentro de los cuales se encuentran el petroquímico plástico, el turístico, diseño de construcción y reparación de embarcaciones navales, logística y transporte y agroindustria. Los estados financieros muestran los resultados del ejercicio en cada año, entre 1995 y 2014, en cada una de sus partidas contables.

Las empresas que registran sus estados financieros ante la Superintendencia de Sociedades son aquellas que registraron en un año un total de activos iguales

o superiores a treinta mil salarios mínimos legales mensuales o ingresos totales superiores al mismo monto, como lo establece el Decreto 4350 de 2006. Los estados financieros contienen toda la información necesaria para desarrollar el ejercicio de estimación del efecto de la inversión en CT sobre la productividad empresarial.

En el Cuadro 1 se presenta el número de empresas analizadas en cada quinquenio entre 1995 y 2014 por cada sector estratégico. Puede verse que el número de empresas presentó variaciones dinámicas en cada quinquenio, tanto en total, como en cada sector considerado como estratégico en el presente documento. Sobresale la mayor cantidad de empresas de los sectores de logística y transporte, petroquímico-plástico y turístico, y el menor número de empresas del sector de astilleros que presentan su contabilidad ante la Superintendencia de Sociedades.

CUADRO 1
Departamento de Bolívar: Número de empresas por año y sector económico, 1995 – 2014

Sectores estratégicos	1995	2000	2005	2010	2014	Total
Petroquímico plástico	15	13	18	25	25	379
Turismo	9	12	22	23	23	349
Logística y Transporte	16	19	28	16	19	348
Agroindustria	13	10	19	17	12	292
Astilleros	1	2	5	3	5	54
Otros sectores	103	111	363	342	443	4905
Total	157	167	455	426	527	6327

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

La división anterior se realizó según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU Rev. 3), que define en total 16 ramas de actividad económica, divididas a su vez en 98 subsectores y 445 clases industriales. De esta forma, es posible mostrar que uno de los principales limitantes de la estimación es la falta de representatividad de la muestra a nivel de sectores, puesto que existen menos de 30 observaciones para cada sector estratégico. Adicionalmente, como se verá más adelante, algunos sectores presentan altos niveles de variabilidad en los datos.

Sin embargo, aunque se viole el supuesto de normalidad de los residuales por una muestra pequeña, el presente ejercicio servirá como una primera aproximación a la relación existente entre la inversión en CT y la productividad a nivel empresarial.

B. Variables de identificación

Se han elegido las siguientes cuentas para determinar un índice simple del que poseen las empresas, dado el significado de ellas. Las cuentas son: marcas, patentes, concesiones y franquicias, derechos, *know-how*, licencias, crédito mercantil, y valorización de propiedades planta y equipo. De dichas cuentas, siete son activos intangibles y una corresponde a valorizaciones.

A continuación se presenta una definición de cada una y una explicación de su importancia:

1. Activos intangibles

Los activos intangibles comprenden aquellos activos que son inmateriales y que pueden representar ciertas ventajas competitivas y económicas para la empresa. De este grupo de activos se destacan tres cuentas (patentes, marcas y *know-how*), como las variables más relevantes para hacer un cálculo de lo que las firmas poseen de CT.

A. PATENTES

Patente es el derecho de exclusividad para la producción, uso o venta de nuevos productos obtenidos a través de la investigación y desarrollo. El valor de la patente proviene del resultado de un proceso de CT; en este caso su valor expresado en la cuenta corresponderá a una parte de la inversión total en CT.

B. MARCAS

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

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

C. KNOW-HOW

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

2. Valorización de planta y equipo

Esta cuenta implica determinar formalmente las mejoras e innovaciones que se le hacen a la planta y equipo de una firma, para las cuales se han debido desarrollar nuevos procesos o nuevas tecnologías. Por lo tanto, esta valoración hecha por expertos se considera parte de lo que la empresa invierte en CT.

Además de estas cuentas se han incluido en la estimación de la variable CT otras cuentas, como concesiones y franquicias, derechos, licencias, y *good will*, ya que hacen parte de los activos intangibles. Estos recogen características importantes relacionadas con la inversión en CT, como generación, acumulación y/o difusión de conocimientos y procesos de desarrollo de nuevas ideas. Además, es el enfoque utilizado en la mayoría de estudios empíricos que buscan evaluar la relación entre el CT y la productividad de una firma.

De esta manera, el CT de la firma i , en el sector j , en el año t , fue calculado como la sumatoria de las cuentas descritas anteriormente, según la Ecuación 1:

$$CT_{ijt} = \text{Marcas}_{ijt} + \text{Patentes}_{ijt} + \text{Know How}_{ijt} + \text{Concesiones y franquicias}_{ijt} + \text{Good Will}_{ijt} + \text{Derechos}_{ijt} + \text{Licencias}_{ijt} + \text{Valorización de planta y equipo}_{ijt} \quad (1)$$

C. Tendencia central y dispersión de las variables de interés

Existen diferencias a nivel de sectores en el comportamiento de las variables de interés. Por ejemplo, el Cuadro 2 muestra que los niveles de inversión promedio en CT y la variabilidad a nivel empresarial difieren ampliamente entre los diferentes sectores estratégicos. Se observa que la menor inversión promedio en CT se presenta en el sector Astilleros con COP\$ 12.994 millones, y el de mayor inversión, en promedio, es el sector Petroquímico plástico, con COP \$58.839 millones. Son cercanas las diferencias entre los niveles de inversión promedio para los sectores

Agroindustria, Astilleros, Logística y Transporte. El sector Agroindustria tuvo la mayor utilidad, con COP \$3.561 millones, y el sector Logística y Transporte ocupó el último lugar, con una utilidad promedio de COP \$238 millones, mientras que, en promedio, las empresas del sector turístico arrojaron pérdidas por valor de COP \$467 millones.

