

Financiación de la innovación en Colombia*

Bernardo Barona-Zuluaga

PhD de la Universidad de Manchester, Reino Unido. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Valle, Cali - Colombia. bbaronaz@gmail.com

Jorge Alberto Rivera-Godoy

Doctor Distinguido "Cum Laude" en Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Autónoma de Madrid, España. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Valle, Cali - Colombia. jorge.rivera@correounivalle.edu.co

Carlos Iván Aguilera-Cifuentes

Doctor en Administración de Empresas de la FGV - Sao Paulo, Brasil. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Valle, Cali - Colombia. carlos.aguilera@correounivalle.edu.co

Paula Andrea Garizado-Román

Magíster en Economía de la Universidad del Valle. Profesora de la Universidad Autónoma de Occidente y de la Universidad del Valle, Cali - Colombia. jpaulis2005@yahoo.es

RESUMEN

El objetivo fue obtener una mejor comprensión de las inversiones que las empresas colombianas hacen en innovación, y en investigación y desarrollo, así como de la forma en que estas se financian. A partir de la teoría económica sobre la financiación empresarial se realiza un análisis econométrico de la información sobre financiación de la innovación contenida en la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de la Industria Manufacturera (EDIT IV) elaborada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Los principales hallazgos fueron: i. Las inversiones en innovación estuvieron representadas principalmente en maquinaria y equipo: 68.3 % de los recursos en el periodo; ii. Los recursos propios fueron la principal fuente para financiar estas inversiones, cuya importancia relativa fue del 76.3 %, y los préstamos de la banca privada, con un 18.2 %. El relieve de la deuda está acorde con los resultados de investigaciones recientes en países emergentes y en algunos países desarrollados como Alemania. Se evidenció también la muy poca relevancia de los recursos públicos en la financiación de la actividad innovadora. Las recomendaciones comprenden el desarrollo de mecanismos que faciliten el uso de los préstamos bancarios y el accionar de fondos de capital privado, además el aumento de recursos públicos direccionados hacia el estímulo de la actividad innovadora de las empresas.

PALABRAS CLAVE

Finanzas emprendedoras, innovación, financiación de activos intangibles, finanzas corporativas, mezcla de financiación.

CÓDIGOS JEL

G32, M13.

Funding for innovation in Colombia

ABSTRACT

The objective was to obtain a better understanding of the investments made by Colombian businesses in innovation, research and development, as well as the manner in which they are financed. Based on the economic theory of business financing, an econometric analysis was performed of the information about funding for innovation contained in the Survey of Development and Technological Innovation in the Manufacturing Industry (Spanish acronym: EDIT IV) prepared by the National Administrative Department of Statistics, whose Spanish acronym is DANE. The main findings were the following: i. Investments in innovation were mainly represented by machinery and equipment: 68.3% of the resources in the period; and ii. The businesses' own resources were the main source of funding for these investments, amounting to 76.3%, while private bank loans made up another 18.2%. The importance of debt correlates with the results of recent research

Recibido: 06/11/2014 Aceptado: 20/12/2014

* Artículo producto del proyecto "La financiación de la innovación en Colombia", de los grupos de investigación en Generación de Valor Económico y Nuevo Pensamiento Administrativo, de la Universidad del Valle, Cali - Colombia.

<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21126> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cómo citar este artículo: BARONA-ZULUAGA, Bernardo; RIVERA-GODOY, Jorge Alberto; AGUILERA-CIFUENTES, Carlos Iván; GARIZADO-ROMÁN, Paula Andrea. Financiación de la innovación en Colombia. *En: Entramado. Enero - Junio, 2015 vol. 11, no. 1, p. 80-93, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21126>*



in developing countries and in some developed countries, such as Germany. Evidence was also found of the very low relevance of public resources in the funding for innovative activity. The recommendations include the development of mechanisms that would facilitate the use of bank loans and the leverage of private capital funds, as well as the increase of public resources directed towards stimulating the innovative activity of businesses.

KEYWORDS

Entrepreneurship financing, innovation, financing of intangible assets, corporate finance, mixed financing.

JEL CLASSIFICATION

G32, M13.

Financiamento da inovação na Colômbia

R E S U M O

O objetivo foi obter uma melhor compreensão dos investimentos que as empresas colombianas fazem em inovação, pesquisa e desenvolvimento, bem como a forma como estes são financiados. A partir da teoria econômica sobre o financiamento empresarial é realizada uma análise econométrica da informação sobre financiamento da inovação contida no Inquérito sobre Desenvolvimento e Inovação Tecnológica da Indústria Transformadora (EDIT IV) elaborada pelo Departamento Administrativo Nacional de Estatística (DANE). As principais descobertas foram: i. Os investimentos em inovação foram representados principalmente em maquinaria e equipamento: 68,3 % dos recursos do período; ii. Os recursos próprios foram a principal fonte para financiar esses investimentos, cuja importância relativa foi de 76,3 %, e os empréstimos de bancos privados, com 18,2 %. A redução da dívida é consistente com os resultados de pesquisas recentes em países emergentes e em alguns países desenvolvidos como a Alemanha. Foi também evidente a pequena relevância dos recursos públicos no financiamento da atividade inovadora. As recomendações incluem o desenvolvimento de mecanismos que facilitem a utilização dos empréstimos bancários e o acionamento de fundos do capital privado, bem como o aumento de recursos públicos direcionados para o incentivo de atividades inovadoras nas empresas.

PALABRAS-CHAVE

Finanças empreendedoras, inovação, financiamento de ativos intangíveis, finanças corporativas, financiamento misto.

CLASSIFICAÇÕES JEL

G32, M13.

Introducción

Este estudio se enmarca dentro de la teoría económica, la cual ha identificado la innovación como uno de los factores determinantes del desarrollo económico (Schumpeter, 2008) y ha registrado una variedad de razones por las que en una economía de mercado las empresas tienden a producir menos innovación de la considerada óptima para alcanzar altos niveles de crecimiento y desarrollo económico (Arrow, 1962; Hall, 2002; Hall y Lerner, 2010).

Para abordar el estudio de la relación innovación-financiación es útil revisar la literatura sobre Sistemas Nacionales de Innovación (SIN), la cual propone una visión holística al estudio de la innovación y permite identificar los diferentes elementos que estimulan o desestimulan la provisión de recursos financieros para su financiación (Soete, Verspagen y Well, 2010; Kahn, Melo y Matos, 2014). Un sistema de innovación se puede definir como: "Un conjunto de diferentes instituciones que contribuyen al desarrollo de la innovación y de la capacidad de aprendizaje de un país, una región, un sector económico o localidad y comprende una serie de elementos que relacionan la producción, la asimilación, el

uso y la difusión de conocimiento" (Cassiolato y Couto (2014), citados por: Kahn, Melo y Matos, 2014, p. xxxi). La literatura de los SIN da particular énfasis al estudio de las trayectorias históricas y nacionales y toma en cuenta los contextos productivo, financiero, social, institucional y político, lo mismo que a los niveles micro, meso y macro. El contexto financiero, identificado tempranamente por Schumpeter como uno de los elementos críticos para estimular la innovación, es central a este enfoque, como lo es también la idea de que el análisis de los sistemas de innovación debería hacerse a nivel nacional y local.

El estudio aquí reportado incorpora al análisis de la relación innovación-financiación los conceptos desarrollados por la moderna economía financiera y de los costos de transacción para la financiación empresarial, particularmente los que hacen referencia a la financiación de activos intangibles, los cuales se discuten a continuación.

En general los contratos que suscribe una empresa para financiar sus actividades de operación e inversión pueden ser contratos de deuda, de patrimonio y contratos híbridos. Los contratos de deuda tienen habitualmente las siguientes

características (Williamson, 1996): deben hacerse con periodicidad especificada, pagos de intereses (o de intereses más principal); en el evento de incumplimiento, los tenedores de deuda ejercerán reclamos preventivos contra los activos en cuestión; en caso de montos de consideración con frecuencia se establecen fondos de amortización; la deuda es imperdonable. Si se incumple en un número especificado de cuotas se puede llegar hasta la liquidación de la empresa deudora; los varios tenedores de deuda entonces recuperarán su dinero de manera diferencial, dependiendo del grado en que los activos financiados pierdan su valor, en caso de ser necesaria su utilización por fuera de la empresa. A medida que los activos están sujetos a perder más valor (son más específicos a la empresa), los términos de la deuda se tornarán más adversos.

