

# Impacto de la banda ancha en la actividad innovadora: evidencia desde América Latina

*Impact of broadband on innovation activity: evidence from Latin America*

**Juan Jung\***

**Resumen.** El presente artículo pretende estudiar si la adopción y el uso de banda ancha impactan positivamente en la propensión a innovar, en el caso de una muestra de empresas de América Latina. Para ello se utiliza una base de datos de encuestas a empresas realizadas por el Banco Mundial en 2006 y 2010. A partir de estos datos se estiman, para diversas medidas de actividad innovadora, modelos econométricos que controlan la potencial endogenidad entre las variables de innovación y banda ancha. Los resultados sugieren, para la muestra relevada, que el hecho de acceder a una conexión de banda ancha y utilizarla en forma intensa genera para las empresas de la región incrementos considerables en la probabilidad de introducir nuevos procesos, nuevos productos, y en patentar internacionalmente. El control de la endogenidad incrementa significativamente el resultado del impacto atribuido a la banda ancha, lo que es consistente con otros estudios de la literatura. El motivo podría ser la presencia de factores inobservables que influyen la actividad innovadora, pero que estén negativamente correlacionados con la disponibilidad de banda ancha.

**Palabras clave:** innovación, banda ancha, Internet.

**Abstract.** The purpose of this paper is to examine whether the adoption and intensive use of broadband has a positive impact in the propensity to innovate in a sample of Latin American enterprises. The empirical analysis uses the database from Enterprise Surveys of the World Bank for 2006 and 2010. The econometric analysis considers potential endogeneity among innovation activities and broadband. Results suggest, for the analyzed sample, that having a broadband connection and using it intensively increases significantly the probability of introducing new process, of introducing new products, and international patenting. Controlling endogeneity increases significantly the result of the impact of broadband in comparison with standard models, something which is consistent with results found in the literature. The reason may be the presence of unobservable factors which may influence innovation activity, being at the same time negatively correlated with broadband availability.

**Keywords:** innovation, broadband, Internet.

**JEL Classification:** O31.

## 1. Introducción

En América Latina existe una brecha de innovación con respecto a otras regiones del mundo. Los emprendedores latinoamericanos son menos propensos a introducir nuevos productos, a invertir en investigación y desarrollo (I + D) y a patentar, en comparación con emprendedores de otras regiones (Lederman et al., 2014).

Un incremento en la actividad innovadora genera impactos positivos en el crecimiento de las empresas y en el proceso de cambio tecnológico, lo que resulta importante para los países en vías de desarrollo. La innovación y el desarrollo tecnológico en pequeñas empresas son importantes porque generan incrementos en producción y porque pueden desempeñarse como catalizadores de amplios cambios tecnológicos (Schumpeter, 1934).

El presente artículo se enfoca en estudiar el rol de la conectividad a internet de alta velocidad y su uso intensivo, como un elemento que puede potenciar el desarrollo de innovaciones. Lo propuesto resulta importante para el posible diseño de estímulos a la actividad innovadora. A su vez, es un asunto de actualidad debido a los avances que vienen mostrando varios países de la región en materia de conectividad, a través de planes de masificación que involucran la inversión de montos significativos.

Considerando lo anterior, las contribuciones del presente artículo se resumen en tres: a) en primer lugar, el foco de estudio es América Latina, región que no ha sido extensamente abordada en la literatura y que presenta una brecha de innovación con respecto a otras regiones; b) en segundo lugar, se trabajará con una diversidad de variables vinculadas a la actividad innovadora, lo que genera la oportunidad de realizar análisis enriquecedores y robustos, y c) se avanzará en la detección de la causalidad del impacto, controlando por la potencial endogenidad. Esto último resulta particularmente importante debido a que, si bien existen artículos similares que han controlado la endogenidad a nivel agregado, no hay mayores

casos de evidencia en la literatura que estimen la causalidad del impacto de la banda ancha a nivel de empresa, con la posible excepción del análisis de Bertschek et al. (2013) para una muestra de empresas alemanas.

El artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: a continuación se presenta una breve revisión de la literatura en la materia, luego se presentan la metodología y los datos a utilizar, se describen los resultados y se culmina el trabajo con unas breves conclusiones.

## 2. Impacto económico de las TIC

Luego de resuelta la llamada *Productivity Paradox* de Solow (1987), numerosos artículos han comenzado a hallar evidencia del impacto de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la productividad y en el crecimiento (Colecchia y Schreyer, 2002; Fornfeldt et al., 2008; Koutroumpis, 2009; Qiang y Rossotto 2009; Bertschek et al., 2011; Czernich et al., 2011; Katz, 2012).

A nivel de empresa, las TIC pueden contribuir al ahorro de factores de producción, a flexibilizar procesos y a mejorar la calidad de los productos. Las TIC se han convertido en una parte sustancial del entorno social y de negocios (Cardona et al., 2013). Dentro de sus ventajas, pueden destacarse su rol para reducir los costos de comunicación (Jorgenson, 2001), estimular inversiones adicionales (Colecchia y Schreyer, 2002) y permitir reestructuraciones sustanciales (Brynjolfsson y Hitt, 2000).

Cardona et al. (2013) afirman que las inversiones en TIC hacen posible un más rápido procesamiento de información, permiten que las empresas establezcan nuevas vías de comunicación con proveedores y clientes, así como procesos de distribución. Los procesos internos pueden ser racionalizados reduciendo las necesidades de capital a través de mejoras en utilización de equipamiento y reducción de inventarios. El flujo de información adecuada en tiempo y forma permite reducir los costos de coordinación, la cantidad de supervisores

requeridos, lo que reduce los costos laborales y facilita la toma de decisiones (Arvanitis y Loukis, 2009; Atrostic et al., 2002; Gilchrist et al., 2001).

Las TIC pueden generar externalidades a través de mejoras en la eficiencia de los procesos de producción, y a través de la acumulación de capital organizacional intangible (Stiroh, 2002). Ello permite acelerar el crecimiento de la productividad de los factores en industrias intensivas en el uso de las TIC y, como consecuencia, generar crecimiento económico.

En la región de América Latina, diversos análisis tienden a confirmar que las TIC y las actividades tecnológicas afectan positivamente los resultados a nivel de empresas, como la productividad del trabajo en Colombia, Argentina y Uruguay y la rentabilidad en Perú, Colombia y Argentina (Balboni et al., 2011). En particular, Charlo (2011) analizó el impacto de las TIC y de la actividad innovadora en la productividad de una muestra de empresas uruguayas y encontró un impacto positivo en la productividad. Estos análisis consideran las actividades de innovación como complementarias a los efectos de las TIC sobre la *performance* de las empresas, pero no abordan directamente el impacto de las TIC sobre la innovación en ese nivel.

### TIC e innovación

Las TIC constituyen un caso de tecnologías que operan como facilitadoras de innovaciones, lo que puede generar incrementos en productividad (Bertschek et al., 2013; Cardona et al., 2013, y Pilat, 2004). Por ejemplo, según Lee (2000), las TIC tienen un impacto directo en la innovación al facilitar los vínculos entre diferentes organizaciones. Las instancias de aprendizaje e integración generadas aumentan las capacidades innovadoras al brindar oportunidades de capacitación, aprendizaje, intercambio de recursos y de conocimiento.

La posibilidad de clasificar a las TIC como una herramienta facilitadora de innovaciones les asignaría un rol adicional al de otros bienes de capital (Jovanovic y Rousseau, 2005), lo que resulta muy importante en un mundo en

el que el conocimiento se ha convertido en un elemento trascendente para la actividad económica. En ese sentido, la facilitación de las comunicaciones generadas por las TIC presenta el potencial de promover la creación de nuevo conocimiento a través de procesos de colaboración más eficientes (Forman y van Zeebroeck, 2010).

La reducción de los costos de comunicación generada por las TIC facilita la innovación de los empresarios en nuevos productos (Brynjolfsson y Saunders, 2010). El desarrollo de nuevas ideas gerenciales y de conocimiento organizacional vinculado a la adopción y el uso de las TIC puede difundirse entre otras empresas, generando externalidades positivas (Cardona et al., 2013). La masificación de la conectividad podría derivar en mayores niveles de innovación y productividad en sectores que utilicen las TIC en forma intensiva.

