

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Desarrollo, Ambiente y Territorio

Convocatoria 2018-2020

Tesis para obtener el título de maestría de Investigación en Economía del Desarrollo

Capacidades tecnológicas y relaciones de cooperación en un sistema de innovación
emergente: El caso de Ecuador

Teresa Verónica Cevallos Criollo

Asesor: Juan Fernández Sastre

Lectores: Roberta Curiazi y Hugo Jácome

Quito, febrero de 2022

Dedicatoria

A mis pequeños sobrinos y sobrina: Samuel, Jhadiel, Joaquín, Joel y Denisse por su inyección de energía y cariño total. Así como a mis padres por su apoyo incondicional.

Tabla de contenidos

Resumen	VI
Agradecimientos.....	VII
Capítulo 1.	1
Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Definición del problema.....	4
1.3 Delimitación del problema	6
Capítulo 2.	7
Marco teórico y empírico	7
2.1 Capacidad tecnológica.....	7
2.2 Cooperación en actividades de innovación y capacidad tecnológica.....	14
Capítulo 3.	24
Objetivo, pregunta de investigación e hipótesis	24
Capítulo 4.	26
Marco metodológico	26
4.1 Datos y variables	26
4.2 Metodología	34
Capítulo 5.	42
Resultados y discusión	42
Conclusiones	50
Lista de referencias.....	54

Ilustraciones

Tablas

4.1 Distribución de la variable dependiente categórica.....	27
4.2 Variables de cooperación y su descripción.....	28
4.3 Características individuales de las empresas y su descripción.....	29
4.4 Variables sectoriales y su descripción.....	30
4.5 Distribución de las relaciones de cooperación en función de la variable.....	33
Categórica dependiente.....	33
4.6 Prueba de Brant del modelo ologit.....	38
4.7 Prueba de especificación de regresión parcial.....	39
5.1 Determinantes de las capacidades tecnológicas de las empresas.....	42
ecuatorianas. Modelo logístico ordinal generalizado (gologit2).....	42

Figuras

4.1 Capacidades tecnológicas de las empresas según la actividad económica.....	31
CIIU Rev. 4.0.....	31
4.2 Cooperación en actividades de innovación según la actividad económica.....	31
CIIU Rev. 4.0.....	31
4.3 Capacidades tecnológicas según la ubicación geográfica de las empresas.....	32
4.4 Cooperación en actividades de innovación según la ubicación geográfica.....	33
de la empresa.....	33
4.5 Supuesto de la regresión paralela.....	37

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesis

Yo, Teresa Verónica Cevallos Criollo, autora de la tesis titulada “Capacidades tecnológicas y relaciones de cooperación en un sistema de innovación emergente: El caso del Ecuador” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de maestría de Investigación en Economía del Desarrollo concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, febrero de 2022



Teresa Verónica Cevallos Criollo

Resumen

La capacidad tecnológica que poseen las empresas tiene importantes implicaciones para generar ventajas competitivas entre estas. En cuanto a los países en desarrollo, se ha prestado poca atención a su papel. El presente estudio tiene como objetivo analizar cómo las relaciones de cooperación en actividades de innovación influyen en el desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas de un país en desarrollo. Para este propósito, se estima un modelo econométrico de respuesta múltiple, un logit ordinal generalizado, utilizando datos de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación (ENAI) del Ecuador de los años 2012 a 2014.

Los resultados evidencian que el efecto de la cooperación en las diferentes actividades de innovación sobre la capacidad tecnológica no es lineal: depende de las capacidades tecnológicas de las empresas. Así, los resultados indican que la cooperación, en todo tipo de actividad de innovación, está relacionada con las capacidades tecnológicas más altas; con la excepción de la cooperación en capacitación, que no explica diferencias en las capacidades tecnológicas. La cooperación en I+D, ingeniería y diseño y asistencia técnica reducen la probabilidad de ser una empresa con capacidades tecnológicas bajas; mientras que la cooperación en información y en pruebas de productos no. Finalmente, la cooperación en todas las actividades de innovación, con excepción de capacitación, reduce la probabilidad de ser una empresa con competencias tecnológicas, es decir, cooperar en estas actividades de innovación contribuyen incrementar las capacidades tecnológicas de las empresas mediante la introducción de nuevos productos y procesos en el mercado.

Agradecimientos

A Jehová Dios, quien es la fuente de la vida. Nos da el sol para iluminar el día, las leyes de la luna y las estrellas para iluminar la noche (Jeremías 31:35). Gracias a él, existimos y nos movemos.

A mi familia y amigos por su amor, paciencia, consideración y gran ayuda en tiempos apretados.

A Juan Fernández por toda su valiosa dirección y guía. Sin duda, su gran entrega como profesor y tutor contribuyó, en gran manera, a culminar este trabajo a satisfacción. Finalmente, a todos mis profesores de FLACSO, a mis amigos que se cruzaron en este camino, y al equipo administrativo de la Institución por su ayuda y gestión.

Capítulo 1

Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La capacidad que tiene una empresa para innovar e introducir nuevas tecnologías se desarrolla a lo largo del tiempo y resulta condicionada por las características tecnológico-institucionales del entorno en el que opera (Freeman y Soete, 1997; Verspagen 2004). Esta capacidad, que es conocida como *capacidad tecnológica*, se define como la habilidad para adoptar, mejorar, desarrollar e introducir en el mercado nuevos productos y procesos, a través de la aplicación de conocimientos científico-técnicos (Kim 2001; Afuah 2002). Así, el desarrollo de las capacidades tecnológicas resulta crucial para que las empresas generen ventajas competitivas (Nelson 1991; Lee et al. 2001; Di Benedetto et al. 2008). No obstante, su desarrollo se caracteriza por ser un proceso gradual (Torres 2006), que difiere ampliamente entre empresas (Lall 1992). Esto es así dado que cada empresa dispone de conocimientos y recursos tecnológicos específicos (Afuah 2002), así como de diferentes procesos de aprendizaje y de acumulación de conocimientos (Torres 2006). En consecuencia, en las economías coexisten empresas con altas capacidades tecnológicas, que desarrollan proyectos de I+D e introducen nuevas tecnologías, con otras empresas con menores capacidades tecnológicas, cuya innovación se centra en la asimilación e imitación de la tecnología existente (Lall 1992; Kim 2001).