En contraste, los contratos de inversión patrimonial no conllevan obligatoriamente el repago en una fecha dada de la cantidad invertida (generalmente la inversión es por tiempo igual al de la vida de la empresa); tampoco se garantiza (en caso de capital ordinario) el pago de una cantidad como retribución por el uso del dinero: los derechos tanto sobre las utilidades como sobre el valor de liquidación son residuales. Como algo favorable para quien invierte de esta manera, la inversión da derecho a participar en el gobierno de la compañía, de manera proporcional al monto del patrimonio total, lo cual permite participar en decisiones trascendentales como el nombramiento y la remoción del gerente, el acceso a información interna, etc. Al contrastar las características de la inversión en activos intangibles con las de inversión en activos tangibles, Williamson (1996, p.185) concluye que los costos de la financiación con deuda son más altos que los de la financiación con patrimonio¹

Un acervo importante de investigación sobre la financiación de la inversión en innovación y en I&D hasta hace relativamente poco respaldaba las conclusiones de la mayor conveniencia de los recursos internos y de las ventajas de la financiación mediante emisión de acciones en relación con la financiación de la deuda. Un estudio reciente sobre la financiación de la innovación por parte de empresas de Estados Unidos concluye que:

(...) las empresas jóvenes registradas en mercados públicos de valores en las industrias de alta tecnología financian sus inversiones en I&D casi enteramente con patrimonio interno o externo... Para estas firmas los problemas de información, los rendimientos asimétricos y altamente inciertos y la ausencia de colateral con valor probablemente hagan la deuda un sustituto pobre de la financiación por medio de patrimonio" (Brown, Fazzari y Petersen, 2009, p. 152).

No obstante lo anterior, algunos estudios recientes han evidenciado que la deuda bancaria (Ayyagari, Demirgüç-Kunt y Maksimovic, 2011) y la financiación por parte del Estado (Melo y Siqueira, 2014) han jugado un papel crucial en la financiación de la innovación, principalmente en países donde los mercados de acciones y capital propio no están bien desarrollados. Más aun, un estudio reciente muestra que la importancia de la deuda como fuente de financiación ha sido grande también en Estados Unidos: Mann (2014) construyó una base de datos de portafolios de préstamos en los que el colateral eran las patentes y la empleó para mostrar que derechos fuertes de los acreedores facilitan la financiación de la innovación. En su estudio muestra que desde el 2003, el 49% de la I+D del sector público es realizada por compañías que tienen préstamos garantizados por patentes y que estas firmas realizan el 41% de las patentes. Adicionalmente, observa que el 16 % del agregado total de patentes han sido utilizadas como colateral en algún momento. Añota que los prestatarios han sido desde compañías jóvenes hasta algunas de las firmas más grandes del mundo y que el rol de las patentes como colateral es particularmente importante en industrias innovadoras como las farmacéuticas y de software, en las que las firmas con frecuencia tienen pocos activos tangibles pero muchas patentes valiosas (Mann, 2014, p.1).

Lo anterior es consistente con un marco conceptual que provee la literatura de los SIN y la teoría de la economía financiera que incorpora al estudio de la financiación empresarial el estudio de las características institucionales de cada país; tal marco conceptual está en proceso de consolidación (Kerr y Nanda, 2014). En Colombia son escasas las publicaciones académicas en que se relaciona la actividad innovadora empresarial con su financiación (Arbeláez y Parra, 2011; García, Barona y Madrid, 2013); no obstante, se han identificado algunos aspectos de interés tanto para la empresa como para la política pública, incluyendo la importancia de la financiación proveniente de los recursos internos/utilidades retenidas y de la banca, como fuentes de recursos para la innovación y el hecho -interesante desde el punto de vista organizacional y de política pública- de la existencia de una relación positiva entre el tamaño de la empresa y la realización de actividades innovadoras (Holmstrom, 1989).

I. Desarrollo

I.1. Método de recolección y análisis de la información

La fuente de información utilizada en este estudio fue la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de la Industria Manufacturera (EDIT) elaborada por el DANE (la más reciente en el momento de presentar el proyecto de

investigación era la EDIT IV, la cual cubre el periodo 2007-2008). Tal encuesta contiene información de 7.683 empresas del sector manufacturero colombiano. Para los análisis estadísticos y econométricos adelantados se eliminaron los registros de 4.366 empresas clasificadas como no innovadoras porque no obtuvieron innovación, no reportaron tener en proceso o reportaron haber abandonado algún proyecto para la obtención de innovación. Adicionalmente, se excluyeron otras 465 empresas que no presentaron cifras de inversión/financiación en el periodo 2007-2008 aunque habían reportado algún número de innovaciones. De esta forma, el número de empresas que conforman la muestra del presente estudio fue de 2.852, las cuales representan el 37.1 % de las empresas de la muestra.

La encuesta EDIT IV clasifica a cada empresa como Innovadora Amplia, Innovadora Estricta, Potencialmente Innovadora y No Innovadora. La innovación en *sentido amplio* supone, como resultado de la inversión en Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación (ACTI), la obtención de un bien o servicio nuevo o mejorado para el mercado nacional o para la empresa, y/o la implementación de un nuevo proceso productivo o mejorado para la línea de producción principal o complementaria (se incluyen las empresas que innovan en su forma organizacional o de comercialización). Las empresas innovadoras en *sentido estricto* obtienen bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para el mercado internacional en el ejercicio de las actividades de innovación. Las empresas *potencialmente innovadoras* reportan tener o haber abandonado algún proceso de innovación ya fuera para la obtención de un producto nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional, internacional o para la empresa. Las empresas *no innovadoras* son las que no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso, o reportaron haber abandonado algún proyecto para la obtención de innovaciones.

Variables que pueden afectar la importancia relativa de las principales fuentes específicas de financiación utilizadas para financiar las inversiones en innovación. Análisis multivariado.

Para explorar la asociación entre una fuente específica de financiación y el tipo de activo creado con esta, teniendo en cuenta la influencia de otras variables que pueden afectar este grado de asociación², se utilizó el siguiente modelo de regresión lineal múltiple:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \epsilon \quad (1)$$

En donde:

Y_i = porcentaje de la fuente de financiación específica. Las once fuentes de financiación consideradas en la EDIT se definen en el Anexo A.

En el caso de que la variable dependiente específica fuera *Recursos propios*, se consideraron como variables independientes las siete ($X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$) que se describen en el siguiente párrafo. Para analizar la segunda fuente de financiación en importancia (financiación bancaria) y las otras dos fuentes de interés particular mencionadas antes (recursos públicos y financiación privada, que incluye recursos de capital privado y capital de riesgo), se supuso que la importancia de la fuente de financiación específica dependiera de las mismas siete variables independientes que afectan la financiación interna y, adicionalmente, de la importancia relativa que tuviera en la empresa la financiación con recursos propios (variable X_8).

X_1 = Porcentaje de la inversión en innovación realizada en la adquisición de maquinaria y equipo (Las nueve actividades de inversión consideradas en la EDIT, incluyendo la que se representa por esta variable, se definen en DANE, 2011a) (Ver Tabla I).

X_2 = Tamaño de la empresa. La EDIT IV provee el número de empleados como indicador del tamaño. Para los análisis econométricos se tomó esta variable como el logaritmo natural del promedio del número empleados que se reportaron para cada empresa en los años 2007 y 2008.

X_3, X_4 = Variables ficticias para el sector económico. En la EDIT las empresas se clasificaron de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) Revisión 3. Para el presente estudio esta variable se manejó como una variable ficticia en la que se omite el Sector 3 del CIIU que corresponde a fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática (las empresas pertenecientes a este sector se reclasificaron con código = 0, sector base). Posteriormente, el valor que se le asignó a la variable X_3 fue de 1 si pertenecía al sector con clasificación CIIU iniciado con 1, y 0 en cualquier otro caso; de la misma manera, a la variable X_4 se le asignó el valor 1 si la empresa pertenecía al sector con clasificación CIIU iniciado con 2, y 0 en cualquier otro caso.