Sin embargo, la evidencia empírica acerca del rol de las TIC como herramienta facilitadora de innovaciones tecnológicas es ambigua. Entre los autores que relativizan su impacto se destaca Oz (2005), quien afirma que pueden haberse registrado impactos iniciales, pero hoy en día ninguna empresa podría sobrevivir sin un computador. En la misma línea, Gordon (2000) afirma que el impacto solo es verificado en el sector de productos manufactureros durables. Por el contrario, Hempell (2005) ha encontrado que es posible asociar la experiencia innovadora con el uso de las TIC, algo que no puede afirmar con respecto a otras inversiones. Por otra parte, Becchetti et al. (2003) han encontrado que la inversión en telecomunicaciones ha afectado positivamente la generación de nuevos productos y procesos en Italia. Añón Higón (2011) ha hallado una asociación positiva entre determinadas aplicaciones de las TIC y la capacidad de generar innovación de productos en empresas del Reino Unido. Cardona et al. (2013), tras relevar diversa literatura, afirman que la evidencia en este sentido es importante pero no definitiva, lo que resalta la necesidad de continuar investigando y aportando evidencia empírica.

Las capacidades internas de las empresas son significativas, ya que diversos estudios han mostrado que las TIC son más productivas al combinarse con inversiones complementarias, capital humano o reestructuraciones (Brynjolfsson y Hitt, 2000). El *stock* de conocimiento y las habilidades influyen la capacidad de las empresas de adoptar nuevas tecnologías (Cohen y Levinthal, 1989). La necesidad de disponer de cierta capacidad de absorción interna hace que el impacto posiblemente difiera según el nivel de desarrollo de los países analizados (*infoDev*-Banco Mundial, 2007). Ello reafirma la relevancia de contar con estudios empíricos para economías en desarrollo.

### Banda ancha e innovación

La banda ancha constituye un caso particular de las TIC. En años recientes, una parte importante del análisis se ha centrado en el rol de la banda ancha y su impacto económico (Czernich et al., 2009; Koutroumpis, 2009).<sup>1</sup> Con respecto a la contribución de la banda ancha a la actividad innovadora, puede destacarse el aporte de Fornfeldt et al. (2008), quienes argumentan que un incremento en los niveles de penetración de la banda ancha fomenta la adopción de nuevas aplicaciones y servicios, lo que acelera la innovación. Esto trae como resultado un impacto positivo en el nivel de empleo y en la economía. En la misma línea se expresan otros autores que han estudiado específicamente el impacto de la banda ancha; por ejemplo, Qiang y Rossotto (2009) y Katz (2012). La difusión de la banda ancha habilita a los individuos a innovar para producir contenidos, productos y servicios fuera de los límites de las instituciones y jerarquías tradicionales (Qiang y

Rossotto 2009). A nivel empírico, Bertschek et al. (2013) han encontrado evidencia de un impacto positivo de la banda ancha en la innovación para una muestra de empresas alemanas.

### Hipótesis a plantear

Con base en lo expresado en la revisión de literatura, podría existir una relación entre el acceso a la conectividad por banda ancha y la propensión a innovar de las empresas. Por otra parte, la facilitación de vínculos con otras organizaciones (Lee, 2000) y las externalidades de red generadas por la masificación de la conectividad (Cardona et al., 2013) llevan a plantear la posibilidad de que el impacto difiera en función de la intensidad del uso de la banda ancha. A su vez, el contar con un *stock* de conocimiento y una capacidad interna para absorber y adaptar nuevas tecnologías permite un uso de ellas más profundo e intensivo (Cohen y Levinthal, 1989).

Considerando lo anterior, se propone estudiar la siguiente hipótesis:

*La disponibilidad y el uso intenso de la conectividad de banda ancha impactan positivamente sobre la probabilidad de que las empresas desarrollen actividades innovadoras.*

En los siguientes apartados se intenta dar respuesta a la referida hipótesis.

## 3. Metodología y datos

### 3.1. Metodología

La actividad que se pretende estudiar se corresponde con una variable latente, es decir, indicadores no observables de la propensión de que ocurra el evento de interés. En ese sentido, se define como  $I^x$  a la propensión de que una empresa registre actividad innovadora. Según Cameron y Trivedi (2005), si las variables latentes fuesen observables, la especificación natural sería la correspondiente a un modelo de función índice, de forma tal que:

$$I^x = \beta_0 + x' \beta + BA' \delta + \varepsilon$$

<sup>1</sup> Czernich et al. (2009) analizaron 25 países de la OECD para el período 1996-2007, y hallaron que un 10% de incremento en la penetración de banda ancha se asociaba a un incremento del crecimiento del PBI per cápita en un entorno de 0,9-1,5 puntos porcentuales. Koutroumpis (2009) investigó el impacto para 22 países de la OECD entre 2002 y 2007, y encontró que un 10% de incremento en la penetración de la banda ancha se asociaba a un 0,25% de incremento en el crecimiento del PBI.

Donde  $x$  constituye un vector de regresores,  $\beta$  un vector de parámetros,  $BA$  constituye la variable *dummy* asociada a la banda ancha ( $\delta$  su parámetro asociado) y  $\varepsilon$  el residuo. En la práctica, la propensión a innovar no se mide; lo que se observará a través de una muestra es si para cada caso ha ocurrido el evento de interés o no. De esta forma, las observaciones de la variable dependiente  $I$  toman valores de 1 si ocurre el evento de interés y 0 si no ocurre, y la modelización se realiza a través de un modelo probit binario. A través del modelo, lo que se obtendrá son probabilidades:<sup>2</sup>

$$\text{Prob}(I = 1|x) = F(x, \beta)$$

$$\text{Prob}(I = 0|x) = 1 - F(x, \beta)$$

Sin embargo, un modelo como el planteado no permite deducir conclusiones en cuanto a la causalidad del impacto. En concreto, una eventual relación detectada puede sugerir que la disponibilidad de banda ancha impacta en la propensión a innovar y/o que innovar impacta en la propensión a disponer de una conexión de banda ancha. Por ejemplo, la banda ancha podría ser el resultado de una estrategia innovadora de la empresa. A su vez, podría haber factores inobservables que impactaran en ambos fenómenos, generando una situación de endogenidad no contemplada en el modelo probit estándar.

Como respuesta a este potencial problema, se propone estimar adicionalmente un modelo probit bivariante. A través del probit bivariante se analiza un esquema de dos ecuaciones, permitiendo que los errores de ambas estén correlacionados (Greene, 1999). La especificación para este caso sería:

$$I^* = \beta_0 + x_1' \beta + BA \delta + \varepsilon_1$$

$$BA^* = \alpha_0 + x_2' \alpha + \varepsilon_2$$

Donde  $x_i$  constituyen los vectores de variables de características de las empresas ( $\alpha$

y  $\beta$  los vectores de parámetros asociados),  $BA$  constituye la variable asociada a banda ancha e  $I$  constituye la variable que registra la actividad innovadora. Para una correcta especificación del modelo, la literatura econométrica ha establecido condiciones de coherencia, de forma que la estimación conjunta no permite la interacción inversa entre las dos variables endógenas (Gourieroux et al., 1980; Lewbel, 2007; Hajivassiliou y Savignac, 2011).

Asimismo, se sugiere la introducción de variables adicionales en la segunda ecuación propuesta. Estas variables adicionales, que ofician de instrumentos, deben presentar poder explicativo ante la variable de banda ancha, y a la vez ser exógenas para la variable de innovación. La incorporación de variables adicionales para explicar la adopción de banda ancha genera que  $x_1 \neq x_2$ . A través de un modelo triangular como el propuesto se logra que la distribución conjunta  $(I, BA | x_1, x_2, \delta)$  se encuentre correctamente especificada, a la vez que se controla por la endogenidad del modelo (Hajivassiliou y Savignac, 2011). En el modelo descrito anteriormente, se asume:

$$E[\varepsilon_1] = E[\varepsilon_2] = 0$$

$$\text{Var}[\varepsilon_1] = \text{Var}[\varepsilon_2] = 1$$

$$\text{Cov}[\varepsilon_1, \varepsilon_2] = \rho$$

Si  $\rho = 0$ , entonces el modelo está formado por dos ecuaciones probit independientes, que pueden estimarse por separado. En cambio, si se diera que  $\rho \neq 0$ , entonces se prueba la correlación entre los residuos, y por tanto ambas ecuaciones deben ser estimadas a través del modelo conjunto. A efectos de estudiar la significación de  $\rho$ , se realizarán contrastes de ratio de verosimilitud, con base en los cuales se podrá optar por un modelo u otro. En todos los casos, la estimación se realiza por máxima verosimilitud.