CUADRO 2
Departamento de Bolívar: Media y varianza de CT por sectores de interés, 2014
(millones de pesos corrientes)

Sector	Capital Tecnológico	Desv. Est.	Utilidad Operacional	Desv. Est.
Agroindustria	19.508	21.935	3.561	6.166
Astilleros	12.994	11.917	829	871
Petroquímico plástico	58.839	118.200	2.815	13.325
Turismo	25.789	36.134	467	6.709
Logística y Transporte	15.160	51.681	238	688
Todos	9.904	36.881	824	4.137

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

Por otro lado, en el mismo Cuadro 2 se presenta la variabilidad de los datos, medida como la desviación estándar. Es notorio que los sectores que presentan los mayores niveles de inversión en CT, en promedio, también presentan una mayor desviación estándar en utilidad operacional. Los mayores niveles de variabilidad de la inversión en CT se presentan en el sector Turismo, seguido de Logística y Transporte, Agroindustria, Petroquímico y Astilleros, respectivamente.

Para el caso de la utilidad operacional, la dispersión de los datos es mayor en relación a la media que en el caso de la inversión en capital tecnológico. La mayor variabilidad se presenta en el sector Petroquímico seguido del de Logística y Transporte, Agroindustria, Astilleros y Turismo, respectivamente.

D. Modelo

Para desarrollar la estimación, se utilizó la técnica de modelos panel multivariado. Esta herramienta permite estimar el efecto que tiene una variable independiente sobre una variable dependiente a lo largo del tiempo. De esta forma, el modelo a estimar se puede generalizar de la siguiente forma:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 Z_{it} + \mu_i + e_{it} \quad (2)$$

Donde,

- Y_{it} representa la variable dependiente (productividad) ,
- X_{it} y Z_{it} son las variables independientes (CT y otras variables que explican la productividad),
- μ_i es un término de error por empresa,
- e_{it} es un error estocástico que varía tanto entre las empresas (subíndice i) como a lo largo del tiempo (subíndice t).

A partir de la especificación anterior, el proceso de estimación se basa en el cálculo de los promedios de las variables independientes a utilizar, para todos los períodos de tiempo considerados (t), de tal forma que la especificación a estimar por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) resultante es:

$$\bar{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 \bar{X}_i + \beta_2 \bar{Z}_i + \mu_i + \bar{e}_{it} \quad (3)$$

Con el modelo anterior es posible encontrar la correlación condicionada de largo plazo entre las variables dependientes y las variables explicativas. Este modelo presenta diferentes limitaciones para evaluar causalidad de una variable sobre otra. Esto se presenta porque en el término de error existen diferentes componentes que no son aleatorios, como características propias de cada empresa (que son recogidas por μ_i), o cambios en la variabilidad de los mismos a lo largo del tiempo (lo cual genera el problema de autocorrelación serial de los errores). En el primer caso, el problema puede resolverse con la inclusión de efectos fijos, una variable *dummy* por cada individuo de la muestra (todos menos uno). En el segundo caso la estimación puede realizarse con la técnica de efectos aleatorios, que consiste en asumir una distribución no aleatoria de los errores a lo largo del tiempo.

Con base en lo anterior, y con el propósito de calcular el efecto de la inversión en CT sobre la productividad de los sectores estratégicos, se procedió a estimar un

modelo econométrico, donde la utilidad operacional (U) mide la productividad de las operaciones de negocios básicos de una empresa; la remuneración al trabajo (L) vista como una *proxy* de la fuerza laboral; y aquellos recursos que requiere la empresa para poder operar, capital físico (K), bienes ya producidos que se utilizan como insumos en el proceso de producción, equipos, maquinarias e inventarios.

Utilizando el modelo de crecimiento (Solow, 1956) mediante una función de producción tipo Cobb – Douglas modificada para incluir el efecto de la inversión en un tipo de capital diferente al capital físico, se tiene:

$$U_{ijt} = A_{ijt} L_{ijt}^{\beta_1} K_{ijt}^{\beta_2} CT_{ijt}^{\beta_3} \quad (4)$$

Con

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$$

$$0 < \beta_1, \beta_2, \beta_3 < 1$$

Donde,

A_{ijt} es el parámetro de productividad de la empresa i , del sector j en el período t ,

L_{it} es la *proxy* de la fuerza laboral,

K_{it} es el stock de capital físico y los inventarios de la firma i del sector j en el período t ,

CT_{it} es la inversión en capital tecnológico, y

β_i representa la elasticidad de U_{ijt} , utilidad operacional, con respecto a cada factor de producción.

De la Ecuación 4 se puede especificar el modelo econométrico de la forma:

$$\ln U_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{ijt} + \beta_2 \ln K_{ijt} + \beta_3 \ln CT_{ijt} + \mu_i + e_{ijt} \quad (5)$$

Donde μ_i y e_{ijt} representan los errores.