X_5, X_6 = Variables ficticias para tipo de innovación.

X_5 = Si la empresa clasifica la innovación como amplia y,

X_6 = Si la empresa clasifica la innovación como estricta.

X_7 = Variable ficticia para propiedad del capital. Se asigna el valor = 0 si la empresa reporta que tiene solo capital nacional y el valor = 1 si se reporta que la empresa tiene dentro de su capital social inversión extranjera.

X_8 = Variable que indica el porcentaje de la financiación total que representan los recursos propios.

ϵ = variable aleatoria que representa el término de error.

Tabla 1.
Actividades de inversión consideradas en la EDIT.

| Tipo de actividad |
|---|
| Actividades I&D internas |
| Adquisición I&D externa |
| Adquisición maquinaria y equipo |
| Tecnologías de información y telecomunicaciones |
| Mercadeo de innovaciones |
| Transferencia de tecnología |
| Asistencia técnica y consultoría |
| Ingeniería y diseño industrial |
| Formación y capacitación especializada |

Fuente: Elaboración propia.

El modelo de regresión lineal múltiple, expuesto con anterioridad, se aplicó para el estudio de las fuentes de financiación que resultaron más importantes tanto por el porcentaje de financiación que representaron como por la frecuencia con que fueron utilizadas: Recursos Internos y Banca Privada Nacional. Otras fuentes de recursos que se estimaron como de interés para la política pública pero que fueron empleadas por un número pequeño de empresas fueron los *Recursos Públicos* y los *Recursos de Capital Nacional*; estas se analizaron mediante el uso de modelos de regresión probit en los cuales la variable dependiente fue dicotómica y se codificó uno (1) en caso de que la empresa hubiera hecho uso de la fuente y cero (0) en caso contrario.

El modelo probit es de naturaleza no lineal y tiene la forma que se observa en la Figura 1. (Ver discusión en Rachev, Mittnik, Fabozzi, Focardi y Jasic, 2007, pp. 148-149). En donde N es la función de distribución normal acumulativa estándar y X_1 a X_8 son las mismas variables dependientes definidas anteriormente.

1.2. Resultados, análisis y comparaciones

A) Estadísticas sobre las inversiones en innovación y sobre su financiación

El valor total de lo invertido por las empresas de la muestra ascendió en el 2008 a \$3.161,3 millones de pesos (0,000658

% del PIB para ese año) y en el año 2007 a \$2.854,4 millones de pesos (0,000662 % del PIB corriente de ese año).

En la Tabla 2 se muestra en qué se invirtieron específicamente estos recursos.

Fuentes de financiación

En la Tabla 3 se muestra, para el consolidado 2007 y 2008, el monto y la importancia relativa de cada una de las fuentes de financiación en las empresas.

Se observa que las fuentes *Recursos propios de la empresa* y *Recursos de la banca privada* nacional fueron las dos fuentes de financiación más importantes, representando los recursos propios el 76,3% y los recursos de la banca privada nacional el 18,2% respectivamente (entre las dos fuentes representaron el 94,5% del total de las fuentes en el consolidado de los dos años).

Las fuentes *Recursos públicos* y *Recursos de capital nacional* serán analizadas con algún detalle en este trabajo por su preponderancia desde el punto de vista de política pública (Jiménez, 2008; Gómez y Mitchell, 2014; Melo y Siqueira, 2014), a pesar de representar en el agregado de empresa porcentajes de financiación inferiores al 1,0%.

B) Análisis multivariado de las relaciones entre la importancia de las principales fuentes de financiación, las características de las empresas y las actividades científicas, tecnológicas y de innovación

Análisis de la relación entre el uso de recursos propios de la empresa (RPE) como fuente de financiación y las características de la empresa y su inversión en maquinaria y equipo.

En la aplicación del modelo planteado en la ecuación (1) se empleó un procedimiento de regresión paso a paso hacia adelante y hacia atrás con el programa MINITAB. Los resultados finales producidos por este programa después de cuatro (4) interacciones se muestran en la primera columna de la Tabla 4³ (ver Tabla 4, pág. 86)

Los resultados muestran relaciones negativas entre el porcentaje de recursos propios empleado y las variables independientes inversión en maquinaria y equipo, tamaño de la empresa y sector económico. De otra parte, se evidencia

$$\left\{ \begin{array}{l} P(Y=1 | X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8) = N(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8) \\ P(Y=0 | X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8) = 1 - N(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8) \end{array} \right\}$$

Figura 1. Modelo probit.
Fuente: Ver discusión en Rachev, Mittnik, Fabozzi, Focardi y Jasic, 2007, p. 148-149.

Tabla 2.

Valor invertido en cada una de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Años 2007-2008. Valores en pesos.

| Tipo de actividad | Año 2007 | | Año 2008 | | Total periodo (2007-2008) | |
|---|----------------------|------------|----------------------|------------|---------------------------|------------|
| | Valor | % | Valor | % | Valor | % |
| Actividades I&D internas | 177.419.413 | 6,2 | 277.923.514 | 8,8 | 455.342.927 | 7,6 |
| Adquisición I&D externa | 30.194.624 | 1,1 | 65.114.464 | 2,1 | 95.309.088 | 1,6 |
| Adquisición maquinaria y equipo | 2.032.445.989 | 71,2 | 2.072.049.852 | 65,5 | 4.104.495.841 | 68,2 |
| Tecnologías de información y telecomunicaciones | 153.978.532 | 5,4 | 173.784.466 | 5,5 | 327.762.998 | 5,4 |
| Mercadeo de innovaciones | 207.062.888 | 7,3 | 252.821.584 | 8,0 | 459.884.472 | 7,6 |
| Transferencia de tecnología | 26.130.229 | 0,9 | 42.375.283 | 1,3 | 68.505.512 | 1,1 |
| Asistencia técnica y consultoría | 161.241.601 | 5,6 | 201.525.349 | 6,4 | 362.766.950 | 6,0 |
| Ingeniería y diseño industrial | 44.104.286 | 1,5 | 48.828.092 | 1,5 | 92.932.378 | 1,5 |
| Formación y capacitación especializada | 21.871.923 | 0,8 | 26.880.934 | 0,9 | 48.752.857 | 0,8 |
| Total | 2.854.449.485 | 100 | 3.161.303.538 | 100 | 6.015.753.023 | 100 |

Fuente: Cálculos de los autores con base en información EDIT IV.

Tabla 3.

Monto e importancia relativa de las diferentes fuentes de financiación utilizadas por las empresas. Cifras consolidadas años 2007-2008. Valores en pesos.

| Tipo de financiación | Valor | % |
|--|----------------------|--------------|
| Recursos propios de la empresa | 4.592.862.599 | 76,3 |
| Recursos propios otras empresas del grupo | 95.212.583 | 1,6 |
| Recursos públicos | 43.328.451 | 0,7 |
| Recursos banca privada nacional | 1.093.262.396 | 18,2 |
| Recursos banca privada extranjera | 142.603.283 | 2,4 |
| Recursos de otras empresas nacional | 11.184.959 | 0,2 |
| Recursos de otras empresas extranjero | 0 | 0,0 |
| Recursos de capital nacional | 5.086.020 | 0,1 |
| Recursos de capital extranjero | 28.891.059 | 0,5 |
| Recursos cooperación o donaciones nacional | 3.071.608 | 0,1 |
| Recursos cooperación o donaciones extranjero | 250.165 | 0,0 |
| Total | 6.015.753.123 | 100,0 |

Fuente: Cálculos de los autores con base en información EDIT IV.

una relación positiva entre el uso de recursos internos y la propiedad de la empresa por parte de terceros. La relación negativa en la importancia de los recursos propios y la inversión en maquinaria y equipo se ajusta a la lógica financiera: cuando solamente un porcentaje pequeño de la inversión está representado en maquinaria y equipos (y consecuentemente un alto porcentaje está en activos intangibles) la empresa preferirá (teoría de jerarquía de preferencias) y deberá (es más difícil conseguir recursos externos por problemas de riesgo moral) emplear un porcentaje mayor de recursos internos para financiar tal inversión. Empero, cuando la inversión en maquinaria y equipo representa un

mayor porcentaje de la inversión total, algunos financiadores externos (bancos, etc.) tendrán una mejor disposición para financiar parte de esta inversión (ya sea porque algunos de los activos se pueden emplear como garantía real o porque la inversión en este tipo de activos es percibida como un compromiso creíble de los dueños de la empresa con esta). El hallazgo relacionado con la importancia de los recursos propios en la financiación de activos intangibles coincide con conceptos teóricos recientes sobre inversión en innovación y resultados empíricos en los ámbitos nacional e internacional (Ver Hall, 2002; Carpenter y Petersen, 2002; DANE, 2011b).