<sup>2</sup> La función de distribución utilizada en estos casos es la normal estándar.

### 3.2. Datos

La base de datos proviene de las *enterprise surveys* llevadas a cabo por el Banco Mundial<sup>3</sup> durante los años 2006 y 2010. Dichas encuestas son realizadas a empresas y abarcan diversas características de estas, incluidos temas vinculados a innovación y tecnología. El presente estudio trabajará con los datos referentes a la encuesta del módulo manufacturero, dentro del cual existe una amplia diversidad de subsectores relevados.<sup>4</sup> A su vez, la muestra con la que se trabajará considera solo aquellas observaciones de empresas que se encuentran en modalidad de panel, habiendo participado tanto en 2006 como en 2010, lo que permitirá retardar determinados regresores para controlar eventuales situaciones de endogenidad.

En lo que respecta al tamaño de las empresas que componen la muestra, esta puede dividirse en grandes (más de 99 empleados), medias (entre 20 y 99 empleados) y pequeñas (menos de 20 empleados). En términos relativos, la mayor parte de las empresas comprendidas son de tamaño pequeño (34%), seguidas por las empresas medias (57%) y las grandes (22%). En cuanto a países relevados, no pudieron incluirse en la muestra a las empresas brasileras, pero se relevan datos de empresas de 13 países, muy diversos entre sí.<sup>5</sup> El país con mayor nivel de representación es Argentina (21%), seguido por Chile (20%) y Perú (12%).

Esta base de datos tiene sus limitaciones; entre ellas, una estructura por tamaño que sobrevalora a las empresas grandes y medianas, y datos que recogen la percepción de los empresarios sobre los hechos que se evalúan, todo lo cual puede introducir sesgos tanto

respecto a la disponibilidad y el uso de banda ancha como a la propensión a innovar. A pesar de ello, se entiende que es la única base disponible para un análisis sobre el tema que incluya una variedad amplia de países y que, teniendo en cuenta sus limitaciones, permite realizar un análisis y extraer con cautela conclusiones primarias.

Las variables a ser incluidas en el modelo se detallan en la tabla 1, y sus respectivos estadísticos descriptivos se agregan en la tabla 2. Como indicadores de actividad innovadora se utilizarán tres variables binarias. En primer lugar, se utilizará una variable que registra si la empresa ha introducido un proceso nuevo o significativamente mejorado.<sup>6</sup> En segundo lugar, se utilizará una variable que registra si la empresa ha introducido un producto nuevo o significativamente mejorado.<sup>7</sup> En ambos casos, la respuesta recoge la actividad innovadora llevada a cabo entre 2007 y 2009. Finalmente, se trabajará con la variable que registra la introducción de patentes externas por parte de la empresa.<sup>8</sup>

Las diversas variables que se utilizarán como indicador de actividad innovadora presentan ciertas limitaciones. En primer lugar, las variables que registran si la empresa ha introducido nuevos productos o procesos se basan en las respuestas de los empresarios, las que eventualmente pueden contener aspectos u opiniones subjetivos. Asimismo, dicha medida no permite cuantificar la cantidad de innovaciones ni su calidad.

El uso de la variable vinculada al patentamiento presenta una serie de limitaciones adicionales. Furman et al. (2002) destacan los problemas que implica igualar la actividad innovadora con el patentamiento, dado que no todas las innovaciones son patentables o

<sup>3</sup> Enterprise Surveys (<http://www.enterprisesurveys.org>), The World Bank.

<sup>4</sup> Se incluyen empresas vinculadas a la producción de metales básicos, químicos, construcción, electricidad, productos metálicos, alimentos, hoteles y restaurantes, vestimenta, tecnologías de información, maquinaria, minerales, plásticos, vehículos, textiles, transporte, otras manufacturas, así como empresas minoristas y mayoristas.

<sup>5</sup> Países incluidos en la muestra: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

<sup>6</sup> La pregunta formulada es: *¿En los últimos tres años ha introducido un nuevo o significativamente mejorado proceso para la producción o provisión de productos?*

<sup>7</sup> La pregunta formulada es: *¿En los últimos tres años ha introducido un nuevo o significativamente mejorado producto (bienes o servicios)?*

<sup>8</sup> La pregunta formulada es: *¿El presente establecimiento cuenta con patentes registradas en el exterior?*

Tabla 1. Descripción de las variables utilizadas

<b>Variables utilizadas</b>	<b>Descripción</b>
Innovación de procesos	<i>Dummy</i> . Introducción de proceso nuevo o significativamente mejorado (2007-2009)
Innovación de productos	<i>Dummy</i> . Introducción de producto nuevo o significativamente mejorado (2007-2009)
Patentes externas	<i>Dummy</i> . Empresa cuenta con patentes registradas en el exterior
Banda ancha + uso intensivo	<i>Dummy</i> . Empresa cuenta con conexión a internet de alta velocidad y la utiliza para compras <i>online</i> , entrega de servicios, investigación y desarrollo de nuevas ideas
<b>Actividad de la empresa</b>	
Productividad	Ventas por trabajador en el año 2005 (miles de USD)
Inversión	<i>Dummy</i> . La empresa ha adquirido un activo fijo en 2005
Cooperación en innovación	<i>Dummy</i> . Cooperación en actividades de innovación con otras entidades (2007-2009)
<b>Tamaño de la empresa</b>	
Empleados	Cantidad de empleados permanentes de la empresa en 2005
Gran firma	<i>Dummy</i> . Establecimiento forma parte de una gran firma
<b>Vínculo internacional</b>	
Capital extranjero	Porcentaje de capital extranjero de la empresa en 2006
Exportación	<i>Dummy</i> . La empresa realiza actividades de exportación directa en 2005
Inputs externos	Porcentaje de <i>inputs</i> externos utilizados por la empresa en 2005
Certificado de calidad	<i>Dummy</i> . Empresa cuenta con certificado de calidad reconocido internacionalmente
<b>Capital humano</b>	
Habilidad de trabajadores	Porcentaje de trabajadores de producción que contaban con habilidades en 2005
Entrenamiento	<i>Dummy</i> . Realizó programas de entrenamiento para sus trabajadores en 2005
<b>Otras características</b>	
Antigüedad	Años de antigüedad de la empresa
Ventas principal producto	Porcentaje de ventas atribuidas al producto principal de la empresa en 2005
Dueño principal	Porcentaje de acciones de la empresa en poder del dueño principal en 2006
Competencia	<i>Dummy</i> . Principal producto enfrenta la competencia de cinco empresas o más
Apoyo para la innovación	<i>Dummy</i> . Recibido apoyo público para realizar actividad innovadora (2007-2009)

patentadas. Al igual que en los casos anteriores, la variable tampoco permite conocer la cantidad de innovaciones.

Un problema que suele evidenciarse en los datos comúnmente utilizados en la literatura es la falta de información acerca de la calidad innovadora, un factor fuertemente asociado con el crecimiento y la productividad de las empresas (Lederman et al., 2014). Siendo la calidad innovadora tan trascendente como la cantidad, se propone utilizar para la variable de patentamiento una medida exigente de calidad, como la de patentes registradas internacionalmente. La utilización de patentes internacionales como *filtro* de calidad para la actividad innovadora ha sido utilizada por diversos autores. El argumento radica en que los aplicantes deben estar convencidos del alto valor económico de sus innovaciones para justificar los mayores costos de la aplicación externa (Sternitzke, 2009). En cambio, el patentamiento local presenta una serie de problemas para utilizarlo en comparaciones internacionales. En primer lugar, diferentes países cuentan con diferentes procedimientos y estándares, lo que hace que la comparación sea heterogénea (Economist Intelligence Unit, 2009). En segundo lugar, las empresas suelen aplicar patentes a nivel local para innovaciones de menor importancia (Basberg, 1987; Watanabe et al., 2001; Sternitzke, 2009). Por lo tanto, la utilización de patentes internacionales permite comparaciones con mayor homogeneidad a la vez que introduce una medida de mayor calidad con respecto a las invenciones (Dernis y Khan, 2004).

En todo caso, el verdadero grado de innovación a nivel de empresa no es observable en general, y las tres mencionadas variables constituyen aproximaciones imperfectas, pero a su vez complementarias.