La literatura sobre capacidades tecnológicas enfatiza que éstas resultan influidas tanto por las características propias de las empresas, por su sector económico, así como por el contexto institucional en que operan (Malerba 2004; Lugones *et al.* 2007). En este sentido, Lall (1992) señala que las capacidades tecnológicas cambian según la estructura industrial y profundidad tecnológica de la misma, en función del tamaño de la empresa y del mercado, además de las estrategias industriales y comerciales que establecen las naciones de las empresas. Por su parte Dahlman *et al.* (1987) destacan que las capacidades tecnológicas de las empresas resultan afectadas por la disponibilidad de agentes tecnológicos que suministran información técnica y conocimientos científicos a las empresas. Por tanto, la literatura considera que la

capacidad tecnológica de una empresa depende ampliamente de su contexto institucional caracterizado por su sistema nacional de innovación (Lundvall 2011; Makkonen 2015).¹

Existe una amplia literatura sobre las capacidades tecnológicas de las empresas (Kim, 1980; Dahlman *et al.*, 1987; Lall 1992; Arnold y Thuriaux 1997; Wignaraja 2002; Gammeltoft 2004; Iammarino *et al.*, 2008; Padilla-Pérez *et al.* 2009; Molina-Domene y Pietrobelli 2012; Iammarino *et al.*, 2012; Divella 2016; Zang y Li 2016). Entre ellos, algunos estudios empíricos operacionalizan las capacidades tecnológicas de las empresas, a través de variables ordinales (Iammarino *et al.* 2008; Padilla-Pérez *et al.*, 2009; Iammarino *et al.*, 2012), así jerarquizando las capacidades tecnológicas de las empresas en función del tipo actividades de innovación en las que invierten (I+D, adquisición de maquinaria y equipo, capacitaciones, estudios de mercado, etc.) y el tipo de tecnologías que introducen en el mercado (nuevos o mejorados productos y procesos). Los resultados de estos estudios sugieren que el desarrollo de las capacidades tecnológicas está relacionado con características internas de las empresas (tamaño, participación en mercados internacionales, acceso a fuentes de información externa, capital humano, etc.), del sector en el que operan y de su contexto institucional.

Debido a la influencia del contexto institucional, el desarrollo de las capacidades tecnológicas resulta afectado por las relaciones de cooperación que establecen las empresas con socios externos para innovar (proveedores, clientes, consultores, competidores, universidades, instituciones de ciencia y tecnología, etc.). Esto es así porque las relaciones de cooperación tecnológica permiten a las empresas proveerse de recursos complementarios, disminuir costos de transacción y distribuir riesgos ante la incertidumbre del progreso tecnológico (Miotti y Sachward, 2003; Belderbos *et al.*, 2004a; Belderbos *et al.*, 2004b). Las relaciones de cooperación también contribuyen al desarrollo de las capacidades tecnológicas al generar externalidades del conocimiento, como consecuencia de la absorción de flujos de información externa entre los cooperantes (Belderbos *et al.*, 2004a; Bönte y Keilbach, 2005).

De hecho, algunos estudios sobre los determinantes de las capacidades tecnológicas de las empresas se centran en analizar cómo las relaciones de cooperación con socios externos influyen en el desarrollo de estas (Iammarino *et al.*, 2012; Divella, 2016). En concreto, estos

¹ Freeman (1987) define al sistema nacional de innovación como la red de instituciones (públicas y privadas) que interaccionan entre sí para promover la gestión y transferencia de nuevas tecnologías.

estudios, además de distinguir entre los distintos tipos de socios, diferencian entre cooperar con socios locales, nacionales e internacionales, dado que la proximidad espacial resulta importante para transferir conocimiento tácito, a la vez que los vínculos extra regionales favorecen en las relaciones de mercado. Los resultados de estos estudios sugieren que la cooperación con socios locales o nacionales tiene un mayor efecto, sobre el desarrollo de las capacidades tecnológicas, que la cooperación con socios internacionales. No obstante, los resultados son heterogéneos según la región y tipo de socio analizado.

Por ejemplo, Iammarino *et al.* (2012) analizan el efecto de cooperar con distintos tipos de socios en actividades de I+D (proveedores, clientes, competidores, consultores, universidades e instituciones de investigación públicas) en las capacidades tecnológicas de las empresas del Reino Unido. Este estudio operacionaliza las capacidades tecnológicas a través de una variable ordinal, que toma valores entre 0 y 2. La categoría más baja (valor 0) la denomina “empresa tecnológicamente inactiva”, que se refiere a empresas sin producción innovadora y sin inversión en innovación; la segunda (valor 1), llamada “empresa con competencias tecnológicas”, se refiere a empresas que invirtieron en insumos innovadores, pero no alcanzaron ningún resultado (nuevo producto o proceso); y la última categoría (valor 2), “empresa con capacidades tecnológicas”, para empresas que han introducido en el mercado un producto y/o proceso nuevo. Sus resultados indican que la cooperación con proveedores, clientes y otras empresas de grupos empresariales, tanto a nivel local como no local, influye más en el desarrollo de las capacidades tecnológicas; mientras que la cooperación con universidades e institutos de investigación públicos influye más, en las capacidades tecnológicas cuando se realiza con socios locales. No obstante, los resultados también indican que existen diferencias considerables entre las distintas regiones.

Por su parte, el estudio de Divella (2016) examina la relación entre la cooperación en actividades de I+D y las capacidades tecnológicas, también para las empresas del Reino Unido y teniendo en cuenta la ubicación del socio.

A diferencia de los estudios antes mencionados, este artículo operacionaliza las capacidades tecnológicas según la forma en que se lleva a cabo la innovación, sea generada dentro de la empresa o adaptadas de fuentes externas, a través de tres variables binarias dependientes. La primera variable denominada “generación interna” es la capacidad más alta y representa a las

empresas que ha realizado nuevos productos y/o procesos por su propia empresa o grupo de empresas; la segunda variable, llamada “generación por cooperación”, se refiere a las empresas que han desarrollado productos con el apoyo de otras empresas e instituciones; la tercera, nombrada como “adopción”, es la capacidad más baja y representa a las empresas que introducen la innovación mediante la adopción de fuentes externas. Sus resultados indican que cooperar con diferentes y varios socios influye positivamente a generar innovaciones en cooperación; que la cooperación nacional influye tanto a la generación de innovación en cooperación como en adopción y que la cooperación internacional influye sólo en la innovación mediante la adopción.

1.2 Definición del problema

A pesar de que existen estudios que analizan los determinantes de las capacidades tecnológicas de las empresas, la mayoría se han llevado a cabo en países desarrollados (Wignaraja 2002; Gammeltoft 2004; Iammarino et al. 2008; Padilla-Pérez *et al.* 2009; Molina-Domene y Pietrobelli 2012; Iammarino et al. 2012; Divella 2016). Sin embargo, las capacidades tecnológicas de las empresas difieren ampliamente entre países desarrollados y en desarrollo (Lugones *et al.* 2007; Padilla-Pérez *et al.* 2009; Lundvall 2011; Makkonen 2015). En particular, en los países en desarrollo la mayoría de las empresas tiene escasas capacidades tecnológicas, por lo que les resulta difícil involucrarse en actividades de innovación sofisticadas, como la I+D (Lugones et al. 2007; Pérez *et al.* 2018). Además, la mayoría de las empresas consideran que la innovación es una cuestión interna y pocas de ellas establecen relaciones de cooperación con otros agentes del sistema de innovación y, cuando lo hacen, estas relaciones se centran en la absorción de información tecnológica más que en el desarrollo de actividades conjuntas de I+D (Fernández-Sastre y Martín-Mayoral 2015). Esto hace que la mayoría de las empresas innovadoras sólo tengan la capacidad de adquirir tecnologías e imitar productos existentes (Torres 2006).