A partir de esta especificación, también se puede estimar si existe un impacto diferencial de la inversión en CT en los sectores objeto de estudio, referenciados en el Plan Regional de Competitividad, para lo cual se incluyen variables *dummy* para cada sector en la estimación del modelo anterior como se muestra en la Ecuación 6.

$$\begin{aligned} \text{Ln}U_{ijt} = & \beta_0 + \beta_1 \text{Ln}L_{ijt} + \beta_2 \text{Ln}K_{ijt} + \beta_3 \text{Ln}CT_{ijt} + \beta_4 \text{Sectpet}_{it} + \\ & \beta_5 \text{Secttur}_{it} + \beta_6 \text{Sectbuques}_{it} + \beta_7 \text{Sectagr}_{it} + \beta_8 \text{Sectlog}_{it} + \mu_i + e_{ijt} \end{aligned} \quad (6)$$

Donde,

Sectpet toma el valor de uno si la empresa pertenece al sector petroquímico plástico o cero en caso negativo,

Secttur es el turismo,

Sectbuques es la variable del sector de diseño, construcción y reparación de embarcaciones navales,

Sectlog corresponde al sector de logística y transporte, y

Sectagr representa el sector agroindustrial.

Es importante, además, observar si existen diferencias significativas entre las empresas de un mismo sector, puesto que puede existir un sesgo de selección en la muestra, al comparar las empresas dentro de un mismo conjunto. Es por ello que se incluyen en la estimación variables interactuadas de sector y logaritmo del CT, como se presenta en la Ecuación 7:

$$\begin{aligned} \text{Ln}U_{ijt} = & \beta_0 + \beta_1 \text{Ln}L_{ijt} + \beta_2 \text{Ln}K_{ijt} + \beta_3 \text{Ln}CT_{ijt} + \beta_4 \text{Sectpet}_{it} + \beta_5 \text{Secttur}_{it} + \\ & \beta_6 \text{Sectbuques}_{it} + \beta_7 \text{Sectagr}_{it} + \beta_8 \text{Sectlog}_{it} + \beta_9 \text{Sectpet} \cdot \text{Ln}CT_{ijt} + \\ & \beta_{10} \text{Secttur} \cdot \text{Ln}CT_{ijt} + \beta_{11} \text{Sectbuques} \cdot \text{Ln}CT_{ijt} + \beta_{12} \text{Sectagr} \cdot \text{Ln}CT_{ijt} + \\ & \beta_{13} \text{Sectlog} \cdot \text{Ln}CT_{ijt} + \mu_i + e_{ijt} \end{aligned} \quad (7)$$

Se espera que exista una relación positiva entre el nivel de inversión en CT y las utilidades de las firmas en el departamento de Bolívar, y que esta relación se mantenga en los sectores clave de su economía. Sin embargo, es necesario considerar las limitaciones de la información base en este estudio: no todas las empresas del departamento presentan sus estados financieros a la Superintendencia de Sociedades. Además, la información disponible no es balanceada para todas las empresas, por lo que se tienen en cuenta empresas cuya existencia se dio en diferentes períodos de tiempo, sin controlar por las quiebras o posibles uniones presentadas en la década pasada.

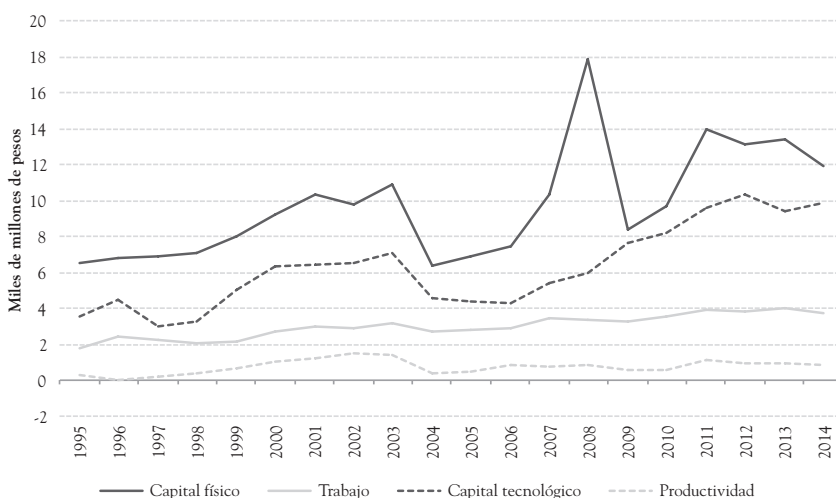
No obstante, la muestra es mayor a 30 observaciones para todos los años, por lo que es posible realizar estimaciones asumiendo distribuciones de probabilidad normal.

E. La inversión en CT y la productividad de las empresas

Antes de presentar los resultados de las estimaciones descritas es importante examinar la relación que existe entre las variables de interés. En el Gráfico 1 se observa que la inversión en capital físico aumentó entre 1995 y 2014, al pasar de COP \$7 mil millones a COP \$12 mil millones, mientras que la mano de obra y la inversión en CT se mantuvieron relativamente constantes. No obstante, la mayor inversión en capital físico no estuvo acompañada de un crecimiento similar en el indicador de productividad (utilidad operacional), lo que podría mostrar un limitado efecto de esta inversión sobre la productividad empresarial. Adicionalmente, el comportamiento de la productividad no difiere en gran medida del comportamiento de la inversión en CT, así como el del indicador de la mano de obra.

Sin embargo, la afirmación anterior puede ser explorada de una forma más precisa. En el Gráfico 2 se presenta la relación observada entre la inversión en CT y la productividad, indicando que hay una ligera relación positiva cuando se analizan todos los sectores. No obstante, es necesario aclarar que el método gráfico no es concluyente para determinar si la relación existe, y si es positiva o negativa.