La variable asociada a la introducción de nuevos procesos cuenta con un 52 % de respuestas positivas en la muestra, mientras que la variable asociada a la introducción de nuevos productos cuenta con un 66 % de respuestas positivas. Pese a que los números resultan

inferiores a los registrados en otras muestras,<sup>9</sup> igualmente pueden resultar elevados para lo esperable de América Latina, lo que podría reflejar el eventual sesgo a que se ha hecho referencia al comentar las limitaciones de la muestra. Dada esta situación, se optó por utilizar una medida más restrictiva de actividad innovadora para patentes, como es el patentamiento internacional, que cuenta con solo un 10 % de respuestas positivas. A modo descriptivo, y para ilustrar la escasez de empresas que sean intensivamente innovadoras en América Latina, solo un 5 % de los casos analizados han conducido simultáneamente los tres tipos de innovación planteados.

Con respecto a la variable de disponibilidad de banda ancha,<sup>10</sup> se registraron un 88 % de respuestas afirmativas. La naturaleza de la pregunta no permite diferenciar en cuanto a la intensidad de su uso, lo que sumado a la escasa varianza de la variable podría reducir la capacidad explicativa del análisis. Por ello, y aprovechando la diversidad de preguntas formuladas en la encuesta, se optó por crear una nueva variable para utilizar como regresor, que registra la interacción entre disponibilidad y uso intensivo de la banda ancha. La referida variable *dummy* toma el valor de la unidad en aquellos casos en los que las empresas cuenten con banda ancha y a la vez hayan declarado que la utilizan para realizar compras *online*, para entrega de servicios y para actividades de investigación y desarrollo de nuevas ideas. De esta forma, se crea una variable que da cuenta, a la vez, de la disponibilidad y el uso intensivo de la banda ancha, lo que se registra en un 50 % de los casos.

Los regresores que se utilizan en el análisis consisten en una serie de variables que se asocian a la actividad innovadora, de acuerdo a lo sugerido por la literatura. Haciendo uso de

<sup>9</sup> Por ejemplo, para una muestra de empresas alemanas, Bertschek et al. (2013) registran un 75 % de casos de introducción de nuevos procesos, y un 65 % de casos de introducción de nuevos productos para un período similar de tres años.

<sup>10</sup> La pregunta formulada es: *¿Tiene la empresa una conexión de internet de banda ancha de alta velocidad?*

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables utilizadas

<b>Variables utilizadas</b>	<b>Media</b>	<b>Desvío estándar</b>
Innovación de procesos	0,52	0,50
Innovación de productos	0,66	0,47
Patentes externas	0,10	0,30
Banda ancha + uso intensivo	0,50	0,50
<b>Actividad de la empresa</b>		
Productividad	37200	364000
Inversión	0,68	0,47
Cooperación en innovación	0,21	0,41
<b>Tamaño de la empresa</b>		
Empleados	129,45	652,02
Gran firma	0,14	0,35
<b>Vínculo internacional</b>		
Capital extranjero	6,52902	23,11
Exportación	0,29	0,45
<i>Inputs</i> externos	33,6279	32,24
Certificado de calidad	0,21	0,41
<b>Capital humano</b>		
Habilidad de trabajadores	60,86	34,32
Entrenamiento	0,54	0,50
<b>Otras características</b>		
Antigüedad	32,3235	21,84
Ventas principal producto	74,74	27,06
Dueño principal	67,8	28,17
Competencia	0,61	0,49
Apoyo para la innovación	0,14	0,34

las posibilidades que brinda la disponibilidad de datos provenientes de las encuestas de 2006 y 2010, se utilizaron retardos de las variables de control en la mayor parte de los casos, a fin de evitar la potencial endogenidad asociada al uso de variables contemporáneas con la actividad innovadora. Las referidas variables pueden clasificarse en cinco grandes grupos.

En primer lugar, se destacan aquellas variables de control asociadas al nivel de actividad de la empresa. Se destaca en primer término el monto de ventas por trabajador en 2005, como *proxy* de productividad.<sup>11</sup> Como variable *proxy*

<sup>11</sup> Los montos en moneda local fueron convertidos a dólares de acuerdo a los datos de tipo de cambio disponibles en las Penn World Tables 7.1 para 2005.

de inversión,<sup>12</sup> se introduce una variable *dummy* que indica si la empresa ha adquirido algún activo fijo en el año 2005. A su vez, se agrega una variable *dummy* que registra si la empresa ha participado de instancias de cooperación con otras entidades en asuntos vinculados a actividad innovadora, lo que podría aumentar las capacidades innovadoras al brindar oportunidades de capacitación, aprendizaje, intercambio de recursos y de conocimiento.

En segundo lugar, se destacan variables vinculadas al tamaño de la empresa. De acuerdo a Winter (1984) y Acs y Audretsch (1988), la actividad innovadora de las empresas responde a diferentes factores, según el tamaño de estas. En ese sentido, diversos autores han encontrado correlación positiva entre la actividad innovadora y el tamaño de las empresas (Cohen y Klepper, 1996). El argumento radica en que grandes empresas pueden amortizar los costos hundidos causados por innovador, presentan mayor capacidad para diversificar los riesgos y posiblemente tengan menores restricciones presupuestarias (Hajivassiliou y Savignac, 2011). Para controlar por tamaño se utiliza la cantidad de empleados permanentes. Asimismo, se agrega una variable *dummy* que indica si la empresa forma parte de otra más grande (por ejemplo, si se trata de una subsidiaria o sucursal de una gran empresa).

El tercer grupo de variables registra el vínculo de la empresa con el exterior, a través de diversos canales internacionales que pueden contribuir a generar actividad innovadora. Tal como afirman Lederman et al. (2014), es posible que las empresas mejoren sus productos y prácticas gerenciales sin fuertes inversiones en I + D. Ello puede darse ante la presencia de externalidades internacionales de conocimiento que se transmitan a través de diversos canales, tales como la inversión extranjera directa (IED) (Keller, 2004; Lee, 2006) y el comercio (Keller, 2002 y 2004; Coe y Hoffmaister, 1999). En particular,

Keller destaca el comercio de *inputs* intermedios como una vía para que las empresas incorporen conocimiento generado en el exterior.

Con respecto a las exportaciones, es posible que aquellas empresas que participan en mercados internacionales deban innovar con mayor intensidad para mantenerse competitivas en el exterior. Para controlar por el vínculo exterior de la empresa, se introduce una variable que registra el porcentaje de capital de la empresa en manos de extranjeros, lo que puede asimilarse como una medida del nivel de IED, así como variables vinculadas al comercio exterior (variable *dummy* que registra si la empresa ha realizado exportaciones directas y porcentaje de *inputs* de origen externo). También se agrega una variable *dummy* que registra si la empresa cuenta con un certificado de calidad reconocido internacionalmente.

El cuarto grupo de variables tiene relación con las características del capital humano. El nivel del capital humano ha sido registrado por numerosos artículos como clave para explicar la capacidad de absorción de nuevas tecnologías en las empresas, lo que se vincula con la capacidad innovadora (Nelson y Phelps, 1966; Benahbib y Spiegel, 1994). Por lo tanto, se introduce en primer lugar el porcentaje de trabajadores de producción<sup>13</sup> que cuentan con habilidades, de acuerdo a lo declarado por los entrevistados, y en segundo lugar una variable *dummy* que registra si la empresa ha realizado actividades de entrenamiento formal para sus empleados. En ambos casos los datos se refieren al año 2005.

En quinto lugar, se incorporan otras características, no vinculadas a los grupos anteriores. Se agrega la antigüedad de las empresas como *proxy* de su experiencia tecnológica. En ese sentido, es posible que el conocimiento adquirido en el tiempo influya en los procesos de innovación. En sentido contrario, es posible que

<sup>12</sup> Algunos artículos también interpretan a la inversión como un *proxy* de *stock* de capital (Bertschek et al., 2010; Griffith et al., 2006).

<sup>13</sup> La variable refiere a los trabajadores vinculados a actividades de producción, los cuales son clave en la muestra analizada dado que se trata de empresas principalmente manufactureras. En promedio, el 67,4% del personal permanente de las empresas relevadas se corresponde con trabajadores de producción.

las empresas más antiguas sean menos flexibles y propensas a realizar cambios internos, como son las incorporaciones de nuevos procesos. Asimismo, se agrega una variable que mide el porcentaje de ventas atribuidas al producto principal de la empresa (para controlar por nivel de diversificación de productos, lo que puede ser relevante para explicar si la empresa innova en productos). Para controlar por diferencias en cuanto a la concentración accionaria de las empresas se agrega una variable que mide el porcentaje de acciones en poder del dueño principal.