Tabla 4.

Regresión lineal múltiple por etapas. Variables dependientes: Porcentaje de Recursos propios y de Banca privada nacional. Consolidado 2007-2008

| Alfa al entrar: 0,15 - Alfa a retirar: 0,15 - N = 2852 | | |
|---|---|---|
| | Recursos propios (7 predictores) | Banca privada nacional (8 predictores) |
| Etapa (step) No. | 4 | 4 |
| Constante | 0,9645 | 0,7460 |
| M y E | -0,208 | 0,0296 |
| Valor T | -11,75 | 3,75 |
| Valor P | 0,000 | 0,000 |
| Capital nalect | 0,101 | |
| Valor T | 3,95 | |
| Valor P | 0,000 | |
| Tamaño empresa | -0,0193 | |
| Valor T | 3,42 | |
| Valor P | 0,001 | |
| Sector 2 ficticia | -0,029 | |
| Valor T | -2,04 | |
| Valor P | 0,041 | |
| Recursos propios(*) | | -0,8115 |
| Valor T | | -100,51 |
| Valor P | | 0,000 |
| Inno amplia ficticia | | 0,0543 |
| Valor T | | 3,03 |
| Valor P | | 0,002 |
| Inno estricta ficticia | | 0,031 |
| Valor T | | 1,57 |
| Valor P | | 0,116 |
| S | 0,377 | 0,163 |
| R-cuad. | 5,56 | 79,21 |
| R-cuad (ajustado) | 5,42 | 79,18 |
| Cp de Mallows | 3,6 | 4,7 |

(*) Utilizado como predictor solo para Banca privada nacional.

Fuente: Cálculo de los autores basado en micro datos de EDIT IV. Formato MINITAB.

En lo referente a la relación entre las fuentes de financiación internas y el tamaño de la empresa, la literatura sobre financiación empresarial (Berger y Udell, 1998) sugiere que las empresas más pequeñas solo tienen acceso a financiación interna; a medida que avanzan en edad comienzan a tener acceso a otras fuentes como financiación bancaria y crédito de proveedores. Este patrón parece explicar la relación negativa entre tamaño y la fuente recursos propios: a medida que se gana en tamaño el acceso a otras fuentes de financiación hace que en términos porcentuales la importancia de la financiación con recursos propios disminuya. Con el mayor tamaño, entonces, según este patrón de financiación, el porcentaje de recursos propios en la financiación total de la empresa disminuye.

En lo que tiene que ver con la otra variable que resultó significativa en la regresión, en el sector económico con clasificación CIIU 2^a se observa una relación negativa entre la utilización de recursos propios y el pertenecer a este sector;

podría interpretarse que el sector que tiene como primer dígito el No. 2 en la CIIU tiene activos menos específicos⁵, los cuales son más fácilmente financiables por deuda.

La relación positiva con la variable propiedad del capital indica que las empresas extranjeras tienden a usar más intensivamente esta fuente de financiación que las de capital nacional.

C) Análisis de la relación entre el uso de Recursos de banca privada nacional (RBPN) como fuente de financiación y las características de la empresa y de la inversión en maquinaria y equipo.

Para este análisis se emplearon los mismos procedimientos descritos para el modelo de regresión anterior pero adicionando como una de las variables independientes la importancia relativa de la fuente de financiación recursos propios empleado por la empresa (X_8). Esto último respon-

de al supuesto de que la financiación que se puede obtener de fuentes externas está relacionada con los recursos propios de que disponga la empresa. Es posible que la relación sea positiva (mayor financiación bancaria asociada con mayor utilización de recursos propios), pero existe también la posibilidad de que la empresa en algunas etapas de su vida, en la medida en que crezcan sus recursos internos disponibles, decida disminuir la deuda en su estructura financiera. Para el análisis econométrico se toma como variable dependiente el porcentaje de recursos provenientes de la fuente RBPN. Los resultados arrojados por MINITAB en el procedimiento de regresión paso a paso se presentan en la última columna de la Tabla 4⁶.

La relación de la importancia de la fuente de financiación banca privada con la variable recursos propios resultó negativa, sugiriendo que las empresas a medida que aumentan la acumulación de recursos propios reducen la utilización de recursos de la banca privada en la financiación de sus innovaciones. Se nota que la relación negativa puede ser sencillamente debida a que las variables están expresadas en términos de porcentajes: Si al comienzo de vida de la empresa la financiación proviene 100% de los recursos propios, cuando la empresa adquiere algo de deuda, la financiación por medio de recursos patrimoniales necesariamente disminuye a un valor menor del 100%. No obstante, los resultados son contrarios a lo que se esperaría si las cifras estuvieran expresadas en valores monetarios, caso en el que la relación debería ser positiva, al menos dentro de ciertos niveles de patrimonio⁷. La relación negativa encontrada podría sugerir un modelo de decisión de financiación de la innovación en el que, en la medida en que la empresa aumenta sus recursos internos mediante retención de utilidades, reduce la utilización de crédito bancario, por considerar que los recursos patrimoniales son más idóneos como fuente de financiación que los provenientes del endeudamiento bancario [con tasas de interés tan altas como las que la banca colombiana les cobra a las Pyme, no es insólito pensar que la tasa de rentabilidad sobre los activos (ROA) que obtienen estas sobre sus inversiones en innovación sean inferiores a las tasas que deben pagar por los créditos, por lo que la decisión financiera racional sea la de des-apalancarse una vez que se hayan acumulado recursos internos en cuantías suficientes para hacer frente a las necesidades operacionales y de inversión].

La relación positiva de la utilización del crédito bancario con el porcentaje de inversión en maquinaria y equipo se encuentra ajustada a la lógica financiera, si se asume que porcentajes más altos de inversión en activos fijos se traducen en una mayor disponibilidad de activos que puedan ser empleados como garantías reales, lo cual disminuirá la renuencia de los bancos a hacer préstamos para invertir en innovación. Las relaciones positivas significativas del uso de

financiación bancaria con las variables que indican la realización de innovaciones sugieren que la banca privada nacional ha desempeñado un papel significativo con la realización de innovación amplia (y en menor grado con la innovación estricta)⁸.

D) Análisis de las variables que pueden afectar que las empresas hagan o no uso de las fuentes de financiación Recursos públicos y Recursos de capital nacional.

Como puede apreciarse en la Tabla 5, el número de empresas que en el periodo 2007-2008 obtuvieron recursos de fuentes externas a la empresa diferentes de banca privada fueron relativamente pocas, lo cual explica la baja importancia relativa que alcanzó cada una de estas fuentes en la financiación de las actividades de innovación.

En la Tabla 5 se presentan resultados del análisis adelantado para dos de estas fuentes seleccionadas por el interés que existe sobre ellas y porque han tenido trascendencia en otros países (Kahn, Melo y Matos, 2014): *Recursos públicos*, fuente empleada por 81 empresas, y *Recursos de capital nacional*, presente en 56 empresas. Es de aclarar que los resultados discutidos a continuación son, entonces, tentativos debido a que las muestras son relativamente pequeñas y a los bajos coeficientes de determinación obtenidos en los modelos econométricos.