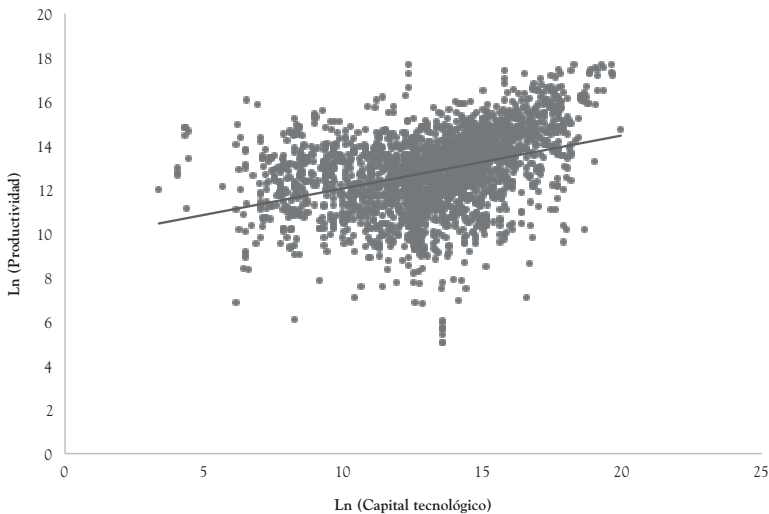
GRÁFICO 1
Departamento de Bolívar: Evolución de las principales variables de la muestra de empresas, 1995 – 2014
(promedios anuales)



Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

GRÁFICO 2

Departamento de Bolívar: Correlación entre CT y productividad, todos los sectores, 1995 – 2014



Nota: Coeficiente de correlación 0,3664, significativo al 1%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

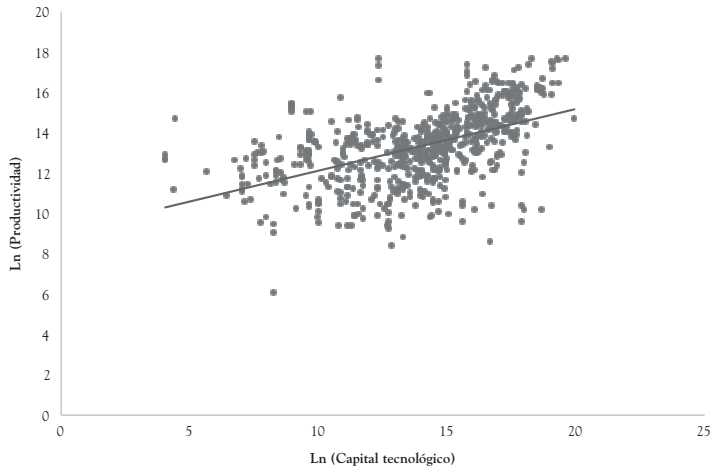
Es por esto que se analizará la relación para los sectores considerados como estratégicos para la economía del departamento de Bolívar. Así, se muestra en el Gráfico 3 la relación entre la inversión en capital tecnológico y la utilidad operacional, considerando únicamente los sectores estratégicos. En ese caso, la relación positiva es más fuerte entre estas dos variables.

Más detalladamente, de forma individual es clara la relación positiva que existe entre la inversión en CT y la utilidad operacional en el caso del sector astilleros y agroindustrial, mientras que para los sectores petroquímico y turístico es más baja, pero significativa. Por otro lado, en el sector logística y transporte esta relación no es concluyente (ver Gráficos 3 a 8).

Nótese que estos resultados podrían no mantenerse al realizar el análisis multivariado descrito en la sección anterior, debido a que este último considera, además, el efecto asociado al capital físico y fuerza laboral sobre la productividad de las empresas.

GRÁFICO 3

Departamento de Bolívar: Correlación entre CT y productividad, sectores estratégicos, 1995 – 2014

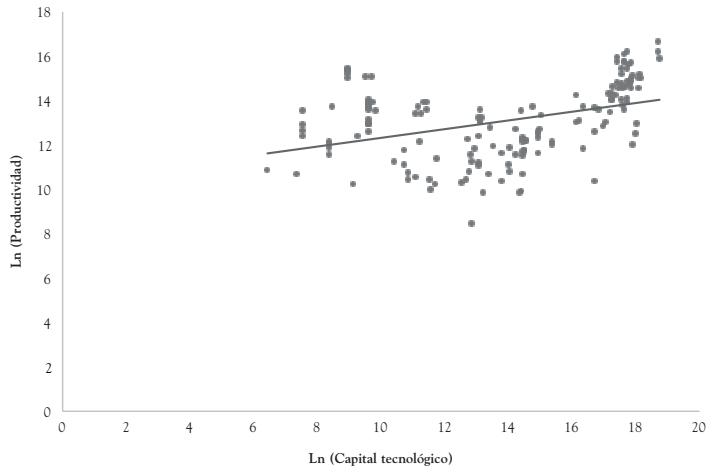


Nota: Coeficiente de correlación 0,5092, significativo al 1%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

GRÁFICO 4

Departamento de Bolívar: Correlación entre CT y productividad, sector petroquímico, 1995 – 2014