El vínculo entre el nivel de competencia y la innovación ha sido debatido en la literatura, donde se presentan argumentos contrapuestos (Lederman et al., 2014). Por un lado, se argumenta que menores niveles de competencia pueden incentivar mayores niveles de innovación, lo cual generaría la necesidad de fortalecer la protección de patentes en orden a estimular los incentivos para innovar (Romer, 1990; Aghion y Bolton, 1992). En esta línea, la teoría schumpeteriana argumenta que la menor competencia se relaciona con mayor poder de mercado, el cual se encuentra positivamente correlacionado con la innovación (Hajivassiliou y Savignac, 2011). Por otro lado, se argumenta que la innovación genera la posibilidad de *escapar* a una intensa competencia al adquirir el innovador una ventaja con respecto a sus competidores (Aghion et al., 2001; Aghion, et al. 2005).

Una posible explicación a estos efectos contrapuestos puede encontrarse en el tipo de competencia. En ese sentido, podría esperarse que la competencia en calidad fomente la innovación, mientras que la competencia en precios la desestimule, al ver las empresas reducir sus márgenes y por tanto los recursos para innovar. Lederman et al. (2014) afirman que estas visiones contrapuestas representan extremos, y que es necesario un estudio empírico en cada caso para determinar el impacto. Para ello, se agrega una variable *dummy* que indica si la empresa enfrenta un nivel intenso de competencia (su principal producto enfrenta la competencia de cinco o más empresas).

Finalmente, se agrega una variable *dummy* que mide si la empresa ha recibido apoyo del sector público para realizar actividades vinculadas a la innovación. Lederman et al. (2014) y Aghion et al. (2010) han afirmado que la posibilidad de obtener apoyos externos resulta clave para poder llevar adelante actividades innovadoras.

Adicionalmente, en las estimaciones se incluirán variables *dummy* por país y por sector, para aquellas subcategorías disponibles. La presencia de variables binarias asociadas a país pretende recoger aquellos factores idiosincráticos, institucionales y culturales asociados a los países, mientras que las variables binarias por sector procuran captar especificidades propias de cada rubro no contempladas en las mencionadas variables de control.

Para estimar las ecuaciones de banda ancha en el modelo bivariante, se agregan tres regresores adicionales que ofician de instrumentos.<sup>14</sup> En primer lugar, se introduce una variable *dummy* de utilización de *email*. Hay una clara correlación entre uso de *email* y banda ancha; sin embargo, el uso del *email* se encuentra considerablemente menos correlacionado con las medidas de innovación. El segundo instrumento es una variable *dummy* de localización de la empresa en una gran ciudad (capital o más de un millón de habitantes). Esta variable parece propicia para explicar la propensión a disponer de banda ancha, debido que, por motivos de escala, los proveedores de Internet suelen priorizar la oferta en zonas densamente pobladas. Finalmente, se agrega una variable que registra los años de experiencia del gerente principal, lo que puede asociarse como una medida fuertemente correlacionada con su edad. Es de esperar que aquellas empresas con mandos gerenciales de mayor edad sean menos propensas a introducir

<sup>14</sup> Para verificar la validez de los instrumentos, se realizaron estimaciones del modelo de probabilidad lineal por mínimos cuadrados en dos etapas (Angrist y Pischke, 2009). En todos los casos, el contraste de Sargan no rechazó la hipótesis nula de sobreidentificación, mientras que los contrastes de Angrist-Pischke y de Anderson rechazaron las hipótesis nulas de débil o no identificación.

Tabla 3. Resultados de estimaciones: innovación de procesos

Innovación de procesos	[1] Probit		[2] Probit bivalente	
	Coefficiente	PEM	Coefficiente	PEM
Banda ancha + uso intensivo	0.3397*** [0.0841]	0.1193*** [0.0289]	0,7367 [0.8611]	0,2485 [0.2642]
Productividad	-0,0002 [0.0003]	-0,0001 [0.0001]	-0,0002 [0.0003]	-0,0001 [0.0001]
Inversión	0.1986** [0.0951]	0.0697** [0.0332]	0,1856 [0.1163]	0,0626 [0.0433]
Cooperación en innovación	0.3980*** [0.1074]	0.1398*** [0.0370]	0.3621** [0.1531]	0.1221** [0.0612]
Empleados	0,0001 [0.0001]	0 [0.0001]	0,0001 [0.0001]	0 [0.0001]
Gran firma	0,0795 [0.1289]	0,0279 [0.0452]	0,1379 [0.1740]	0,0465 [0.0554]
Capital extranjero	-0,0008 [0.0019]	-0,0003 [0.0007]	-0,0008 [0.0019]	-0,0003 [0.0006]
Exportación	-0,1285 [0.1035]	-0,0451 [0.0363]	-0,1043 [0.1191]	-0,0352 [0.0421]
Inputs externos	0.0032** [0.0015]	0.0011** [0.0005]	0.0030* [0.0015]	0.0010* [0.0005]
Certificado de calidad	0.3191*** [0.1221]	0.1121*** [0.0425]	0.3054** [0.1299]	0.1030** [0.0483]
Habilidad de trabajadores	0,0002 [0.0012]	0,0001 [0.0004]	0,0003 [0.0013]	0,0001 [0.0004]
Entrenamiento	0,133 [0.0939]	0,0467 [0.0329]	0,1182 [0.1075]	0,0399 [0.0384]
Antigüedad	-0,0029 [0.0021]	-0,001 [0.0007]	-0,0033 [0.0023]	-0,0011 [0.0007]
Ventas del principal producto	-0,0021 [0.0016]	-0,0008 [0.0006]	-0,0017 [0.0018]	-0,0006 [0.0006]
Dueño principal	0,0023 [0.0015]	0,0008 [0.0005]	0.0027* [0.0016]	0.0009* [0.0005]
Competencia	0,1153 [0.0871]	0,0405 [0.0305]	0,1294 [0.0889]	0,0437 [0.0293]
Apoyo para la innovación	0.5171*** [0.1295]	0.1816*** [0.0445]	0.4389* [0.2329]	0,148 [0.0916]
Constante	-0.5915* [0.3532]		-0,8111 [0.5027]	
$\rho$			-0,248 [0.5562]	
Dummy por sector		Sí		Sí
Dummy por país		Sí		Sí
Observaciones		1056		1051

Desvíos estándar entre paréntesis. PEM: Promedio de efectos marginales. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

y utilizar nuevas tecnologías que aquellas empresas dirigidas por jóvenes.

#### 4. Resultados

En todos los casos, se estimarán los dos modelos propuestos: primero el probit básico y segundo el probit bivariante, para controlar por la potencial endogenidad y avanzar en torno a definir la causalidad del impacto.

Asimismo, en los modelos probit la magnitud de los coeficientes no tiene una interpretación directa. Para ello es necesario el cálculo de los efectos marginales sobre la probabilidad, que dependerán del valor de los restantes regresores. Por ello, se trabajará con el promedio de efectos marginales para cada observación.

##### Innovación en procesos

Las estimaciones [1] y [2] de la tabla 3 resumen respectivamente los resultados de los modelos probit y probit bivariante.

Los resultados del modelo probit [1] sugieren una relación positiva y significativa al 1 % entre la variable de disponibilidad y uso intensivo de banda ancha y la propensión a introducir nuevos procesos. Este resultado es consistente con los obtenidos por Bertschek et al. (2013). En este caso, los resultados sugieren que disponer de banda ancha y utilizarla de manera intensiva se asocia con un incremento promedio del 12 % en la probabilidad de introducir nuevos procesos. Una posible interpretación surge a partir de los efectos de red y externalidades de conocimiento que se van produciendo a medida que se masifica la conectividad. Ello llevaría, por ejemplo, a que las empresas que utilicen la banda ancha en forma más intensiva se beneficien de otras empresas, de proveedores y clientes que también utilicen esta tecnología.

La estimación del probit bivariante [2] sugiere un valor de  $\rho$  que no es significativamente distinto de cero, de acuerdo al contraste de ratio de verosimilitud. Ello sugiere que, al menos en este caso, los residuos de ambas ecuaciones

no estarían correlacionados, por lo que no se detecta una situación de endogenidad. Ante ello, el modelo propicio sería el probit estándar, estimado en primer lugar. Los resultados del modelo bivariante [2] para la variable de banda ancha evidencian un coeficiente mayor en magnitud, pero no significativo, debido al incremento en la varianza del parámetro.