Tabla 5.
Número y porcentaje de las empresas que tuvieron financiación externa durante el periodo 2007-2008

| Tipo de financiación | Total empresas | % |
|--|----------------|---------------|
| Recursos propios otras empresas del grupo | 34 | 3,16 |
| Recursos públicos | 81 | 7,53 |
| Recursos banca privada nacional | 817 | 75,93 |
| Recursos banca privada extranjero | 34 | 3,16 |
| Recursos de otras empresas nacional | 29 | 2,70 |
| Recursos de otras empresas extranjero | 0 | 0,00 |
| Recursos de capital nacional | 56 | 5,20 |
| Recursos de capital extranjera | 3 | 0,28 |
| Recursos cooperación o donaciones nacional | 16 | 1,49 |
| Recursos cooperación o donaciones extranjero | 6 | 0,56 |
| Total empresas | 1076 | 100,00 |

Fuente: Cálculos de los autores con base en información EDIT IV.

Análisis de la fuente Recursos públicos y la fuente Recursos de capital nacional.

Recursos públicos es la variable dependiente del modelo y las variables independientes son: el porcentaje de inversión en maquinaria y equipo, el porcentaje de recursos propios, el tamaño, sector económico 1 y 2, la tipología de innovación (amplia y estricta) y la propiedad del capital⁹:

Probit: Recursos públicos= M y E; Recursos propios; Log Tamaño promedio; Sector1 dummy; Sector2 dummy; Innoampliadummy; Innoestrictadummy; Propiedaddelcap

Adicionalmente, se plantea un modelo para medir la probabilidad de la utilización de la fuente Recursos de capital nacional con la siguiente estructura:

Probit: CapitalNal=MyE; Rcrsospropios; LogTamaoprmedio; Sector1 dummy; Sector2 dummy; Innoampliadummy; Innoestrictadummy; Propiedaddelcap

Los resultados de dichos modelos se resumen en la Tabla 6. La primera parte de la tabla muestra que el modelo de Recursos públicos es significativo, aunque el conjunto de variables solamente explica el 8.6 % del cambio en la probabilidad de obtener recursos públicos.

Al revisar las variables individuales se observa que la probabilidad de usar recursos públicos aumenta de manera estadísticamente significativa si aumenta el uso de recursos internos y si crece el tamaño de la empresa. De otra parte, la probabilidad de obtener financiación de recursos públicos disminuye en la medida en que aumenta la importancia de la maquinaria y equipo en el total de recursos invertidos en innovación. El modelo también evidencia relaciones significativas de naturaleza negativa entre el uso de recursos públicos y la realización de innovación: el que una empresa haga innovación amplia o estricta reduce la probabilidad de utilizar recursos públicos en 19.56 y 7.04 puntos básicos.

Tomando en su conjunto los resultados anteriores, estos indican que los recursos públicos han fluido con mayor probabilidad a empresas que tienen un buen respaldo patrimonial en términos de recursos internos, son de mayor tamaño, no hacen innovación y la inversión no ha sido en maquinaria. Si los recursos públicos hubiesen tenido como finalidad principal promover la innovación y apoyar la financiación de empresas cuyos propietarios no tuviesen recursos suficientes para invertir en su patrimonio, podría concluirse que la eficacia en la asignación de estos recursos fue baja¹⁰. Esta conclusión, si bien tentativa, coincide con el diagnóstico elaborado por Gómez y Mitchell (2014) en el que se afirma que los recursos públicos (canalizados a

Tabla 6. Regresión probit. Variables dependientes: Porcentaje de Recursos públicos y de Recursos de capital nacional. Consolidado 2007-2008.

| Modelo probit: recursos públicos | | | | Modelo probit: recursos capital nacional | | | |
|------------------------------------|-----------|----------------------|----------------------------------|--|----------------------|---------|--|
| Probit regression | | Numbers of obs = 954 | Probit regression | | Numbers of obs = 954 | | |
| Log Likelihood = -253.32998 | | LR chi2 (8) = 47.79 | Log Likelihood = -196.52752 | | LR chi2 (8) = 33.15 | | |
| Marginal Effects after probit | | Prob > chi2 = 0.0000 | Marginal Effects after probit | | Prob > chi2 = 0.0001 | | |
| Y = Pr (Rcrsospublicos) = 0.069834 | | Pseudo R2 = 0.0862 | Y = Pr (CapitalNal) = 0.04425094 | | Pseudo R2 = 0.0778 | | |
| VARIABLE | COEF. | dy/dx mfx | P > [z] | COEF. | dy/dx mfx | P > [z] | |
| MyE | -0.341474 | -0.045765 | 0.051 | -0.6853067 | -0.064085 | 0.000 | |
| Rcrsospropios | 0.6960609 | 0.093288 | 0.001 | -1.056782 | -0.098823 | 0.000 | |
| Log Tamaoprmedio | 0.1551011 | 0.0207871 | 0.002 | -0.843484 | -0.007887 | 0.134 | |
| Sector1 dummy | -0.061523 | -0.008122 | 0.744 | 0.2399172 | 0.0241092 | 0.361 | |
| Sector2 dummy | -0.151222 | -0.020442 | 0.407 | 0.2390743 | 0.0221538 | 0.304 | |
| Innoampliadummy | -0.940140 | -0.195696 | 0.037 | 0.1847272 | 0.0154975 | 0.685 | |
| Innoestrictadummy | -0.803293 | -0.070453 | 0.000 | 0.4996871 | 0.063635 | 0.472 | |
| Propiedaddelcap | -0.012712 | -0.001690 | 0.952 | -0.7493413 | -0.041578 | 0.001 | |
| _Constante | -1.061428 | | | -0.9444922 | | | |

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Fuente: Cálculo de los autores basado en microdatos de EDIT IV.

través del SENA y otras entidades) no han sido adecuadamente utilizados en el estímulo de la innovación.

Por otra parte, el análisis de la fuente de financiación *Recursos de capital nacional* indica que el modelo en su conjunto es significativo, pero su poder explicativo es relativamente bajo. A nivel de las variables individuales, tres de ellas afectan de manera negativa estadísticamente significativa la probabilidad de obtener *Recursos de capital nacional*: la inversión en maquinaria y equipo, el uso de la fuente de recursos propios y la propiedad del capital. Más específicamente, los resultados indican que invertir en maquinaria y equipo disminuye la probabilidad de utilizar recursos de capital nacional en 6.40 puntos porcentuales, mientras que aumentar el porcentaje financiado de recursos propios disminuye la probabilidad de utilizar recursos de capital nacional como fuente de financiamiento en 9.88 %, y el hecho de que la empresa sea de propiedad extranjera disminuye la probabilidad de usar esta fuente de recursos en 4.15 puntos porcentuales. Si se tiene en cuenta que esta fuente de financiación (que incluye recursos de capital privado y capital de riesgo) es particularmente apropiada para la financiación de emprendimientos/proyectos en los que la inversión toma la forma de activos intangibles y donde los recursos propios son insuficientes (Jiménez, 2008; Barona y Rivera, 2012), el análisis sugiere que este tipo de recursos están siendo eficazmente asignados y se privilegia con ellos a las empresas nacionales.

E) Comparación con hallazgos de otras investigaciones sobre la financiación de la innovación.

El resultado que dice que la principal fuente de financiación para la innovación son los recursos propios coincide con la mayor parte de investigaciones realizadas tanto en países desarrollados como en naciones en desarrollo. De otra parte, la importancia de la financiación bancaria tiende a ser mayor en países en desarrollo, lo mismo que la financiación provista por organismos públicos.