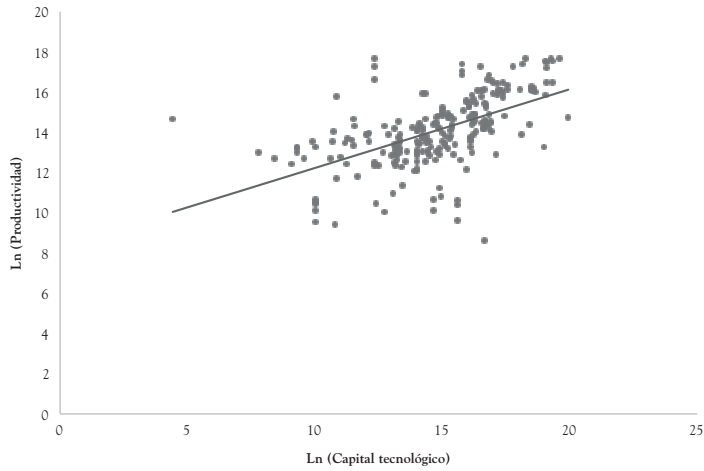


Nota: Coeficiente de correlación 0,5562, significativo al 1%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

GRÁFICO 5

Departamento de Bolívar: Correlación entre CT y productividad, sector turismo, 1995 – 2014

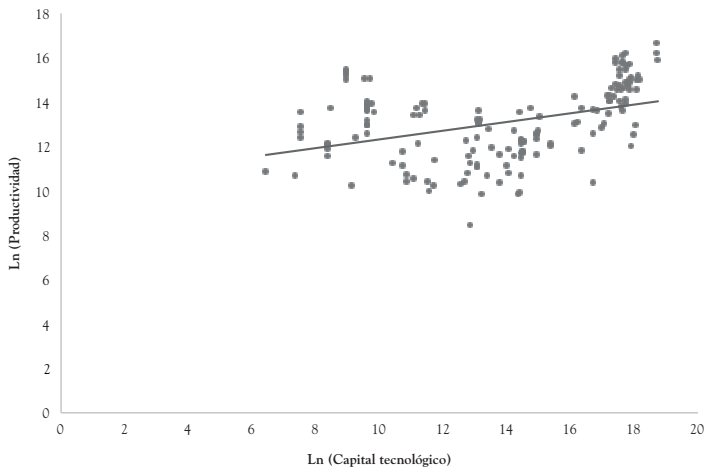


Nota: Coeficiente de correlación 0,3893, significativo al 1%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

GRÁFICO 6

Departamento de Bolívar: Correlación entre CT y productividad, sector logística y transporte, 1995 – 2014

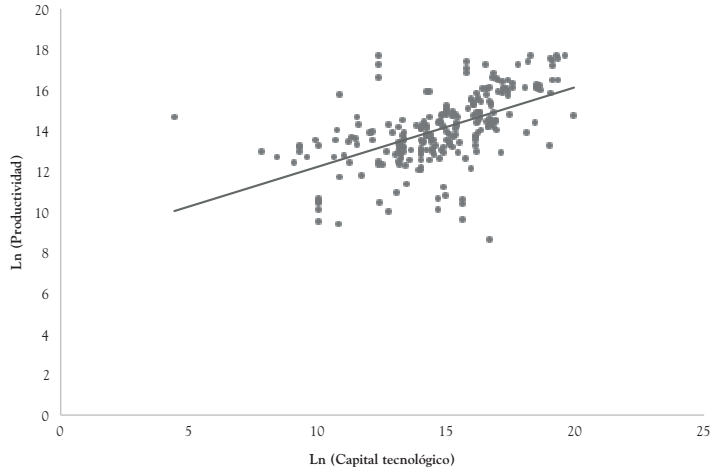


Nota: Coeficiente de correlación 0,0465, no significativo al 10%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

GRÁFICO 7

Departamento de Bolívar: Correlación entre CT y productividad, sector astilleros, 1995 – 2014

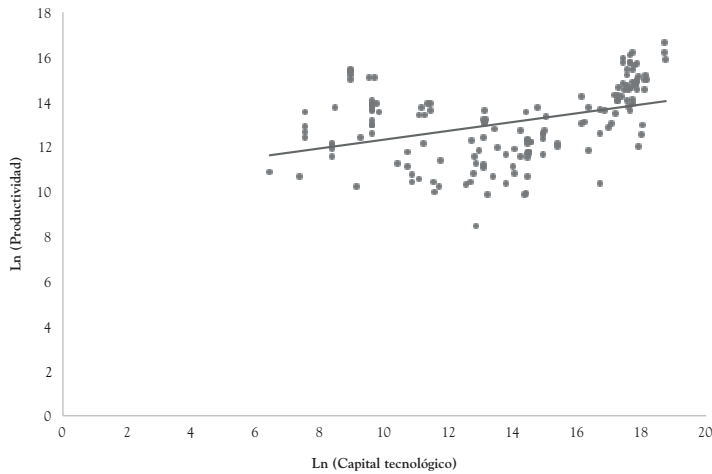


Nota: Coeficiente de correlación 0,8088, significativo al 1%.

Fuentes : Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

GRÁFICO 8

Departamento de Bolívar: Correlación entre CT y productividad, sector agropecuario, 1995 – 2014



Nota: Coeficiente de correlación 0,6836, significativo al 1%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