Las variables de control se analizan globalmente para el conjunto de las estimaciones expuestas en la tabla 3. Se destaca como positivo y significativo el parámetro asociado a la realización de instancias de cooperación con otras entidades para llevar a cabo actividad innovadora. En cuanto a la variable que registra el apoyo público para llevar a cabo actividades de innovación, el parámetro asociado resultó positivo y significativo, como era de esperarse. El parámetro de la variable de *inputs* externos resulta débilmente significativo, mientras que el correspondiente a la disponibilidad de un certificado de calidad internacional resulta fuertemente positivo y significativo, con efectos marginales promedio que oscilan el 11 %. Finalmente, en ciertos casos los coeficientes pierden significación en la estimación biprobit, lo que resulta esperable dado que estos modelos suelen ser menos precisos.

##### Innovación en productos

En la tabla 4 se detallan las estimaciones referidas a innovación de productos. Las estimaciones [1] y [2] resumen respectivamente los resultados de modelos probit y probit bivariante para el caso de disponibilidad y uso intensivo de banda ancha.

La estimación a través del probit [1] sugiere una relación positiva y fuertemente significativa de la banda ancha con la propensión a innovar en productos. La disponibilidad y el uso intensivo de banda ancha se asocia a un incremento del 12 % en la probabilidad de innovar en este caso.

En el caso del modelo bivariante [2], el efecto marginal promedio es del orden del 45 %, lo que es considerablemente superior al caso del probit simple. Como dato relevante,

Tabla 4. Resultados de estimaciones: innovación de productos

Innovación de productos	[1] Probit		[2] Probit bivariante	
	Coefficiente	PEM	Coefficiente	PEM
Banda ancha + uso intensivo	0.4092*** [0.0908]	0.1215*** [0.0263]	1.7426*** [0.0848]	0.4536*** [0.0153]
Productividad	-0,0001 [0.0003]	0 [0.0001]	0 [0.0002]	0 [0.000]
Inversión	0.1848* [0.0994]	0.0549* [0.0294]	0,0466 [0.0870]	0,0121 [0.0226]
Cooperación en innovación	0.4070*** [0.1239]	0.1209*** [0.0363]	0,165 [0.1058]	0,0429 [0.0275]
Empleados	0,0001 [0.0002]	0 [0.0001]	0 [0.0001]	0 [0.000]
Gran firma	0,0278 [0.1414]	0,0083 [0.0420]	0.2328* [0.1196]	0.0606* [0.0311]
Capital extranjero	0,0011 [0.0023]	0,0003 [0.0007]	0,0002 [0.0019]	0,0001 [0.0005]
Exportación	0,0906 [0.1128]	0,0269 [0.0335]	0,131 [0.0957]	0,0341 [0.0249]
Inputs externos	0.0048*** [0.0016]	0.0014*** [0.0004]	0.0033** [0.0014]	0.0009** [0.0004]
Certificado de calidad	0,1835 [0.1352]	0,0545 [0.0401]	0,093 [0.1146]	0,0242 [0.0298]
Habilidad de trabajadores	0,0018 [0.0013]	0,0005 [0.0004]	0,0017 [0.0011]	0,0004 [0.0003]
Entrenamiento	0.3314*** [0.0989]	0.0984*** [0.0289]	0.1643* [0.0880]	0.0428* [0.0229]
Antigüedad	-0.0038* [0.0023]	-0.0011* [0.0007]	-0.0048** [0.0019]	-0.0012** [0.0005]
Ventas del principal producto	-0.0051*** [0.0018]	-0.0015*** [0.0005]	-0,0023 [0.0016]	-0,0006 [0.0004]
Dueño principal	0.0049*** [0.0016]	0.0015*** [0.0005]	0.0049*** [0.0014]	0.0013*** [0.0004]
Competencia	-0.1686* [0.0946]	-0.0501* [0.0280]	-0,0679 [0.0813]	-0,0177 [0.0212]
Apoyo para la innovación	0.5829*** [0.1239]	0.1731*** [0.0461]	0,1174 [0.1463]	0,0306 [0.0381]
Constante	-0,2036 [0.3803]		-0,2574 [0.3634]	
$\rho$			-0.9496*** [0.0603]	
Dummy por sector		Sí		Sí
Dummy por país		Sí		Sí
Observaciones		1053		1051

Desvíos estándar entre paréntesis. PEM: Promedio de efectos marginales. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

el parámetro  $\rho$  resultó ser significativo al 1 %, lo que parece sugerir que la presencia de endogenidad es considerable. En este caso, ello sugeriría que existe correlación entre los residuos de las estimaciones probit de ambas regresiones (potencial endogenidad), por lo que el modelo debería ser estimado a través del probit bivariante. Esta característica es similar a la evidenciada en los resultados de Bertschek et al. (2013), quienes a su vez afirman que en el modelo probit estándar, al no considerarse la endogenidad, se subestima el efecto de la banda ancha. El motivo podría ser la presencia de factores inobservables que influyan en la actividad innovadora, pero que a su vez estén negativamente correlacionados con la disponibilidad de banda ancha (esta influencia desigual de los elementos inobservables se evidencia al ser  $\rho < 0$ ). A modo de ejemplo, Bertschek et al. (2013) citan que la adopción de banda ancha podría inducir a procesos de reorganización interna en la empresa capaces de reducir la contribución de algunas prácticas internas en la actividad innovadora.

El análisis de las variables de control se realiza globalmente para el conjunto de las estimaciones expuestas en la tabla 4. Se destaca que la mayor utilización de *inputs* de origen externo se encuentra fuertemente asociada a la introducción de nuevos productos. En cuanto a capital humano, se aprecia la significación del parámetro de la variable asociada a actividades de entrenamiento, aunque los efectos marginales difieren dependiendo de las diversas estimaciones. A su vez, aquellas empresas cuyo paquete accionario se encuentra en mayor medida concentrado en torno a un dueño principal muestran mayor propensión a la innovación de productos. Finalmente, en ciertos casos los coeficientes pierden significación en la estimación biprobit, lo que resulta esperable dado que estos modelos suelen ser menos precisos.

### Patentamiento internacional

Las estimaciones [1] y [2] de la tabla 5 resumen los resultados de los modelos probit

y probit bivariante, respectivamente, para el caso de disponibilidad y uso intensivo de la banda ancha.

A igual que en el caso anterior, en la estimación [2]  $\rho$  resultó ser significativo, lo que parece sugerir la presencia de endogenidad, por lo que también la estimación propicia en este caso sería la bivariante. Al igual que en los casos anteriores, en el modelo bivariante [2] la magnitud del impacto es considerablemente superior que en el modelo básico [1]. Se aprecia que la disponibilidad y el uso intensivo de la banda ancha se asocian con un promedio de efectos marginales del orden del 29 % en la probabilidad de patentar.

Los parámetros de las variables de exportación y de disponibilidad de certificado de calidad resultaron fuertemente significativos. En cuanto al capital humano, se registra un impacto positivo y significativo del entrenamiento en la propensión a patentar, con un efecto marginal promedio del orden del 7%. Finalmente, en ciertos casos los coeficientes pierden significación en la estimación biprobit, lo que resulta esperable dado que estos modelos suelen ser menos precisos.

### Síntesis de los resultados y validación de las hipótesis

Para sintetizar lo expuesto en las tablas 3, 4 y 5, los resultados sugieren dos elementos clave. En primer lugar, el sentido del impacto de la disponibilidad y el uso intensivo de la banda ancha en la actividad innovadora parece ser robusto, especialmente si se tiene en cuenta que se ha trabajado con diversas medidas de actividad innovadora, se han incluido considerables variables de control y se ha controlado la endogenidad en los casos en los que esta estaba presente. Más allá de la cautela necesaria con relación a la magnitud del impacto, dados los probables sesgos generados por la muestra, la adopción y el uso intensivo de la banda ancha parece haber contribuido para que las empresas latinoamericanas que integran dicha muestra desarrollen nuevos productos o procesos y