Brown, Fazzari y Petersen (2009) encontraron que en Estados Unidos las empresas jóvenes registradas en bolsas de valores en las industrias de alta tecnología financian sus inversiones en I&D “casi que enteramente de patrimonio interno o externo (i.e. de flujo de caja o emisión pública de acciones)... Más aún, las firmas de alta tecnología típicamente agotan los recursos internos y emiten acciones como su fuente marginal de fondos” (p. 152). Una encuesta llevada a cabo entre firmas en Alemania con el fin de identificar las fuentes empleadas para financiar proyectos de innovación adelantados entre los años 2004 - 2006 (Spielkamp y Rammer, 2009) reveló que la gran mayoría de firmas (un 87 %) financió los proyectos con fondos generados por las ope-

raciones corrientes, tales como utilidades, ventas, capital de trabajo o extensión de los términos de pago. A diferencia de lo encontrado en el estudio de Brown, Fazzari y Petersen (2009), en este se encontró que los préstamos bancarios tuvieron un papel relativamente importante en la financiación, lo mismo que la financiación de entidades públicas. Igualmente, Kerr y Nanda (2014) reseñan varios artículos en los que se argumenta a favor de la utilización de deuda en la financiación de innovación y describen las condiciones en las cuales el uso de esta fuente para financiar innovación es razonable.

Ayyagari et al. (2011) investigaron las características de las firmas que estaban asociadas con la realización de actividades de innovación en una muestra de más de 19.000 firmas ubicadas en 47 economías en desarrollo. En lo que tiene que ver con la financiación, en el estudio se encontró que el acceso a la financiación externa está asociado con una mayor innovación por parte de las firmas; comentan los autores que la financiación externa toma con mayor probabilidad la forma de financiación bancaria. Adicionalmente, los autores en su estudio encontraron que “la financiación bancaria está asociada con niveles más altos de innovación en relación con otras formas de financiación como fondos internos, arreglos de leasing, fondos de inversión, crédito comercial, tarjetas de crédito, patrimonio, familia y amigos, y otras fuentes informales” (Ayyagari et al., 2011, p. 1576).

Melo y Siqueira (2014) hacen un análisis del Sistema Nacional de Innovación en Brasil¹¹. Sus hallazgos, referidos al año 2008, muestran que las fuentes de financiación propias son las más importantes tanto para la financiación de la investigación y desarrollo como para la de otras actividades de innovación, representando en el primer caso el 76% de las fuentes totales y en el segundo el 75%. A diferencia de lo encontrado en Ayyagari et al. (2011) la principal fuente de financiación externa fueron los fondos provenientes de entidades públicas, que representaron el 19% de financiación de la I&D y el 16% de la financiación de otras actividades de innovación; las fuentes privadas solo representaron el 4 % y el 9% de las fuentes totales (Melo y Siqueira, 2014, pp. 54, 58).

2. Conclusiones

Las inversiones de las empresas innovadoras en Colombia en el periodo 2007-2008 estuvieron representadas principalmente en maquinaria y equipo: 76.3% de los recursos. Siguiendo en importancia están las inversiones en actividades I&D internas y en mercadeo de innovaciones, categorías de inversión con porcentajes, en relación con la inversión total, del 7.6%. El gran peso de la inversión en activos de naturaleza tangible tiene influencia sobre las fuentes de financiación

empleadas pues la congruencia entre duración de la inversión y la fuente de financiación hace que recursos de largo plazo se acoplen mejor a las características de la inversión en maquinaria. De otra parte, el hecho de que la maquinaria y equipo (al menos alguna parte de esta inversión) pueda servir como colateral, disminuye el riesgo moral de entidades/personas que estén considerando la posibilidad de extender crédito a la empresa innovadora. La gran prominencia de las fuentes de financiación interna (76.3% de los recursos en el periodo) y de los préstamos de la banca privada (18.2% de los recursos) son resultados compatibles con los de la literatura académica reciente sobre el tema, particularmente (pero no exclusivamente - ver información sobre Alemania en Spielkamp y Rammer, 2009) la que hace referencia a países en desarrollo, en que la deuda ha desempeñado también un papel destacado en la financiación de la innovación.

Los hallazgos permitieron identificar que los recursos estatales han ocupado un lugar menor en Colombia en la financiación de la innovación y que los relativamente pocos recursos no parecen haber sido eficazmente asignados. Esta conclusión preliminar coincide con la de Gómez y Mitchell (2014) acerca de la mala asignación que se ha hecho en el país de los recursos públicos destinados a la innovación, pero está en contradicción con Arbeláez y Parra (2011) quienes afirman que la inversión pública ha sido altamente relevante.

Con respecto a la utilización de la fuente *Recursos de capital nacional*, este estudio sugiere que esta fuente de recursos, que incluye recursos de capital privado y capital de riesgo, está llegando a empresas que tienen dificultades de financiación por no tener inversiones significativas en maquinaria y equipo ni inversión patrimonial de los dueños. No obstante, los resultados indican también ausencia de relación significativa entre el uso de esta fuente de recursos y la clasificación de empresas como innovadoras. Esto coincide con lo observado en otros estudios que afirman que el capital de esta naturaleza que está surgiendo en Colombia (o llegando del exterior) se ha estado invirtiendo en empresas convencionales (Barona y Rivera, 2012). Los gobiernos colombianos de los últimos años han venido promoviendo la llegada al país de fondos de capital de riesgo extranjero y el desarrollo de fondos nacionales. Este es un esfuerzo tendiente a subsanar la relativa ausencia de recursos para financiar empresas nuevas e innovadoras. No obstante, en varios estudios (Hall, 2002; Dittmer, McCahery y Vermeulen, 2013; Kerr y Nanda, 2014) se han evidenciado las limitaciones de estos fondos, lo cual indica que el Gobierno debe pensar también en otros mecanismos que estimulen la financiación de la innovación en Colombia. El Estado tiene un papel trascendental que jugar para desarrollar mecanismos que garanticen un flujo adecuado de recursos, particular-

mente a las empresas jóvenes e innovadoras. Este rol, sin embargo, va más allá del indicado en reciente estudio de Fedesarrollo (Gómez y Mitchell, 2014) acerca del fortalecimiento de los recursos públicos a ser destinados a estos propósitos y debe incluir el establecimiento de estímulos para desarrollar el mercado de acciones en Colombia¹² (con el fin de garantizar mecanismos de salida satisfactorios para inversionistas ángeles y fondos de capital privado y de riesgo), introducir reformas que permitan un mercado bancario más incluyente y competitivo (Rajan y Zingales, 2003; Galindo y Meléndez, 2013; Cornaggia, Mao, Tian y Wolfe, 2013), establecer mecanismos adicionales que permitan a las empresas aumentar los recursos internos que pueden dedicar a la financiación de la innovación (mejorando los estímulos fiscales) y establecer mecanismos para que la financiación de amigos, parientes y similares, que ha existido en el país (Barona y Rivera, 2013) y ha demostrado ser un factor significativo, no solo para financiación de empresas sino para un mayor desarrollo social (Putman, 1993)¹³ y que Hernández (2008) también ha documentado que existe en el país, aunque con un desarrollo incipiente, despliegue todo su potencial (Ver Barona, 2014).

El estudio aquí reportado se basa en información de naturaleza micro. Para obtener una más amplia comprensión de la forma en que la innovación es financiada se requieren trabajos que involucren también aspectos macroeconómicos. Estudios como los de Kahn, Melo y Matos (2014) presentan dicho enfoque amplio y reconocen también la importancia de estudiar en cada país aspectos históricos e institucionales.

Los autores desean finalmente mencionar limitaciones que impidieron llegar a conclusiones más robustas. En primer lugar, la EDIT IV no contiene información sobre si la empresa es o no familiar o pertenece a algún conglomerado, lo cual ha sido encontrado relevante en estudios similares (Ver Spielkamp y Rammer, 2009).