Tal y como hemos visto sólo existen dos estudios que analizan el efecto de las relaciones de cooperación en I+D con socios externos en las capacidades tecnológicas de las empresas (Iammarino *et al.* 2012; Divella 2016), ambos realizados con datos británicos. Sin embargo, no existe ningún estudio que analice cómo las relaciones de cooperación afectan a las capacidades tecnológicas de las empresas de un país en desarrollo, pese a que tanto las capacidades tecnológicas como las relaciones de cooperación difieren ampliamente de las de

los países desarrollados. No obstante, a la hora de analizar cómo la cooperación con socios externos afecta en las capacidades tecnológicas de las empresas de un país en desarrollo, hay que tener en cuenta que las relaciones de cooperación en actividades de innovación son muy diferentes a de los países desarrollados (Padilla-Pérez *et al.* 2009; Fernández-Sastre y Martín-Mayoral 2015). En este sentido, dado que la mayoría de las empresas están en etapas tempranas de asimilación de tecnología, no cooperan en I+D sino en otras actividades de innovación, que están más relacionados con la explotación del conocimiento tecnológico existente: obtención de información tecnológica, ingeniería y diseño, pruebas de productos, capacitación o asistencia técnica (Wignaraja 2002; Bell y Figueiredo 2012). En consecuencia, a la hora de analizar cómo las relaciones de cooperación afectan a las capacidades tecnológicas, hay que tener en cuenta que las relaciones de cooperación, en un país en desarrollo, difieren entre empresas en función del tipo de actividades de innovación que desarrollan con socios externos (I+D, ingeniería y diseño, pruebas de productos, asistencia técnica, capacitación, búsqueda de información tecnológica). El tipo de actividades de innovación en las que cooperan las empresas influyen mucho en sus procesos de aprendizaje y acumulación de conocimientos y, en consecuencia, en sus capacidades tecnológicas (Torres 2006). Por tanto, en un contexto en desarrollo, resulta pertinente analizar cómo las relaciones de cooperación con socios externos - *en distintas actividades de innovación* - afectan a las capacidades tecnológicas de las empresas.

Como se mencionó anteriormente, las capacidades tecnológicas se construyen gradualmente: las empresas empiezan buscando información sobre las tecnologías existentes, para luego adquirirlas, asimilarlas, adaptarlas, imitarlas e innovar a través de ellas. Además, las empresas no desarrollan este proceso de forma aislada, sino que la mayor parte de ellas busca el apoyo de agentes tecnológicos que brinden asistencia técnica, capacitaciones o participen conjuntamente en otros proyectos de innovación (Dahlman *et al.* 1987). Así, las empresas buscan mejorar y crear tecnología a través de la interacción con otros agentes que complementen sus capacidades y recursos tecnológicos (Koschatzky y Sternberg 2000) o sus proyectos de I+D (Cohen y Levinthal 1989). Es por ello que el tipo de actividades de innovación en las que cooperan las empresas están muy relacionadas con el nivel de desarrollo de sus capacidades tecnológicas, de tal manera que el objetivo específico de esta tesis es el de analizar cómo la cooperación externa influye en las capacidades tecnológicas de las empresas, distinguiendo en función del tipo de actividades de innovación en las que

cooperan las empresas: I+D, ingeniería y diseño, pruebas de productos, asistencia técnica, capacitación y búsqueda de información. En este sentido, es de esperar que aquellas empresas que realicen cooperación en actividades de innovación de mayor complejidad tecnológica tengan mayores capacidades tecnológicas que las empresas que cooperan en actividades de innovación de menor complejidad.

1.3 Delimitación del problema

Debido a que se pretende analizar cómo la cooperación, en distintas actividades de innovación (I+D, ingeniería y diseño, pruebas de productos, asistencia técnica, capacitación y búsqueda de información) influye en las capacidades tecnológicas de las empresas en el contexto de un país en desarrollo, se ha delimitado la presente investigación para el caso ecuatoriano. De acuerdo con el Índice Global de Innovación (2019), en Ecuador el porcentaje de gasto en I+D en relación al PIB fue sólo del 0,4% en el 2014.² Así mismo, el gasto en I+D realizado por empresas como porcentaje del PIB fue sólo del 0,2% y el gasto en I+D con financiamiento extranjero como porcentaje del gasto total en I+D fue de 2,5%.³ Todos estos factores caracterizan al Ecuador como un país con un sistema de innovación emergente, caracterizado por empresas con escasas capacidades tecnológicas, el que lo hace idóneo para esta investigación. Además, la Encuesta Nacional de Innovación del Ecuador (ENAI 2015) tiene la ventaja de proporcionar información sobre los distintos tipos de actividades de innovación en las que cooperan las empresas; distinguiendo entre las siguientes: I+D, ingeniería y diseño, capacitación, asistencia técnica, búsqueda de información, pruebas de productos y financiamiento.

Lo que hace oportuno el presente estudio que permitirá examinar la influencia de la cooperación con socios externos en distintas actividades de innovación y el desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas de un país en desarrollo como el Ecuador. Con ese propósito, el presente estudio se organiza de la siguiente manera: el capítulo 2 se revisa la literatura sobre cooperación y capacidades tecnológicas. El capítulo 3 presenta los datos y la metodología. El capítulo 4 discute las implicaciones de los resultados empíricos. Finalmente, se concluye en el capítulo 5.

² Porcentaje menor, comparado a Estados Unidos (una de las principales economías innovadoras) que fue 2,8% en el año 2018.

³ Proporciones bajas, si se toma en cuenta los porcentajes de Estados Unidos que fueron de 2,1% y 7,3% respectivamente en el año 2018.

Capítulo 2

Marco teórico y empírico

2.1 Capacidad tecnológica

El concepto de capacidad tecnológica ha sido definido por diversos autores. Dahlman *et al.* (1987) lo describen como la capacidad que tienen las empresas para elegir, adquirir, asimilar, utilizar y adaptar la tecnología existente en la mejora de la producción, así como la capacidad para modificar y crear nuevas tecnologías. Por tanto, la capacidad tecnológica no sólo ayuda a utilizar tecnologías existentes, sino que también permite introducir nuevos procesos y productos en el mercado (Kim 2001; Afuah 2002). El desarrollo de capacidades tecnológicas requiere de inversiones en asistencia técnica, capacitación de los empleados, expansión de instalaciones, adquisición de recursos tecnológicos (Lall 1992) e inversiones en actividades que permitan obtener conocimientos como la investigación y desarrollo (I+D) (Cohen y Levinthal 1989). Por su parte, Bell y Pavitt (1995), además de señalar que las capacidades tecnológicas se relacionan con los recursos que generan cambios técnicos y de gestión, también destacan que la estructura institucional y los vínculos tecnológicos que establecen las empresas con otros agentes (clientes y consumidores, competidores, proveedores, consultores, universidades, laboratorios y empresas de I+D, organismos públicos de ciencia y tecnología, oficinas de propiedad intelectual, otras empresas relacionadas), están relacionados con sus capacidades tecnológicas. En definitiva, la capacidad tecnológica resulta un activo estratégico que promueve las actividades de innovación en las empresas y se relacionan con el nivel tecnológico de las innovaciones que introducen en el mercado (Hsieh y Tsai 2007; Di Benedetto *et al.* 2008; Wu *et al.* 2012). Así, cuanto mayor es la capacidad tecnológica de una empresa, mayor será su capacidad para crear nuevos productos y procesos innovadores (Kim 2001).