Tabla 5. Resultados de estimaciones: patentes externas

Patentamiento externo	[1] Probit		[2] Probit bivariante	
	Coefficiente	PEM	Coefficiente	PEM
Banda ancha + uso intensivo	0.2792** [0.1282]	0.0387** [0.0177]	1.4922*** [0.2797]	0.2870*** [0.0842]
Productividad	-0,001 [0.0012]	-0,0001 [0.0001]	-0,0007 [0.0009]	-0,0001 [0.0002]
Inversión	0,0557 [0.1567]	0,0077 [0.0217]	-0,0354 [0.1344]	-0,0068 [0.0260]
Cooperación en innovación	0,0067 [0.1456]	0,0009 [0.0202]	-0,1008 [0.1287]	-0,0194 [0.0253]
Empleados	0,0002 [0.0001]	0 [0.000]	0,0001 [0.0001]	0 [0.000]
Gran firma	0,1372 [0.1707]	0,019 [0.0236]	0.2957* [0.1534]	0.0569* [0.0313]
Capital extranjero	0,0029 [0.0023]	0,0004 [0.0003]	0,0019 [0.0020]	0,0004 [0.0004]
Exportación	0.3737*** [0.1412]	0.0518*** [0.0195]	0.3777*** [0.1233]	0.0726*** [0.0234]
Inputs externos	0,0026 [0.0023]	0,0004 [0.0003]	0,0023 [0.0019]	0,0004 [0.0004]
Certificado de calidad	0.5049*** [0.1536]	0.0699*** [0.0212]	0.3753* [0.1466]	0.0722*** [0.0258]
Habilidad de trabajadores	-0,0013 [0.0019]	-0,0002 [0.0003]	-0,0009 [0.0017]	-0,0002 [0.0003]
Entrenamiento	0.5552*** [0.1577]	0.0769*** [0.0219]	0.3805** [0.1541]	0.0732*** [0.0260]
Antigüedad	0.0063** [0.0027]	0.0009** [0.0004]	0,0032 [0.0026]	0,0006 [0.0005]
Ventas del principal producto	0,0036 [0.0023]	0,0005 [0.0003]	0.0035* [0.0021]	0.0007* [0.0004]
Dueño principal	0,0014 [0.0022]	0,0002 [0.0003]	0,0018 [0.0019]	0,0004 [0.0004]
Competencia	-0,1159 [0.1266]	-0,0161 [0.0175]	-0,0521 [0.1102]	-0,01 [0.0211]
Apoyo para la innovación	0,0651 [0.1707]	0,009 [0.0236]	-0,169 [0.1581]	-0,0325 [0.0319]
Constante	-2.9043*** [0.5499]		-2.8692*** [0.5040]	
$\rho$			-0.7688** [0.1600]	
Dummy por sector	Sí		Sí	
Dummy por país	Sí		Sí	
Observaciones	1051		1044	

Desvíos estándar entre paréntesis. PEM: Promedio de efectos marginales. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

registren patentes externas, lo que parecería validar la hipótesis planteada.

En segundo lugar, las estimaciones sugieren que la endogenidad es un aspecto no menor en las estimaciones de impacto de la banda ancha, que no debería ignorarse en las estimaciones empíricas. En este caso, la presencia de endogenidad tendería a subestimar el impacto de la banda ancha en el modelo probit básico, algo que fue verificado en todos los casos estimados y que resulta consistente con lo hallado en otros estudios.

## 5. Conclusiones

El presente estudio procuró analizar la relación entre conectividad por banda ancha y el uso intensivo de internet y la propensión de las empresas de llevar a cabo actividad innovadora para una muestra de empresas latinoamericanas.

El análisis realizado aporta evidencia empírica en el sentido de que, para la muestra de empresas latinoamericanas analizada, el acceso y el uso intensivo de la conectividad de banda ancha tendría un impacto positivo en la probabilidad de que dichas empresas desarrollen actividades de innovación, lo que se verifica para los casos de innovación de procesos, de productos y patentamiento internacional.

Estos resultados deben ser considerados con cautela, en función de las limitaciones de este análisis. En primer lugar, la muestra analizada recoge datos de empresas de muy diversos países, y presenta una estructura por tamaño que sobreestima la presencia de empresas grandes y medianas. Ello podría estar sesgando los resultados en cuanto a la disponibilidad y el uso de banda ancha y la propensión a innovar de estas empresas. En segundo término, el propio hecho de basarse en una encuesta introduce un cierto componente de subjetividad, dado que varias variables recogen la percepción de los empresarios más que los hechos objetivos, en dos momentos puntuales (2006 y 2010). En tercer lugar, no se cuenta en este caso con una

medida complexiva de innovación por parte de las empresas de la muestra, ni con datos que permitan valorar la calidad de su innovación. Ello se intentó subsanar parcialmente considerando variables asociadas a distintos tipos de actividad innovadora (proceso, producto y patentamiento internacional).

A pesar de las limitaciones mencionadas, y con la cautela requerida, se entiende que el estudio aporta en cuanto al vínculo entre disponibilidad e intensidad de uso de banda ancha y propensión a innovar a nivel de firma. Es un tema especialmente relevante, dada la importancia de la innovación para el crecimiento económico y la difusión en América Latina de políticas orientadas a promover el uso de las TIC. Dada la menor evidencia empírica disponible para economías en desarrollo y la brecha que separa a América Latina de otras regiones en materia de innovación, un análisis de estas características podría constituir una contribución.

El impacto positivo de la banda ancha en la actividad innovadora de las empresas tendería a reforzar los argumentos a favor del despliegue de planes de banda ancha para aumentar los niveles de conectividad, que han comenzado a desarrollarse por diversos países de la región. En el mismo sentido, parecería validar el desarrollo de políticas destinadas a promover el uso intensivo de las TIC a nivel de empresas. Al respecto, un enfoque integral de políticas transversales orientadas hacia una mayor conectividad y un mejor uso de las TIC podría asentar y potenciar el impacto positivo de estas tecnologías.

En todo caso, quedan diversos aspectos abiertos para estudios futuros. Uno de ellos es la introducción de la calidad de la conectividad como un aspecto determinante para evaluar su impacto (por ejemplo, cuántas de esas conexiones permiten velocidades por encima de determinados umbrales, de manera de viabilizar un uso intensivo de aplicaciones y dispositivos que faciliten la innovación). Otro aspecto a desarrollar en futuros análisis es la expansión de la muestra, de manera que refleje mejor el universo de empresas presentes en América Latina. Asimismo, sería necesario analizar la

influencia de la banda ancha considerando la eventual complementariedad de las diversas aproximaciones a la innovación (por ejemplo, de los distintos tipos de innovación) y de la influencia de la banda ancha asociada a las capacidades de las empresas (por ejemplo, su capital humano). Finalmente, sin pretender una enumeración exhaustiva, se podrían estudiar posibles beneficios del uso de banda ancha a través del efecto de red y de externalidades de conocimiento.

Este estudio se propuso realizar un aporte en este camino de evaluar la relación entre las TIC en general y la disponibilidad de banda ancha en particular, con la propensión a innovar de las empresas en América Latina. A pesar de las limitaciones enfrentadas, se entiende que constituye un paso en este sentido.