En segundo lugar, el DANE, argumentando su compromiso de mantener la anonimidad de los participantes en la encuesta, no facilitó a los investigadores información sobre la edad de las empresas a pesar de que esta es recogida en la EDIT IV. En tercer lugar, algunas de las regresiones en que se basaron las conclusiones, a pesar de resultar estadísticamente significativas, arrojaron bajos coeficientes de determinación indicando que algunas variables independientes que no fueron incluidas en los análisis tuvieron incidencia importante sobre los valores asumidos por las variables dependientes. ≡

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Notas

1. La literatura reciente investiga nuevos aspectos relacionados con la financiación de la innovación por medio de patrimonio. Así por ejemplo, Bernstein (2012) examina el efecto que tiene la decisión de registrar una empresa en una bolsa de valores sobre la calidad y otras características de la actividad innovadora.
2. Para seleccionar estas variables se tomaron en cuenta principalmente los resultados de los estudios de Hall y Lerner, 2010; García, Barona y Madrid, 2013; Barona y Rivera 2012 y 2013; Barona, Rivera y Aguilarera, 2015.
3. Para examinar la validez de los resultados de esta regresión se hicieron varios procedimientos: en primer lugar se examinaron los residuos. Aunque el análisis permitió identificar algunas observaciones aparentemente atípicas, no se eliminaron de la muestra pues no se encontró evidencia de que estas no están basadas en la población objeto de estudio. La observación del gráfico de probabilidad normal arrojado por MINITAB también llevó a los investigadores a la conclusión de que el supuesto de que el término de error tiene una distribución normal es razonable (Anderson, Sweeney & Williams, 2009, pp. 588-595). Se calcularon también los Valores de inflación de varianza para cada una de las variables independientes, estos en todos los casos fueron inferiores a 10, sugiriendo que no existen problemas de multicolinealidad.
4. Según el DANE (2011b), en la Encuesta de desarrollo.... (13 de mayo) se obtiene la siguiente información sobre los sectores que más invirtieron en innovación: "En 2008, el grupo industrial de fabricación de papel y cartón y sus productos (CIU 210) hizo el mayor aporte a la inversión en ACTI con 10,1 % (\$320.763 millones) del total. El grupo de elaboración de bebidas (CIU 159) ocupó el segundo lugar con una participación de 9,8 % (\$310.602 millones). Le siguen en orden de importancia: otros productos químicos (CIU 242) con 7,5 % (\$238.057 millones); fabricación de productos de refinación de petróleo (CIU 232) con 7,2 % (\$227.167 millones); productos de plástico (CIU 252) con 6,1 % (\$192.134 millones); ingenios, refinerías de azúcar y trapiches (CIU 157) con 5,8 % (\$184.310 millones) y producción, transformación y conservación de carne y pescado (CIU 151) con 5,6 % (\$175.699)".
5. Siguiendo la teoría de los costos de transacción desarrollada por Williamson (1985; 1996), un activo tiene una alta especificidad si no puede ser reasignado a usos alternativos del uso corriente, excepto con una pérdida de su valor productivo. La determinación del grado de especificidad de los activos en las diferentes industrias cubiertas en la EDIT IV trasciende los alcances del presente estudio, por lo que las relaciones que se mencionan en este informe deben entenderse como muy preliminares. Conocimiento casuístico de los autores sugiere que en el sector de papel y la maquinaria y equipo tienden a no ser muy específicos y empresas nuevas o pequeñas en este sector compran con alguna frecuencia activos que las empresas líderes han usado previamente por algún tiempo.
6. Se hicieron las mismas pruebas de validez de la regresión (análisis de residuos, factor de inflación de varianza) mencionadas anteriormente y se llegó a las mismas conclusiones: que el supuesto de distribución normal de los residuos es razonable y que no parecen existir problemas de multicolinealidad.
7. Es común en la literatura sobre crédito bancario enunciar que los bancos, al estudiar la concesión de créditos, emplean modelos en los que el capital de las empresas es uno de los elementos más importantes. Por ejemplo, Gup y Kolari (2005, pp. 263-264) mencionan el uso del tradicional modelo de evaluación de una solicitud de préstamo basada en las 6 C del crédito: carácter, capacidad, capital, colateral, condiciones y cumplimiento con las condiciones y las regulaciones. La C de capital hace referencia al patrimonio del solicitante de crédito (la C de colateral tiene que ver con el tipo de activos que tiene la empresa y que podrían ser pignorados).
8. Al agruparse la financiación bancaria nacional y extranjera en una sola fuente de financiación (se definió esta variable como financiación bancaria total), tomar como variable dependiente el porcentaje que de la financiación total representó la variable financiación bancaria total y tomar como independientes las ocho variables mencionadas anteriormente, se obtuvo que las variables Financiación con recursos propios e Inversión en maquinaria y equipo resultan ser las únicas significativas y su variación explica algo más del 82 % de la variación total de la importancia relativa de la financiación bancaria total (los resultados de esta regresión están disponibles para quienes los soliciten).
9. Los modelos Probit se realizaron utilizando Stata 12.
10. Según información contenida en el DANE (s.f.), los recursos públicos fueron proporcionados por Colciencias, el SENA, Proexport y la línea de cofinanciación de Fomipyme. No se provee información sobre los objetivos específicos que cada institución tuvo al asignar los recursos; la consecución de esta información excede los alcances del presente estudio, por lo que nuestro juicio sobre la eficacia en la asignación de los recursos es solo tentativa.
11. Según este estudio, el porcentaje de firmas innovadoras en el Brasil (38.1 %) es bastante similar al que arrojó la EDIT IV para Colombia.
12. Lerner (2009) provee una extensa descripción de algunos esfuerzos que han hecho países que han tenido éxito en esta labor.
13. "Señalados típicamente como esenciales para el éxito industrial en Italia y más allá, son las normas de reciprocidad y las redes (net works) de compromiso cívico. Las redes facilitan el flujo de información acerca de desarrollos tecnológicos, acerca del valor crediticio de potenciales emprendedores, acerca de la confianza que se puede tener en los trabajadores individuales, etc. La innovación depende de la continua interacción informal en cafés, bares y las calles" (Putman, 1993, p.161).

Referencias bibliográficas

1. ANDERSON, David, SWEENEY, Dennis y WILLIAMS, Thomas. Essentials of Statistics for Business and Economics (5 Ed.). South western: Thomson, 2009.
2. ARBELÁEZ, María y PARRA, Mónica. Innovation, R&D Investment and Productivity in Colombian Firms (2011) IDB. Working Paper. No. 251, 2011.
3. ARROW, Kenneth. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. En: Richard NELSON (ed.). The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors (pp. 609-626). Princeton: Princeton University Press, 1962.
4. AYYAGARI, Meghana. DEMIRGÜC-KUNT, Asli y MAKSIMOVIC, Vojislav. Firm Innovation in Emerging Markets: The Role of Finance, Governance and Competition. En: Journal of Financial and Quantitative Analysis, (46), 1545-1580, 2011.
5. BARONA, Bernardo. Sistemas Financieros Incluyentes. Cali: Boletín Polis No. 13. Universidad ICESI, 2014.
6. BARONA, Bernardo y RIVERA, Jorge. Finanzas Emprendedoras en Colombia. Conceptos y resultados de algunos estudios. Cali: Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad del Valle, 2012.
7. BARONA, Bernardo y RIVERA, Jorge. Financiación de nuevas empresas: comparación de las fuentes de financiación en Colombia y Chile. En: Cuadernos de Administración (Universidad Javeriana), 26 (46) 11-36, 2013.
8. BARONA, Bernardo; RIVERA, Jorge y AGUILERA, Carlos. Análisis de la Relación Innovación Empresarial con la Financiación en Colombia. Grupo de investigación en Generación de Valor Económico. (Borra-