Como acabamos de ver, la capacidad tecnológica se entiende como el conocimiento y la habilidad que tienen las empresas y que permite adquirir, adoptar, modificar tecnología de manera eficiente y desarrollar actividades de innovación. En este sentido, las empresas, a medida que van adquiriendo, adaptando y modificando la tecnología incrementan sus conocimientos e incursionan en actividades más complejas que van desde la imitación tecnológica a la creación de nuevos productos a través del desarrollo de actividades de I+D (Freeman 1995; Kim 2001). Así, la capacidad tecnológica que ostenta una empresa es

resultado de un proceso gradual, que va pasando de actividades simples a otras más complejas, favoreciéndose de las inversiones y de los conocimientos anteriormente adquiridos (Wignaraja 2002). Tal y como indica Torres (2006), la construcción de capacidades tecnológicas se realiza a través del tiempo, mediante procesos de aprendizaje y de acumulación de conocimiento en diversas etapas (Dutrénit 2004).

En las primeras etapas, las empresas tienen una base de conocimiento limitado, por lo que resulta importante la búsqueda de información sobre tecnologías y la adquisición de equipos o tecnologías empaquetada para implementar en sus procesos de producción (Kim 1980). Una vez adquirida la tecnología o equipo, las empresas comienzan a adaptar la tecnología a sus necesidades, siendo esencial en esta etapa, la asistencia técnica y la capacitación del personal para mejorar sus procesos de producción y de ingeniería (Dahlman *et al.* 1987). El conocimiento y la experiencia adquiridas permite a las empresas asimilar tecnologías e involucrarse en actividades menos simples como la imitación de productos terminados, cuyo esfuerzo se centra en la ingeniería inversa y mejora en la producción (Kim 2001). Dicha acumulación de experiencias, habilidades y esfuerzo tecnológico contribuye a la base de conocimientos de las empresas y hace que se involucren en actividades de innovación más complejas como la I+D, para desarrollar nuevos productos y procesos competitivos (Kim 2001).

En una economía, las empresas están en diferentes fases de construcción de capacidades tecnológicas. Unas involucradas en actividades de innovación más simples o rutinarias, otras empresas están realizando actividades un poco más complejas basadas en la imitación; y, finalmente otras empresas desarrollando actividades de innovación más complejas y arriesgadas, basadas en la I+D (Lall 1992). Igualmente, también existen empresas que, a pesar de contar con los recursos y conocimientos (I+D, tecnología, maquinaria y equipos, capital humano, etc.) no tienen capacidades tecnológicas suficientes como para producir resultados innovadores (Von Tunzelmann 2009). Este tipo de empresas se las conoce como empresas con competencias tecnológicas, es decir, con potencial para desarrollar capacidades; puesto que las capacidades están relacionadas con transformaciones reales como la tecnología, procesos de producción y cambio de producto (Von Tunzelmann 2009). Por tanto, las capacidades tecnológicas son heterogéneas, ya que en una economía conviven empresas que

tienen alta capacidad tecnológica y de inversión en I+D con otras empresas que todavía están en procesos de adquisición de tecnología y de construcción de capacidades (Lall 1992).

En lo que respecta al desarrollo de las capacidades tecnológicas, éste está relacionado tanto con factores internos de las empresas como por factores externos (Nelson 1991; Lall 1992; Bell y Figueiredo 2012). Respecto a los factores internos, por ejemplo, se considera que el tamaño de las empresas, normalmente representado por su número de empleados, influye positivamente en las capacidades tecnológicas. Esta idea se basa en la tesis schumpeteriana de que las empresas grandes tienen mayor posibilidad de incursionar en actividades de innovación (Piga y Vivarelli 2004) por el mayor acceso a fuentes de financiación, una mayor disponibilidad de recursos, así como una mejor gestión para prorratear los costos implicados (Wignaraja 2002). Además, las empresas grandes resultan más atractivas para realizar actividades de cooperación en actividades de innovación con otras empresas (Belderbos *et al.*, 2004a).

Otra característica interna que está relacionada con las capacidades tecnológicas de las empresas es el hecho de pertenecer a un grupo extranjero, pues estas empresas pueden estimular a incrementar las capacidades tecnológicas al poseer un mayor acceso de fuentes de información externa (Iammarino *et al.* 2008). Sin embargo, un efecto opuesto puede surgir cuando estas empresas conservan sus funciones de I+D en el país extranjero, de modo que no se transfiera el conocimiento a los agentes locales (Lall 1992). Un tercer factor interno es la edad de las empresas. Esto es así puesto que las empresas jóvenes, normalmente, disponen de poco conocimiento y experiencia para explotar y aprovechar la tecnología, mientras que las empresas con mayor tiempo de existencia han acumulado conocimientos y experiencias para innovar (Sorensen y Stuart 2000).

Así mismo, el nivel de cualificación de los empleados influye positivamente en la capacidad tecnológica (Wignaraja 2002), dado que los empleados mejor formados tienen un mayor potencial de aprendizaje y de desarrollar conocimientos, así como de habilidades para la adaptación de la tecnología adoptada (Archibugi y Coco 2005; Cerulli y Filippetti 2012). Un quinto factor interno que podría estar relacionado con el tipo de capacidades tecnológicas de las empresas es si éstas realizan inversiones en capital fijo, dado que dominar una tecnología y desarrollar una estructura productiva requiere de inversiones físicas para equiparse de

bienes de capital y expandir las instalaciones (Lall 1992). No obstante, si esta expansión se realiza sin la tecnología o las habilidades necesarias, las capacidades tecnológicas sólo pueden desarrollarse limitadamente (Lall 1992).

Otro factor interno es la participación en mercados internacionales a través de la exportación, pues las empresas exportadoras requieren de mayores capacidades para poder competir en los mercados internacionales y tienen una mayor capacidad de internalizar conocimientos de otros mercados que son relevantes para la innovación (Kim 1980; Cassiman y Veugelers 2002). Finalmente, otro factor que podría influir en las capacidades tecnológicas de las empresas es si la empresa es pública, dado que estas empresas generalmente forman parte de complejas industrias estratégicas, realizan fuertes inversiones en capacitación, equipos y tecnología, y suministran bienes y servicios al mercado nacional (Freeman 1995; Kim 2001).

Respecto a la influencia de los factores externos, éstos se relacionan con las características del sistema nacional de innovación en el que operan las empresas (Lall 1992; Freeman 1995). Freeman (1987) define al sistema nacional de innovación como la red de instituciones (públicas y privadas) que interaccionan entre sí para promover la gestión y transferencia de nuevas tecnologías. En este sentido, la red de agentes, instituciones y organizaciones (dimensión del sistema) que contribuyen en los procesos de innovación de las empresas, a través de la interacción y el aprendizaje (Lundvall *et al.* 2009) contribuyen también a las capacidades tecnológicas de las empresas. En este sentido, algunos países pueden contar con más centros públicos de investigación, universidades, laboratorios, así como de redes de investigación y desarrollo entre estos agentes, cuyos conocimientos influyen de manera determinante en las capacidades tecnológicas de las empresas (Iammarino *et al.* 2008; Archibugi y Coco 2009). Finalmente, las capacidades tecnológicas de las empresas también dependen de su sector económico, pues los sectores difieren en el dominio de los conocimientos y la tecnología, actores y las redes, así como en las instituciones relevantes para la innovación (Malerba 2004).