## Referencias bibliográficas

- ACS, Z., y AUDRETSCH, D. (1988). "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis". *The American Economic Review*, 78 (4), pp. 678-690.
- AGHION, P.; HARRIS, C.; HOWITT, P., y VICKERS, J. (2001). "Competition, Imitation and Growth with Step-by-Step Innovation". *Review of Economic Studies*, 68 (3), pp. 467-492.
- AGHION, P.; BLOOM, N.; BLUNDELL, R.; GRIFFITH, R.; y HOWITT, P. (2005). "Competition and Innovation: An Inverted U Relationship". *Quarterly Journal of Economics*, 120 (2), pp. 701-728.
- AGHION, P., y BOLTON, P. (1992). "An Incomplete Contracts Approach to Financial Contracting". *Review of Economic Studies*, 59 (3), pp. 473-494.
- AGHION, P.; ANGELETOS, G.; BANERJEE, A., y MANOVA, K. (2010). "Volatility and Growth: Credit Constraints and the Composition of Investment". *Journal of Monetary Economics*, 57 (3), pp. 246-265.
- ANGRIST, J., y PISCHKE, J. (2009). *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricists Companion*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- AÑÓN HIGÓN, D. (2012). "The impact of ICT on innovation activities: Evidence for UK SMEs". *International Small Business Journal*, 30 (6), pp. 684-699.
- ARVANITIS, S., y LOUKIS, E. N. (2009). "Information and communication technologies, human capital, workplace organization and labor productivity: a comparative study based on firm-level data for Greece and Switzerland". *Information Economics and Policy*, 21 (1), pp. 43-61.
- ATROSTIC, B. K., BOEGH-NIELSEN, P., MOTOHASHI, K., y NGUYEN, S. (2002). "IT, productivity and growth in enterprises: evidence from new international micro data". In *Proceedings of the IAOS Conference on the New Economy*, Londres.
- BALBONI, M., ROVIRA, S., y VERGARA, S. (2011). "ICT in Latin America: concluding remarks". In BALBONI, M., ROVIRA, S., y VERGARA, S. (eds.), *ICT in Latin America: A microdata analysis*, CEPAL-IDRC.
- BASBERG, B. (1987). "Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature". *Research Policy*, 16, pp. 131-141.
- BECCHETTI, L., LONDONO BEDOYA, D. A., y PAGANETTO, L. (2003). "ICT investment, productivity and efficiency: evidence at firm level using a stochastic frontier approach". *Journal of Productivity Analysis*, 20 (2), pp. 143-167.
- BENHABIB, J., y Spiegel, M. (1994). "The role of human capital in economic development. Evidence from aggregate cross-country data". *Journal of Monetary Economics*, 34, pp. 143-173.
- BERTSCHEK, I., CERQUERA, D., y KLEIN, G. (2013). "More Bits - More Bucks? Measuring the Impact of Broadband Internet on Firm Performance". *Information Economics and Policy*, 25, pp. 190-203.
- BRYNJOLFSSON, E., y HITT, L. (2000). "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance". *Journal of Economic Perspectives*, 14 (4), pp. 23-48.
- BRYNJOLFSSON, E., y SAUNDERS, A. (2010). *Wired for Innovation: How Information Technology Is Reshaping the Economy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- CAMERON, C., y TRIVEDI, P. (2005). *Microeconometrics. Methods and Applications*. Cambridge.
- CARDONA, M., KRETSCHMER, T., y STROBEL, T. (2013). "ICT and productivity: conclusions from the empirical literature". *Information Economics and Policy*, 25, pp. 109-125.
- CHARLO, G. (2011). Impact of ICT and innovation on industrial productivity in Uruguay. En *ICT in Latin America: A microdata analysis (2011)*.
- COE, D., y HOFFMAISTER, A. (1999). *Are There International R&D Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners? A Response to Keller*. IMF Working Paper 99/18, February.
- COHEN, W., y KLEPPER, S. (1996). "A reprise of size and R&D". *Economic Journal*, 106, pp. 925-951.
- COHEN, W., y LEVINTHAL, D. (1989). "Innovation and Learning: the two faces of R&D". *Economic Journal*, 99 (397), pp. 569-596.

- COMISIÓN EUROPEA (2008). *An Economic Assessment of ICT Adoption and its Impact on Innovation and Performance*. Study report 10/2008. A Cross-Sector e-Business Watch Study by DIW Berlin.
- COLECCIA, A., y SCHREYER, P. (2002). "ICT investment and economic growth in the 1990s: is the United States a unique case? A comparative study of nine OECD countries". *Review of Economic Dynamics*, 5, pp. 408-442.
- CZERNICH, N.; FALCK, O.; KRETSCHMER, T., y WOESSMAN, L. (2011). "Broadband infrastructure and economic growth". *The Economic Journal* 121 (552), pp. 505-532.
- DERNIS, H., y KHAN, M. (2004). *Triadic Patent Families Methodology*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2004/02, OECD Publishing.
- ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT (2009). *A new ranking of the world's most innovative countries: Notes on methodology*.
- FORMAN, C., y VAN ZEEBROECK, N. (2010). *From Wires to Partners: How the Internet has Fostered R&D Collaborations Within Firms*. SSRN eLibrary 1725780.
- FORNEFELD, M.; DELAUNAY, G., y ELIXMANN, D. (2008). *The impact of Broadband on Growth and Productivity*. A study on behalf of the European Commission.
- FURMAN, J.; PORTER, M., y STERN, S. (2002). "The determinants of national innovative capacity". *Research Policy*, 31 (2002), pp. 899-933.
- GILCHRIST, V.G., y TOWN, R. (2001). *Productivity and the PC revolution*. UC Irvine, Working paper, Center for Research on Information Technology and Organizations.
- GORDON, R.J. (2000). "Does the 'New Economy' measure up to the great inventions of the past?". *Journal of Economic Perspectives*, 14 (4), pp. 49-74.
- GOURIEROUX, C.; LAFFONT, J., y MONFORT, A. (1980). "Coherency conditions in simultaneous linear equations models with endogenous switching regime". *Econometrica*, 48 (3), pp. 75-96.
- GREENE, W. (1999). *Análisis econométrico*. Madrid: Pearson Educación, 3.ª ed., 1999.
- Griffith, R.; HUERGO, E.; MAIRESSE, J., y PETERS, B. (2006). "Innovation and productivity across four European countries". *Oxford Review of Economic Policy*, 22 (4), pp. 483-498.
- HAJIVASSILIOU, V., y SAVIGNAC, F. (2011). *Financing constraints and a firm's decision and ability to innovate: Establishing direct and reverse effects* - Extended online version. LSE Department of Economics working paper.
- HEMPELL, T. (2005). "Does experience matter? Innovations and the productivity of information and communication technologies in German services". *Economics of Innovation and New Technology*, 14 (4), pp. 277-303.
- INFODEV / BANCO MUNDIAL (2007). "ICT, Innovation, and Economic Growth in Transition Economies: A Multi-Country Study of Poland, Russia, and the Baltic Countries". Washington, DC.
- JORGENSEN, D.W. (2001). "Information technology and the US economy". *American Economic Review*, 91 (1), pp. 1-31.
- JOVANOVIC, B., y ROUSSEAU, P. L. (2005). "General purpose technologies". In AGHION, P.; DURLAUF STEVEN, N. (eds.), *Handbook of Economic Growth*, vol. 1B. Amsterdam: Elsevier, pp. 1181-1224.
- KATZ, R. (2012). *Impact of broadband on the economy*. Broadband series. Telecommunication Development Sector. International Telecommunications Union.
- KELLER, W. (2002). "Trade and the Transmission of Technology". *Journal of Economic Growth*, 7, pp. 5-24.
- KELLER, W. (2004). "International Technology Diffusion". *Journal of Economic Literature*, vol. XLII (setiembre), pp. 752-782.
- KOUTROUMPIS, P. (2009). "The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach". *Telecommunications Policy*, 33, pp. 471-485.
- LEDERMAN, D.; MESSINA, J.; PIENKNAGURA, S., y RIGOLINI, J. (2014). *Latin American Entrepreneurs: Many Firms but Little Innovation*. Washington, DC: World Bank, doi: 10.1596/978-1-4648-0012-2. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0.
- LEE, G. (2006). "The Effectiveness of International Knowledge Spillovers Channels". *European Economic Review*, 50, pp. 2075-2088.
- LEE, H. L. (2000). "Creating Value through Supply Chain Integration". *Supply Chain Management Review*, setiembre-octubre, pp.30-36.
- LEWBEL, A. (2007). "Coherency and completeness of structural models containing a dummy endogenous variable". *International Economic Review*, 48 (4), pp. 1379-1392.
- NELSON, R., y PHELPS, E. (1966). "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth". *The American Economic Review*, 56, pp. 69-75.
- OZ, E. (2005). "Information technology productivity: in search of a definite observation". *Information & Management*, 42 (6), pp. 789-798.

- PILAT, D. (2004). *The ICT productivity paradox: insights from micro data*. OECD Economic Studies 38, 2004/1.
- QIANG, C., y ROSSOTTO, C. M. (2009). "Economic Impacts of Broadband". In *Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*, pp. 35-50. Washington DC: WB.
- ROMER, P (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, 98 (5). S71 S102.
- SCHUMPETER, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press.
- SOLOW, R. (1987). "We'd Better Watch Out". *The New York Times*, 12 de julio, Book Review, 36.
- STERNITZKE, C. (2009). "Defining triadic patent families as a measure of technological strength". *Scientometrics*, 81 (1), octubre, pp. 91-109.
- STIROH, (2002). "Are ICT Spillovers Driving the New Economy?". *Review of Income and Wealth*, 48 (1), pp. 33-57, March 2002
- WATANABE, C.; TSUJI, Y., Y GRIFFY-BROWN, C. (2001). "Patent statistics: deciphering a 'real' versus a 'pseudo' proxy of innovation". *Technovation*, 21, pp. 783-790.
- WINTER, S. (1984). "Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes". *Journal of Economic Behavior and Organization*, 5, setiembre-diciembre, pp. 287-320.

Recibido:	24/2/2013
Versión final aceptada:	22/7/2014