IV. RESULTADOS

La estimación econométrica del modelo panel con efectos fijos de empresas (para controlar por características no observables) busca, en primer lugar, calcular la elasticidad de la utilidad operacional con respecto a cambios en el empleo y a los diferentes tipos de capital que se consideran en este documento. Es decir, examinar el cambio porcentual de la medida de la utilidad operacional (la medida de la productividad de la empresa) asociado a cambios en el empleo y en el capital, tanto físico como tecnológico. Esto permitirá dimensionar la relación existente entre las diferentes variables incluidas en la estimación, y evaluar la hipótesis de causalidad que resulta del planteamiento del modelo teórico presentado en la sección anterior.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de las estimaciones del modelo para todas las empresas de Bolívar. Como primer resultado, se sustenta el uso de panel de datos con efectos fijos al ver la prueba F (estadístico 6,03) que considera como hipótesis nula que $\mu_i = 0, \forall i = 1 \dots n$. En esta estimación se encontró que la utilidad operacional de las empresas en el departamento de Bolívar sí guarda relación con el CT, puesto que un cambio del 1% en el nivel de CT está asociado a un cambio en la utilidad operacional del 0,07%, un coeficiente pequeño pero con alta significancia estadística, como se muestra en el Cuadro 3. También se muestra que el empleo está altamente correlacionado con la utilidad operacional, dado que la elasticidad resultó ser de 0,61, lo que se traduce en que un aumento del 1% en el empleo está acompañado de un aumento de la utilidad operacional del 0,61%. En el mismo sentido, se estimó que la elasticidad con respecto al capital físico resultó de 0,14, superior a la del CT, pero inferior a la del empleo, y con una débil significancia estadística.

Lo anterior permite concluir que, si bien el capital físico guarda una relación más alta que la presentada por el CT, no debe excluirse este último como uno de los principales determinantes de la productividad de las empresas, puesto que se presentaría un sesgo por variable omitida en la estimación econométrica. Por otro lado, la especificación sugerida mantiene las propiedades de rendimientos marginales decrecientes en los diferentes tipos de capital, permitiendo convexidad en la sustitución de factores con una tasa marginal de sustitución decreciente, lo cual es consistente con un único equilibrio a largo plazo para cada empresa. Además, cabe señalar que el modelo es globalmente significativo con un estadístico equivalente a 144,82.

CUADRO 3

Departamento de Bolívar: Estimación de las elasticidades de la utilidad operacional ante cambios en el empleo, el capital físico y el CT de las empresas seleccionadas, 2000 – 2014

(variables en logaritmos)

Variable dependiente: Utilidad operacional	Coef.	Err. Estan.	t	[95% Conf. Interval]
Capital físico	0,14***	0,04	3,4	0,06 0,22
Trabajo	0,61***	0,04	14	0,52 0,69
Capital tecnológico	0,07***	0,02	4,4	0,04 0,11
Constante	1,39**	0,6	2,3	0,22 2,57

Prueba F de que todo $u_i = 0$:	F(477, 1923)	6,03
	Prob > F	0,000
R ² :	within	0,18
	between	0,6
	overall	0,52
	F(3,1923)	144,82
	Prob > F	0,000
	# de obs.	2.404
	# de grupos	478

Nota: Nivel de significancia: *10%, ** 5%, y ***1%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

Estos resultados son consistentes con los encontrados por Pakes y Griliches (1984), Crepon, *et al.* (1998), Hashi y Stojčić (2010), y Tsai (2004). Este último autor también encuentra que el CT no sólo está relacionado con la productividad empresarial y el buen desempeño financiero, sino también con la promoción de ventajas competitivas en el sector electrónico de las empresas taiwanesas. Sin

embargo, el análisis de la promoción de ventajas competitivas se sale de los objetivos de este trabajo, una posible fuente de investigación para futuros ejercicios empíricos.

En segundo lugar, y teniendo en cuenta que existe un efecto positivo y significativo de la inversión en CT sobre la productividad de las empresas de Bolívar, se pretende indagar por los efectos o relaciones diferenciales entre los sectores que se consideran como claves para la economía de este departamento. Así, sería posible estimar si existe un mayor efecto de la inversión en CT en alguno de los sectores, lo que ilustraría las posibilidades de crecimiento por medio de mayores oportunidades de inversión rentable en un sector específico de dicha economía.

En el Cuadro 4 se presenta la estimación de los efectos diferenciales en el impacto de la inversión en CT para diferentes sectores clave de la economía del departamento de Bolívar. En este caso el estadístico F es de 5,73, lo cual sustenta el uso de efectos fijos. Sorprendentemente, los resultados indican que no existe diferencia significativa entre el impacto que tiene la mayor inversión en CT de las empresas pertenecientes a los sectores considerados como clave, y las empresas con menor nivel de inversión, a nivel de significancia del 1%. Cabe anotar que el sector petroquímico muestra una menor retribución de su inversión en CT sobre sus utilidades operacionales; no obstante, esto es así al 5% de significancia.

Es necesario aclarar que, debido a la poca representatividad de la muestra a nivel de sectores, no es posible hacer una estimación de pruebas de diferencias entre sectores, pero sí es posible estimar las diferencias dentro de los mismos sectores, razón por la cual se incluyen las variables interactuadas entre las *dummies* por sectores y la inversión en CT.

Teniendo en cuenta que en todos los sectores se presenta inversión en CT, el ejercicio consistió en evaluar si aquellas empresas que invertían más en capital tecnológico, pertenecientes a cada sector clave, presentaban mayores niveles de productividad estimada. Cabe señalar que estos resultados no indican una poca importancia de los sectores para la economía del departamento de Bolívar, sino que una mayor inversión en CT de las empresas pertenecientes a estos sectores no genera mayor crecimiento ni un mejor desempeño financiero que del resto de empresas. Tampoco debe pensarse que las empresas de estos sectores clave no mejorarán su productividad con una mayor inversión en CT (dados los resultados presentados en el Cuadro 4), sino que la relación entre la mayor inversión en CT y la productividad no es estadísticamente diferente entre las empresas de estos sectores y las de los demás.