Por tanto, las capacidades tecnológicas resultan muy condicionadas por las características del resto de actores que forman parte del proceso innovador (Freeman 1995). Por consiguiente, el contexto institucional influye en el proceso de desarrollo de capacidades tecnológicas, puesto que las empresas no se involucran en este proceso de forma aislada sino que lo hacen

relacionándose con otros agentes externos (clientes y consumidores, competidores, proveedores, consultores, universidades, laboratorios y empresas de I+D, organismos públicos de ciencia y tecnología, otras empresas relacionadas, oficinas de propiedad intelectual, otras empresas del grupo o casa matriz). Es por ello que varios autores destacan la importancia de la interacción, coordinación y cooperación entre los agentes externos a la empresa para el desarrollo de las capacidades tecnológicas (Coronado y Acosta 1999; Gammeltoft 2004). Por otro lado, los gobiernos también pueden impulsar el desarrollo de capacidades tecnológicas, mediante un marco institucional que promueva la ciencia, tecnología e innovación, mediante políticas que faciliten la provisión de maquinaria y tecnología importada, así como a través de la provisión de infraestructura y recursos que favorezcan al desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas (Freeman 1995; Dutrénit 2004).

Una vez reconocida la importancia del contexto institucional, es importante notar que este contexto en los países en desarrollo es muy diferente, al estar todavía en una fase emergente y no tener mucha capacidad para facilitar la transferencia de conocimientos (Dutrénit 2018). Como consecuencia de ello, las empresas, de estos países, tienen menores capacidades tecnológicas.

En lo que respecta a la evidencia empírica, existen varios estudios que analizan cuantitativamente los determinantes de las capacidades tecnológicas de las empresas. Estos estudios operacionalizan la capacidad tecnológica mediante diversos índices, variables binarias u ordinales y no existe un consenso respecto a la forma de medir las capacidades tecnológicas. Por ejemplo, Wignaraja (2002), en un estudio para las empresas de Mauricio, construye un índice de capacidades tecnológicas en función de las actividades de producción y vinculación de las empresas, inspirado en la taxonomía de Lall (1992)⁴. Estas dos actividades están desglosadas, en total, en doce subactividades, que van desde actividades técnicas simples hasta actividades más complejas como la introducción de un nuevo producto. Las subactividades se clasifican en tres niveles de complejidad (valor 0, 1 y 2), el resultado (máximo 24 puntos) es normalizado y el índice tecnológico toma valores entre 0 y 1. Sus

⁴ La taxonomía de Lall (1992) clasifica las capacidades tecnológicas de las empresas en tres funciones: inversión, producción y vinculación. Estos tres tipos de actividades son medidos según el grado de complejidad, con una categorización de tres niveles: básico, intermedio y avanzado. El nivel básico se refiere a actividades simples o rutinarias, el nivel intermedio se refiere a actividades de adaptación y el nivel avanzado se basa en actividades de innovación.

resultados indican que el tamaño de la empresa, la mano de obra técnica (ingenieros y técnicos), la inversión en la formación del personal y la asistencia técnica externa en tecnologías de información (TI) influyen positivamente en el desarrollo de capacidades tecnológicas de las empresas; mientras que la edad de la empresa y el capital extranjero no mostraron un efecto significativo.

Gammeltof (2004) estudia el desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas de la industria electrónica de Indonesia. El estudio operacionaliza el concepto en función del proceso gradual de la construcción de capacidades tecnológicas y lo categoriza en cuatro tipos de procesos: adquisitivo, operativo, cambio de proceso, y cambio de producto. Estos cuatro procesos están evaluados por diferentes indicadores (proceso adquisitivo 4 indicadores, proceso operativo 6 indicadores, cambio de proceso 4 indicadores, y cambio de producto 3 indicadores). Cada proceso es calculado mediante el promedio simple del conjunto de indicadores relacionados; así, cada tipo de proceso tiene una medición y los valores de cada índice son normalizados, tomando valores entre 0 y 1. Los cuatro índices son analizados en el contexto de ocho tipos de empresas.⁵ Sus resultados muestran que las empresas locales tienen mayores capacidades en procesos de adquisición y de cambio frente a las compañías extranjeras y que las empresas promovidas por el Estado y las de propiedad estatal tienen mayores capacidades en los procesos mencionados, tanto para las empresas locales como las extranjeras; las compañías extranjeras únicamente tienen mayores capacidades en procesos operativos (capacidad de exportación, uso de equipos avanzados).

Iammarino *et al.* (2008) analizan las capacidades tecnológicas de las empresas de la industria electrónica en dos regiones mexicanas (Jalisco y Baja California). Los autores operacionalizan la capacidad tecnológica de las empresas, a través de una variable ordinal, que toma valores entre 2 y 6. Para ello, establecen tres índices de capacidades tecnológicas: un índice de capacidad tecnológica de procesos, otro de capacidad tecnológica de producto y un índice de capacidad tecnológica general (suma del índice de proceso y de producto). Las capacidades tecnológicas de procesos y productos son clasificados en tres categorías: básico

⁵ El estudio diseña una tipología de ocho tipos de empresas de la industria electrónica, que son: empresas de propiedad totalmente extranjera, fabricantes de productos finales con propiedad predominantemente extranjera, proveedores que no tiene como base de sus operaciones en Indonesia, fabricantes de productos finales orientadas al mercado interno, proveedores de empresas de propiedad nacional, fabricantes de nichos de mercado nacional, empresas afiliadas por el Estado o promovidas mediante la contratación estatal, y empresas de propiedad estatal.

(valor 1), intermedio (valor 2) y avanzado (valor 3). Los índices de capacidad tecnológica de procesos y de productos son calculados mediante la aplicación de indicadores relacionados para clasificarlos. Los resultados de este estudio indican que el tamaño, el capital humano, las ventas hacia al exterior, y el uso de fuentes externas de conocimientos influyen más, en el desarrollo de las capacidades tecnológicas; mientras que la edad de la empresa y la región no tuvieron ningún efecto en las capacidades tecnológicas.

Padilla-Pérez *et al.* (2009) examinan la dinámica de los sistemas regionales de innovación en la creación de capacidades tecnológicas entre las empresas de la industria electrónica de dos regiones mexicanas (Jalisco y Baja California). El estudio operacionaliza la capacidad tecnológica mediante de una variable ordinal que toma valores entre 2 y 6. La forma de cálculo del índice es similar al del estudio de Iammarino *et al.* (2008). Sus resultados indican que las empresas que tienen un alto grado de integración e interacción dentro del sistema regional de innovación son empresas con capacidades tecnológicas avanzadas.