- dor, tercera versión). Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad del Valle, octubre 30, 2014.
9. BERGER, Allen y UDELL, Gregory. The Economics of Small Business Finance: The Roles of Private Equity and Debt Markets in the Financial Growth Cycle. En: *Journal of Banking and Finance*, 22, 1-69, 1998.
 10. BERNSTEIN, Shai. Does Going Public Affect Innovation? Stanford University, October 14, 2012. Descargado de <http://siepr.stanford.edu/system/files/shared/IPOsInnovation%20-%20Bernstein%5B1%5D.pdf> en octubre 6 de 2014..
 11. BROWN, James, FAZZARI, Steven y PETERSEN, Bruce. Financing Innovation and Growth: Cash flow, external equity and the 1990 R&D boom. En: *Journal of Finance* 64 (1), pp. 151-185, 2009.
 12. CARPENTER, Robert y PETERSEN, Bruce. Capital market imperfections, high-tech investment, and new equity financing. En: *The Economic Journal*, 112, F54-F72, 2002.
 13. CASSIOLATO, José y COUTO, María. Introduction: Brics National Systems of Innovation, en *Inequality and Development* (xxv – xlvi). Nueva Delhi: Routledge, 2014, citados por: KAHN, Michael, MELO, Luiz y MATOS, Marcelo (eds.). *Financing Innovation*. London: Routledge, 2014.
 14. CORNAGGIA, Jess, MAO, Yifei, TIAN, Xuan y WOLFE, Brian. Does Banking Competition Affect Innovation? August, 2013. Disponible en: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2017928
 15. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Documento Metodológico Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera EDIT. Bogotá, 2011a.
 16. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica en la industria manufacturera. EDIT IV 2007-2008. Boletín de prensa, 13 de mayo, 2011b.
 17. Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Formulario EDIT. Diccionario de datos, s.f.
 18. DITTMER, Janke; MCCAHERY, Joseph y VERMEULEN, Erik. The 'New' Venture Capital Cycle and the Role of Governments: The Emergence of Collaborative Funding Models and Platforms. En: *Tilburg Law School Legal Studies Research Paper Series No. 021*, 2013.
 19. GALINDO, Arturo y MELÉNDEZ, Marcela. Small Is Not Beautiful. Firm-Level Evidence of the Link between Credit, Firm Size and Competitiveness in Colombia. En: *IDB Working Paper No. 395*, 2013.
 20. GARCÍA, Domingo, BARONA, Bernardo y MADRID, Antonia. Financiación de la Innovación en las Mipymes Iberoamericanas. En: *Estudios Gerenciales*, 29, (126), 12-16, 2013.
 21. GÓMEZ, Hernando y MITCHELL, Daniel. Innovación y emprendimiento en Colombia: balance, perspectivas y recomendaciones de política, 2014-2018. En: *Cuadernos de Fedesarrollo* (50), 2014.
 22. GUP, Benton y KOLARI, James. *Commercial Banking. The Management of Risk*. (3 Ed). River Street, Hoboken, NJ: Wiley, 2005.
 23. HALL, Bronwyn. The Financing of Research and Development. En: *Oxford Review of Economic Policy*, 18(1), 35-51, 2002.
 24. HALL, Bronwyn & LERNER, Josh. The financing of R&D and innovation. En: Bronwyn HALL y Nathan ROSENBERG (eds.). *Handbook of the Economics of Innovation*. (vol. 1, pp. 611-639). Amsterdam: Elsevier / N.H., 2010.
 25. HERNÁNDEZ, Iván. *Empresa Innovación & Desarrollo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, 2008.
 26. HOLMSTROM, Bengt. Agency costs and innovation. En: *Journal of Economic Behavior and Organization*, 12, 305-327, 1989.
 27. JIMÉNEZ, Luis. Capital de riesgo e Innovación en América Latina. En: *Revista CEPAL* (96), 173-187, 2008.
 28. KAHN, Michael., MELO, Luiz y MATOS, Marcelo (eds.). *Financing Innovation*. London: Routledge, 2014.
 29. KERR, William y NANDA, Ramana. *Financing Innovation*. En: HBS working Paper 15-034, November 5 2014.
 30. LERNER, Josh. *Boulevard of Broken Dreams: Why Public Efforts to Boost Entrepreneurship and Venture Capital Have Failed. - and What to do about it*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009.
 31. MANN, William. Creditor rights and innovation: Evidence from patent collateral. En: *Job Market Paper*, January 22, 2014.
 32. MELO, Luiz y SIQUEIRA, Marcia. Innovation, Finance and Funding in the National System of Innovation: The Brazilian Case. En: Michael KAHN, Luiz MELO y Marcelo MATOS (eds.), *Financing Innovation* (pp. 21-78). New Delhi: Routledge, 2014.
 33. PUTMAN, Robert. *Making Democracy Work. Civic Traditions in Modern Italy*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1993.
 34. RACHEV, Svetlozar, MITTNIK, Stefan, FABOZZI, Frank, FOCARDI, Sergio y JASIC, Teo. *Financial Econometrics. From Basics to Advanced Modeling Techniques*. Hoboken: Wiley, 2007.
 35. RAJAN, Raghuram y ZINGALES, Luigi. The great reversals: the politics of financial development in the twentieth century. En: *Journal of Financial Economics*. 69, 5-50, 2003.
 36. SCHUMPETER, Joseph. *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper Perennial, 2008. (Primera edición publicada en 1942).
 37. SOETE, Luc, VERSPAGEN, Bart y WEEL, Bas. *Systems of Innovation*. En: Bronwyn HALL y Nathan ROSENBERG (eds.), *Handbooks in Economics. Economics of Innovation*. (vol. 2, pp. 1161-1180). Amsterdam: Elsevier / N.H., 2010.
 38. SPIELKAMP, Alfred y RAMMER, Christian. Financing of innovation-thresholds and options. En: *Management & Marketing*, Vol. 4 No. 2, pp. 3-18, 2009.
 39. WILLIAMSON, Oliver. *The Economic Institutions of Capitalism*. New York. The Free Press, 1985.
 40. WILLIAMSON, Oliver. *The Mechanisms of Governance*. Oxford: Oxford University Press, 1996.

ANEXO A

Fuentes de financiación de la empresa

| | Fuente de financiación | Descripción |
|----|---|---|
| 1 | Recursos propios de la empresa | Fondos pertenecientes a la empresa que provienen del ejercicio de su actividad económica, destinados para financiar inversiones en actividades científicas, tecnológicas y de innovación. |
| 2 | Recursos de otras empresas del grupo | Fondos pertenecientes a otras empresas del mismo grupo (con las cuales existe una estrecha relación jurídica o financiera) que se otorgan a la empresa en calidad de préstamo o donación para financiar inversiones en actividades científicas, tecnológicas y de innovación. |
| 3 | Recursos públicos | Fondos obtenidos por medio de alguna(s) de las líneas de financiamiento público para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación (Listadas en el numeral III.2). Se incluyen los recursos reembolsables y no reembolsables. |
| 4 | Recursos de banca privada nacional | Fondos otorgados por parte de instituciones financieras de propiedad privada nacional que realizan funciones de captación y financiamiento. |
| 5 | Recursos de banca privada extranjera | Fondos otorgados por parte de instituciones financieras de propiedad privada extranjera que realizan funciones de captación y financiamiento. |
| 6 | Recursos de otras empresas nacionales | Fondos pertenecientes a otras empresas nacionales que no hacen parte del mismo grupo que se otorgan a la empresa en calidad de préstamo o donación para financiar inversiones en actividades científicas, tecnológicas y de innovación. |
| 7 | Recursos de otras empresas extranjeras | Fondos pertenecientes a otras empresas extranjeras que no hacen parte del mismo grupo que se otorgan a la empresa en calidad de préstamo o donación para financiar inversiones en actividades científicas, tecnológicas y de innovación. |
| 8 | Recursos de capital nacional | Fondos provenientes de los aportes de inversionistas nacionales que se vinculan a la empresa a través de fondos de capital privado, fondos de capital de riesgo, operaciones en bolsa de valores, o inversiones específicas como inversionistas ángeles. |
| 9 | Recursos de capital extranjero | Fondos provenientes de los aportes de inversionistas extranjeros que se vinculan a la empresa a través de fondos de capital privado, fondos de capital de riesgo, operaciones en bolsa de valores, o inversiones específicas como inversionistas ángeles. |
| 10 | Recursos de cooperación o donaciones nacional | Fondos no reembolsables, otorgados por organizaciones gubernamentales nacionales o por organizaciones no gubernamentales (los fondos pueden ser en efectivo, bienes o servicios). Donaciones hechas por organizaciones nacionales o internacionales ya sean públicas, privadas o mixtas. |
| 11 | Recursos de cooperación o donaciones extranjero | Fondos no reembolsables, otorgados por organizaciones gubernamentales de un país extranjero o por organizaciones no gubernamentales (los fondos pueden ser en efectivo, bienes o servicios). Donaciones hechas por organizaciones nacionales o internacionales ya sean públicas, privadas o mixtas. |

Fuente: Elaboración propia con base en información del formulario encuesta EDIT(DANE, s.f.).