CUADRO 4

Departamento de Bolívar: Estimación de las diferencias entre los niveles de utilidad operacional por sectores clave, 2000 – 2014

(variables en logaritmos)

Variable dependiente: Utilidad operacional	Coef.	Err. Estan.	t	[95% Conf. Interval]
Capital físico	0,14***	0,04	3,4	0,06 0,22
Trabajo	0,61***	0,04	13,9	0,52 0,69
Capital tecnológico	0,08***	0,02	4,7	0,05 0,12
Petróleo*Capital tecnológico	-0,04**	0,02	-2,3	-0,08 -0,01
Turismo*Capital tecnológico	-0,01	0,03	-0,3	-0,06 0,04
Logístico*Capital tecnológico	-0,01	0,02	-0,3	-0,05 0,04
Astilleros*Capital tecnológico	-0,01	0,05	-0,2	-0,12 0,09
Agropecuario*Capital tecnológico	0,02	0,02	0,9	-0,02 0,06
Constante	1,3**	0,6	2,2	0,12 2,48

Prueba F de que todo $u_i = 0$:	F(477, 1918)	5,73
	Prob > F	0,000
R ² :	within	0,1869
	between	0,5829
	overall	0,4913
	F(8,1918)	55,11
	Prob > F	0,000
	# de obs.	2.404
	# de grupos	478

Nota: Nivel de significancia * 10%, ** 5%, y ***1%

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

Lo anterior se corrobora por la significancia estadística de la inversión en CT para el total de empresas del departamento de Bolívar, dado que las elasticidades cambian muy poco su valor, mostrando la consistencia de los estimadores de la regresión inicial presentada en el Cuadro 3. De esta forma, es posible afirmar que la inversión en CT está asociada a una mayor productividad en general para las empresas de este departamento, pero a nivel intrasectorial (para el caso de los sectores clave) no existe diferencia entre un mayor capital tecnológico y una mayor productividad.

Como una prueba de robustez, en el Cuadro 5 se muestran estimaciones similares a las reportadas en el Cuadro 4, pero separando las empresas de los sectores no estratégicos (Cuadro 5a) y las de los sectores estratégicos (Cuadro 5b). Los resultados indican retribuciones similares del capital físico, trabajo y del CT sobre la utilidad operacional. Este resultado se obtiene al comparar los intervalos de confianza de estas variables (entre los reportados en el Cuadro 5a y el Cuadro 5b), a pesar de que el CT es significativo al 10% entre las empresas de los sectores estratégicos.

V. CONCLUSIONES

El análisis de los efectos del capital tecnológico ha pasado por muchos enfoques teóricos que han permitido formalizar factores clave que explican las principales diferencias en productividad, rentabilidad y acumulación de capital humano. De estos enfoques, el utilizado en este trabajo es el de las capacidades intelectuales, puesto que permite identificar, estimar y medir el efecto de la inversión en CT sobre la productividad y el desempeño de las empresas.

De esta forma, con información financiera de las empresas del departamento de Bolívar registradas en la Superintendencia de Sociedades, se estimó la relación existente entre la mayor inversión en CT (medida por los activos intangibles de cada empresa, siguiendo el lineamiento propuesto por Reed, *et al.*, 2006) y la productividad de las empresas del departamento.

Se encontró, por un lado, que de forma agregada sí existe una relación positiva y significativa entre el mayor nivel de inversión en CT y la productividad empresarial, aunque la importancia del CT es inferior a la del trabajo y el capital físico. Sin embargo, estos resultados no se mantienen cuando se analiza el efecto intrasectorial para los sectores considerados como clave de la economía de Bolívar. Esto

CUADRO 5

Departamento de Bolívar: Estimación de las diferencias entre los niveles de utilidad operacional por grupos, 2000 – 2014

(variables en logaritmos)

a. Sectores no estratégicos

Variable dependiente: Utilidad operacional	Coef.	Err. Estan.	t	[95% Conf. Interval]
Capital físico	0,11**	0,05	2,3	0,02 0,21
Trabajo	0,55***	0,05	10,6	0,45 0,66
Capital tecnológico	0,08***	0,02	4	0,04 0,13
Constante	2,31***	0,74	3,1	0,85 3,77

Prueba F de que todo $u_i=0$:	F(377, 1328)	5,53
	Prob > F	0,000
R ² :	within	0,1493
	between	0,5853
	overall	0,4708
	F(3,1328)	77,66
	Prob > F	0,000
	# de obs.	1.709
	# de grupos	378

b. Sectores estratégicos

Variable dependiente: Utilidad operacional	Coef.	Err. Estan.	t	[95% Conf. Interval]
Capital físico	0,23***	0,07	3,1	0,08 0,37
Trabajo	0,7***	0,08	8,6	0,54 0,86
Capital tecnológico	0,04*	0,03	1,7	-0,01 0,1
Constante	-0,91	1,02	-0,9	-2,92 1,09

Prueba F de que todo $u_i=0$:	F(123, 568)	6,82
	Prob > F	0,000
R ² :	within	0,2794
	between	0,5741
	overall	0,5923
	F(3,568)	73,4
	Prob > F	0,000
	# de obs.	695
	# de grupos	124

Nota: Nivel de significancia: *10%, **5%, y ***1%.

Fuentes: Elaboración propia con base en datos de la Superintendencia de Sociedades.

es, no existe diferencia significativa para los diferentes sectores entre la relación que guarda la inversión en capital tecnológico con los niveles de productividad.