Molina y Pietrobelli (2012) estudian las capacidades tecnológicas del sector manufacturero de Argentina, Brasil y Chile. Los autores construyen un índice basado en una versión modificada del índice de tecnología de Wignaraja (2002), por lo que se centra en las actividades de producción y vinculación de las empresas. Las dos actividades, están a la vez desglosadas, en total, en siete subactividades y tienen una puntuación según la complejidad en tres niveles (valor 0, 1 ó 2) o una puntuación de valor 0 o 1, en caso de cumplir o no cumplir el indicador. El índice global es calculado mediante la suma de las puntuaciones de las subactividades; el resultado (máximo 10 puntos) es normalizado y el índice toma valores entre 0 y 1. Los resultados de esta investigación indican que las exportaciones influyen más en las capacidades tecnológicas de las empresas de Brasil y Chile, mientras que en la Argentina la educación y los programas de capacitación tienen una mayor influencia en las capacidades tecnológicas.

Por su parte, Iammarino *et al.* (2012) examinan la capacidad tecnológica de las empresas del Reino Unido. Este estudio operacionaliza el concepto a través de una variable ordinal, que toma valores entre 0 y 2. La categoría más baja (valor 0), denominada “empresas tecnológicamente inactiva”, se refiere a empresas sin producción innovadora y sin inversión en innovación; la segunda (valor 1), llamada “empresas con competencias tecnológicas”, se refiere a empresas que invirtieron en insumos innovadores, pero no alcanzado ningún

resultado (nuevo producto o proceso); la última categoría (valor 2), “empresas con capacidades tecnológicas”, para empresas que han introducido en el mercado un producto y/o proceso nuevo. Sus resultados indican que el tamaño de la empresa, pertenecer a un grupo empresarial, vender sus productos o servicios fuera del mercado nacional, ser una empresa joven y el capital humano son las características internas de las empresas británicas que influyen más en las competencias y capacidades tecnológicas.

Finalmente, el estudio de Divella (2016) examina la capacidad tecnológica de las empresas del Reino Unido. El estudio operacionaliza el concepto según la forma en que se lleva a cabo la innovación, sea generada dentro de la empresa o adaptadas de fuentes externas, a través de tres variables binarias dependientes. La primera variable, denominada “generación interna”, es la capacidad más alta y representa a las empresas que ha realizado nuevos productos y/o procesos por su propia empresa o grupo de empresas; la segunda variable, llamada “generación por cooperación”, se refiere a las empresas que han desarrollado productos con el apoyo de otras empresas e instituciones; la tercera, nombrada como “adopción”, es la capacidad más baja y representa a las empresas que introducen la innovación mediante la adopción de fuentes externas. Los resultados de este estudio muestran que el tamaño de las empresas, ser una empresa joven, el capital humano, participar en mercados internacionales, y la estructura industrial, son las variables que influyen más en las capacidades tecnológicas de las empresas del Reino Unido.

2.2 Cooperación en actividades de innovación y capacidad tecnológica

Tal y como hemos visto, el contexto institucional influye en el desarrollo de las capacidades tecnológicas. Este contexto está representado por las diversas relaciones tecnológicas entre proveedores, clientes, competidores, consultores, universidades, centros de investigación y otras organizaciones a los que tienen acceso las empresas. Por tanto, las relaciones de cooperación que establecen las empresas con socios externos desempeñan un papel importante tanto en su actividad innovadora como en sus procesos de aprendizaje, dado que las empresas generalmente no innovan de forma aislada (Koschatzky y Sternberg 2000; Laursen y Salter 2005). Así, la interacción con agentes externos en actividades de innovación, como la capacidad de las empresas para absorber y explotar el conocimiento, aplicarlas en sus procesos e innovaciones con fines comerciales y crear nuevas tecnologías, contribuyen a incrementar las capacidades tecnológicas entre las empresas (Cohen y Levinthal 1989, 1990).

Las relaciones de cooperación en actividades de innovación permiten a las empresas ampliar su base de conocimiento, localizar complementariedades, compartir riesgos y costos (Miotti y Sachward 2003; Laursen y Salter 2005) para contrarrestar la creciente complejidad de las tecnologías y realizar con éxito sus proyectos de innovación (Archibugi y Iammarino 1999; De Faria 2010). La cooperación ayuda a que las empresas se provean de recursos y conocimientos complementarios de los que carecen, para aprovecharlos eficientemente y mejorar su desempeño innovador (Miotti y Sachward 2003; Belderbos et al. 2004b). Las relaciones de cooperación contribuyen al desarrollo de los procesos de innovación al generar externalidades del conocimiento, como consecuencia de efectuar inversiones en actividades de innovación (Belderbos *et al.* 2004a; Bönte y Keilbach 2005). Además, los acuerdos de cooperación en innovación permiten, disminuir los costos de transacción mediante un mejor control y calidad en la transferencia de tecnologías (Belderbos *et al.* 2004a). Las empresas también cooperan con sus socios para compartir los riesgos e inversiones de proyectos complejos y costosos, ante la incertidumbre del progreso tecnológico, y el desarrollo e introducción de nuevas innovaciones de sectores de alta tecnología (Miotti y Sachward 2003; Belderbos *et al.* 2004b).

A su vez, las empresas para incrementar los beneficios de las relaciones de cooperación realizan inversiones en tecnología, insumos y equipos (Cassiman y Veugelers 2002; Tether 2002).⁶ Por ejemplo, cuando las empresas adquieren tecnologías importadas, también requieren interactuar y comercializar insumos técnicos con otras firmas y organizaciones de apoyo; de esta forma, la interacción, los flujos de información, conocimientos e insumos mejorados que obtengan entre los actores, fomentan el aprendizaje colectivo y las actividades de innovación (Wignaraja 2002; Torres 2006).

Existen muchos estudios que analizan el efecto de la cooperación sobre diversas variables relacionadas con el desempeño y esfuerzo innovador de las empresas (Fritsch y Lukas 2001; De Propris 2002; Tether 2002; Miotti y Sachward 2003; Belderbos *et al.* 2004a; Nieto y Santamaría 2007). En términos generales estos estudios enfatizan que el efecto de la cooperación difiere ampliamente en función del tipo de socio. Por ejemplo, Belderbos *et al.* (2004b) y Bönte y Keilbach (2005) señalan que la cooperación con los proveedores tiene que

⁶ Cuando no existe una participación activa entre los agentes en la transferencia de tecnología, insumos, equipo o en la contratación externa, no se considera cooperación (Tether 2002).

ver más con los procesos de producción y la adquisición de maquinaria y equipo, puesto que estas relaciones permiten conseguir productos técnicos de mejor calidad y de bajo costo (Tether 2002). La cooperación con clientes está más relacionada con reducir el riesgo asociado con la introducción y aceptación de un nuevo producto o servicio en el mercado (Belderbos *et al.* 2004a). Por otro lado, Day (1994) señala que la colaboración con clientes, canales y proveedores permite conocer las necesidades y problemas de los consumidores, lo que facilita la adaptación de productos que demanda el mercado y, a la vez, reduce tiempos durante las fases de diseño, producción y comercialización.

Respecto a la cooperación con competidores, generalmente se realiza cuando el producto está en medio de un mercado altamente competitivo con altas capacidades tecnológicas, donde se necesita lanzar productos muy innovadores, siendo muy útil las sinergias que se producen entre los competidores para conseguir activos y conocimientos complementarios para perfeccionar tecnologías y realizar investigación precompetitiva (Hsieh y Tsai 2007; Di Benedetto *et al.* 2008).⁷ A su vez, las empresas también establecen relaciones de cooperación con consultores para beneficiarse del intercambio del conocimiento y experiencias. Tether (2002, 953) señala que “actúan como abejas en la polinización cruzada de ideas entre empresas”, desempeñando un papel importante en el diagnóstico de necesidades y articulación de soluciones en la economía a través del conocimiento aplicado.

Becker y Dietz (2004) y Belderbos *et al.* (2004b) señalan que la cooperación con universidades influye más en el desarrollo de proyectos de I+D, así como en el apoyo técnico especializado para la generación de productos altamente novedosos que se encuentre en la frontera tecnológica. Por su parte, Padilla-Pérez *et al.* (2009) señalan que las universidades desempeñan un papel importante en la provisión de capital humano, tanto con profesionales altamente cualificados como en la ciencia e investigación para la industria. Finalmente, la cooperación con organismos de ciencia y tecnología, laboratorios de I+D, y otras empresas relacionadas influyen positivamente en la industria, con el suministro de conocimientos, la producción de investigación y tecnología aplicada, así como en el aprendizaje por la movilidad del personal (Kim 2001; Tether 2002).

⁷ Por citar ejemplos de este tipo de cooperación se menciona la cooperación de Nokia con Motorola, Ericksson y Psion para el desarrollo de un sistema operativo móvil, alianza denominada Symbian (Hsieh y Tsai 2007). En Japón, consorcios de empresas cooperaron para el desarrollo del “sistema de posicionamiento global de Sony” (DeSarbo y Song 2008).

Aunque existen muchos estudios que analizan el efecto de la cooperación en distintas variables relacionadas con el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas, sólo hay dos estudios que examinan el efecto de las relaciones de cooperación tecnológica con socios externos sobre las capacidades tecnológicas de las empresas, ambos para empresas del Reino Unido (Iammarino *et al.* 2012; Divella 2016). Iammarino *et al.* (2012) utiliza datos del período 2002-2004 de la Encuesta de Innovación del Reino Unido, que es parte de la Cuarta Encuesta Comunitaria sobre Innovación (CIS 4). Este estudio jerarquiza las capacidades tecnológicas de las empresas mediante una variable ordinal con tres categorías: 0: empresas tecnológicamente inactivas (no introducen innovaciones ni invierten en actividades de innovación), 1: empresas con competencias tecnológicas (invierten en innovación, pero que no introducen tecnologías) y 2: empresas con capacidades tecnológicas (introdujeron innovaciones de producto y/o proceso). Este estudio no sólo estima el efecto de la cooperación en las capacidades tecnológicas distinguiendo por tipo de socio (otras empresas del grupo empresarial, proveedores, clientes, competidores, consultores, y universidades u otras instituciones de educación superior e institutos de investigación gubernamentales o públicos), sino que además tienen en cuenta la ubicación geográfica de los socios (locales y no locales) y estima diferentes modelos para cada una de las regiones del Reino Unido.⁸ Sus resultados indican que las relaciones de cooperación con clientes, proveedores, universidades e institutos de investigación públicos influyen más en las capacidades tecnológicas de las empresas del Reino Unido, aunque existen grandes diferencias entre regiones. Por ejemplo, en Londres la cooperación con proveedores distantes influye más en el desarrollo de las capacidades tecnológicas que la cooperación con socios locales, mientras que la cooperación con competidores distantes influye más en las capacidades tecnológicas tanto de las empresas de Londres como del Sur de Inglaterra. Asimismo, la cooperación extra regional con proveedores y con clientes, tanto locales como no locales, influyen positivamente en las capacidades tecnológicas de las empresas del Este de Inglaterra.

⁸ El estudio, con el objetivo de analizar el papel de la cooperación según la ubicación geográfica de la empresa, lo segmenta las regiones del Reino Unido en ocho macro regiones, según la Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas (NUTS-1), que son: Norte de Inglaterra (Noreste, Noroeste, Yorkshire y Humber), Midlands (Este de Midlands, Oeste de Midlands), Este de Inglaterra, Londres, Sur de Inglaterra (Sureste, Suroeste), Gales, Escocia e Irlanda del Norte; para el análisis del alcance geográfico de la cooperación, el estudio diferencia en dos segmentos: cooperación local, cuando la empresa encuestada se ubica dentro de un radio aproximado de 100 millas; y cooperación no local, a una distancia mayor a 100 millas (Iammarino et al. 2012).

En el caso de las empresas de Midlands los resultados son similares a los del Este de Inglaterra, con la diferencia de que también influyen la cooperación con proveedores locales y con universidades e institutos de investigación públicos no locales. Respecto a la región del Norte de Inglaterra, los vínculos de cooperación con proveedores y consultores, tanto locales como no locales, así como con clientes y otras empresas del grupo empresarial extra regionales y con universidades e institutos de investigación públicos locales influyen positivamente en las capacidades tecnológicas de las empresas. Finalmente, en Gales la cooperación con proveedores no locales es la más influyente en las capacidades tecnológicas; mientras que en Escocia e Irlanda del Norte la cooperación vertical extra regional es la que se asocia con empresas con mayores capacidades tecnológicas; probablemente por la gran integración de esta región con el resto de las regiones del Reino Unido.

El otro estudio que analiza el efecto de las relaciones de cooperación sobre las capacidades tecnológicas de las empresas es el de Divella (2016), que igualmente utiliza datos del período 2002-2004 de la Encuesta de Innovación del Reino Unido. En este caso, las capacidades tecnológicas se operacionalizan en función de la manera en la que se desarrollan las innovaciones, a través de tres variables binarias dependientes: la primera variable denominada “generación interna” representa la capacidad tecnológica más alta, pues son empresas que han innovado a través de procesos de innovación internas o con empresas del grupo de empresas, basados en la aplicación de nuevos conocimientos e ideas. La segunda variable llamada “generación por cooperación”, es la capacidad intermedia y son empresas que han desarrollado sus innovaciones con el apoyo de otras empresas e instituciones. La tercera variable, nombrada “adopción”, representa la capacidad más baja y son empresas que introducen innovaciones a través de la adopción tecnológica (Divella, 2016). Este estudio estima el efecto de la cooperación, según el número y tipo de socio (otras empresas del grupo empresarial, proveedores, clientes o consumidores, competidores, consultores y universidades u otras instituciones de educación superior, e institutos de investigación gubernamentales o públicos), y según la ubicación geográfica del socio⁹. Sus resultados indican que cooperar con

⁹ El estudio para analizar la ubicación geográfica lo realiza mediante tres segmentos: cooperación local/regional, cuando la empresa encuestada se ubica dentro de un radio aproximado de 100 millas; cooperación nacional, cuando la empresa se ubica fuera de la región de origen pero pertenece al Reino Unido; y la cooperación internacional (cuando se realiza con socios dentro de Europa o con socios fuera de Europa); para el análisis regional, el estudio segmenta las ocho regiones del Reino Unido utilizando la Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas (NUTS-1); sin embargo, el estudio menciona que no realizan modelos regionales individuales por la insuficiencia de observaciones (Divella 2016).

clientes, proveedores, competidores y múltiples socios influye positivamente en el desarrollo de innovaciones en cooperación y que no influyen en el desarrollo de innovaciones mediante la adopción de conocimiento y tecnologías externas. Respecto a la ubicación geográfica del socio, los resultados indican que cooperar con socios localizados en distintos lugares influye positivamente en generar innovaciones en cooperación. La cooperación local/regional influye sólo cuando se genera innovación en cooperación, mientras que la cooperación nacional influye positivamente tanto en la generación de innovación en cooperación como en la adopción.