En este sentido, es necesario considerar que si bien existe un efecto positivo y significativo entre la inversión en CT y la productividad empresarial en la economía del departamento, para efectos de política económica es necesario tener en cuenta que dicho efecto es muy inferior al asociado al capital físico y al factor trabajo. Es por esto que, antes de diseñar mecanismos que incentiven la inversión en capital tecnológico, es necesario que se tengan en cuenta los posibles impactos negativos que esto tendría sobre la contratación de mano de obra (por avances tecnológicos), de tal forma que se pueda identificar si la mayor productividad asociada a la inversión en CT supera la pérdida de productividad asociada a la menor mano de obra utilizada. Sin embargo, es posible lograr una complementariedad entre la mano de obra y los avances tecnológicos que, en lugar de destruir empleos, generen nuevos y den como resultado un aumento en la productividad agregada del departamento de Bolívar.

REFERENCIAS

- Amit, Raphael, and Paul J. H. Schoemaker (1993), "Strategic Assets and Organizational Rent", *Strategic Management Journal*, Vol. 14, No. 1.
- Arbeláez, María Angélica, y Mónica Parra (2011), "Innovation, R&D Investment and Productivity in Colombian Firms", *IDB Working Paper Series*, No. IDB-WP-251, Department of Research and Chief Economist, Inter-American Development Bank.
- Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento (CIC) (2002), "Guía y directrices de utilización del Modelo Intellectus", *Documento Intellectus*, Centro de Investigación sobre la sociedad del Conocimiento, Universidad Autónoma de Madrid.
- Comisión Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar (2010), *Plan Regional de Competitividad Cartagena y Bolívar, 2008 – 2032*, Cartagena: Gobernación de Bolívar, Alcaldía de Cartagena, y Cámara de Comercio de Cartagena.
- Crepon, Bruno, Emmanuel Duguet, and Jacques Mairesse, (1998), "Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level", *NBER Working Paper*, No. 6696, National Bureau of Economic Research.
- Delgado, Miriam, José Navas, Gregorio Martín, y Pedro López (2008), "La innovación tecnológica desde el marco del capital intelectual", *Cuadernos de Traba-*

- jo, No. 4, Escuela Universitaria de Estadística, Universidad Complutense de Madrid.
- Eisenhardt, Kathleen M., and Jeffrey A. Martin (2000), "Dynamic Capabilities: What are They?", *Strategic Management Journal*, Vol. 21.
- Escribá, F. Javier, y María José Murgui (2007), "El capital tecnológico como factor de producción en las regiones españolas 1980 - 2000", *Investigaciones Regionales*, No. 10.
- Griliches, Zvi (1991), "The Search for R&D Spillovers", *NBER Working Papers*, No. 3768, National Bureau of Economic Research.
- Hall, Bronwyn, and Fumio Hayashi (1989), "Research and Development as an Investment", *NBER Working Papers*, No. 2973, National Bureau of Economic Research.
- Hashi, Iraj, and Nebojša Stojčić (2010), "The Impact of Innovation Activities on Firms' Performance Using a Multi-Stage Model: Evidence from the Community Innovation Survey 4", *CASE Network Studies & Analyses*, No. 410, Center for Social and Economic Research (CASE).
- INTELIS, Centro de Análisis (2009), *Innovation, R&D Investment and Productivity in Latin American & Caribbean Firms: The Chilean Case*, Santiago: Universidad de Chile.
- Johnson, D. Gale, and Robert L. Gustafson (1962), *Grain Yields and American Food Supply: An Analysis of Yield Changes and Possibilities*, Chicago: University of Chicago Press.
- Mankiw, N. Gregory, David Romer, and David N. Weil (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 2.
- McEvily, Susan K., and Bala Chakravarthy (2002), "The Persistence of Knowledge-Based Advantage: An Empirical Test for Product Performance and Technological Knowledge", *Strategic Management Journal*, Vol. 23, No. 4.
- Odagiri, Hiroyuki (1983), "R&D Expenditures, Royalty Payments, and Sales Growth in Japanese Manufacturing Corporations", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 32, No. 1.
- Pakes, Ariel (1985), "On Patents, R&D, and the Stock Market Rate of Return", *Journal of Political Economy*, Vol. 93, No. 2.
- Pakes, Ariel, and Zvi Griliches (1984), "Patents and R&D at the Firm Level: A First Look", in Zvi Griliches (editor), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago: University of Chicago Press.

- Presidente de la República (2006), Decreto 4350 de diciembre 4, “Por el cual se determinan las personas jurídicas sujetas a la vigilancia de la Superintendencia de Sociedades y se dictan otras disposiciones”.
- Reed, Kira Kristal, Michael Lubatkin, and Narasimhan Srinivasan (2006), “Proposing and Testing an Intellectual Capital-Based View of the Firm”, *Journal of Management Studies*, Vol. 43, No. 4.
- Reina, Yuri, e Iván Ruiz (2007), *Identificación de los spillovers tecnológicos en los sectores económicos de la Región Caribe*, Tesis de Grado, Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Scherer, Frederic M. (1965), “Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions”, *The American Economic Review*, Vol. 55, No. 5.
- Solow, Robert M. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1.
- Tsai, Kuen-Hung, (2004), “The Impact of Technological Capability on Firm Performance in Taiwan’s Electronics Industry”, *Journal of High Technology Management Research*, Vol. 15, No. 2.
- Toro, Daniel, José Mola, Vanessa Angulo, Martha Castro, José Manuel Gómez, y Marlis Angulo (2015), “El impacto tecnológico de la innovación en la industria naval: El caso de Cotecmar”, *Economía & Región*, Vol. 9, No. 2.
- Vargas, Pilar (2003), “El impacto de los activos intangibles tecnológicos sobre los resultados empresariales: Una aplicación al sector manufacturero español”, *Aula Abierta*, No. 19.