Estos dos estudios que analizan el efecto de la cooperación en las capacidades tecnológicas de las empresas se han realizado en el contexto de un país desarrollado, donde las capacidades tecnológicas de la mayoría de las empresas están lo suficientemente desarrolladas como para involucrarse en proyectos conjuntos de I+D con socios externos (Torres 2006). Además, hay que considerar que el contexto institucional de los países en desarrollo es muy diferente al de los países desarrollados. Por tanto, si se pretende analizar el efecto de la cooperación sobre las capacidades tecnológicas de los países en desarrollo, hay que tener en cuenta que tanto las capacidades tecnológicas como las relaciones de cooperación con socios externos son muy diferentes. Esto ocurre porque las empresas de los países en desarrollo están en fases iniciales de construcción de capacidades tecnológicas, sus actividades de innovación no están principalmente relacionadas con la I+D y, por ende, pocas empresas cooperan en actividades de I+D con socios externos (Fernández Sastre y Vaca Vera 2017). Esto hace que las actividades de innovación estén enfocadas en la adquisición de recursos, conocimientos e insumos tecnológicos externos (Lugones *et al.* 2007; Pérez *et al.* 2018) y que sus innovaciones sean más de tipo incremental (Lugones *et al.* 2007; Iammarino *et al.* 2008).

Así, cuando las capacidades tecnológicas entre las empresas no están lo suficientemente avanzadas, las interacciones con socios externos se limitan a transar insumos y productos tecnológicos ya existentes (Bell y Pavitt 1995). En consecuencia, las empresas en estos contextos son “borrowers o learners” de la tecnología tomada de los países desarrollados (Torres 2006). Por otro lado, los países en desarrollo cuentan con pocos organismos generadores de conocimiento científicos y una comunidad científica reducida; por ende, las redes y vínculos de cooperación entre los agentes son más limitadas (Lundvall 2011; Dutrénit *et al.* 2018). Así, también en estos contextos, las universidades y centros de investigación no

están fuertemente vinculados con la industria en proyectos de innovación o en la difusión de conocimiento científico-tecnológico, sino que más bien están dedicadas a la formación del capital humano, lo que se traduce en una cooperación leve de las empresas con este tipo de instituciones de investigación (Padilla-Pérez *et al.* 2009). Además, la estructura productiva de estos países se fundamenta en sectores de media-baja y baja intensidad tecnológica y las empresas de estos sectores no tienden a involucrarse en proyectos de innovación complejos y recurren menos a las relaciones de cooperación tecnológica (Miotti y Sachwald 2003; Suárez y Youguel 2020). En consecuencia, en los países en desarrollo la mayoría de las empresas que establece relaciones de cooperación tecnológica lo hace con otras empresas de su cadena de valor (clientes y proveedores) (Anlló y Suárez 2008).

Las relaciones de cooperación tecnológica que establecen las empresas de los países en desarrollo no sólo difieren en función de los tipos de socios sino también en función del tipo de actividades de innovación. Tal y como se comentó, en los países en desarrollo muy pocas empresas cooperan en proyectos formales de I+D con socios externos; no obstante, muchas empresas “innovadoras” están cooperando en otro tipo de actividades de innovación más relacionadas con la explotación del conocimiento tecnológico existente y la construcción de capacidades tecnológicas, para en un futuro poder desarrollar proyectos de innovación de mayor complejidad. En realidad, en estos países conviven empresas con diferentes capacidades tecnológicas y cada una de ellas establece relaciones de cooperación en actividades de innovación de mayor o menor complejidad tecnológica. Entre las actividades de innovación que no son I+D, y que las empresas desarrollan con socios externos, se pueden distinguir las siguientes: búsqueda de información, financiamiento, asistencia técnica, capacitación, pruebas de producto e ingeniería y diseño (Fernández Sastre y Vaca Vera 2017).

En los países en desarrollo, las empresas con menores capacidades tecnológicas (la mayoría en estos contextos) tienden a establecer relaciones de cooperación orientadas a adquirir información sobre las tecnologías de frontera existentes para valorar si resulta pertinente adquirirlas. Estas empresas no tienen la suficiente capacidad de identificar cuáles son las tecnologías de frontera para su actividad productiva y, por tanto, no tienen la capacidad de involucrarse en proyectos de innovación de mayor complejidad con otros socios. Otras empresas, con mayores capacidades tecnológica, que ya han adaptado tecnologías de frontera, pueden recurrir a socios externos para financiar proyectos de adquisición tecnológica,

capacitar a sus trabajadores en el uso de las nuevas tecnologías y realizar asistencias técnicas. Esto es así puesto que, en esta fase de construcción de capacidades tecnológicas, las empresas necesitan que el personal sea capaz de explotar eficientemente las nuevas tecnologías (Dahlman *et. al* 1987). Por su parte, las empresas que cuentan con mayores capacidades tecnológicas se involucran con socios externos en proyectos de innovación más complejos como pruebas de productos e ingeniería y diseño, que son actividades relacionadas con la innovación a través del ensayo y error y el desarrollo experimental (Wintermantel 1999). Finalmente, las empresas con altas capacidades tecnológicas cooperan en actividades de I+D para la generación de nuevos conocimientos (Kim 2001); en este caso ya no buscan explotar los conocimientos tecnológicos existentes, sino que buscan crear nuevos conocimientos.

Por tanto, resulta plausible considerar que las empresas que cooperan con socios externos en actividades de mayor complejidad tecnológica cuentan con mayores capacidades tecnológicas. En este sentido, no existe ningún estudio que analice el efecto de la cooperación en distintas actividades de innovación sobre las capacidades tecnológicas de las empresas. De hecho, el único estudio que analiza el efecto de cooperar en otras actividades de innovación que no son I+D, es el estudio de Fernández Sastre y Vaca Vera (2017). Sin embargo, este trabajo no analiza los efectos de la cooperación sobre las capacidades tecnológicas, sino que estima el efecto sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas del Ecuador. El estudio muestra que la mayoría de las empresas que cooperan en actividades de innovación lo hace en la adquisición de información tecnológica, que cooperar exclusivamente en adquisición de información tecnológica con proveedores y clientes influye positivamente en la introducción de nuevos productos para las empresas y en la innovación organizacional. Además, los resultados indican que las empresas que cooperan tanto en I+D como en otras actividades de innovación muestran tanto un mayor esfuerzo como desempeño innovador.

Tal y como hemos visto, las empresas cooperan para proveerse de recursos y conocimientos complementarios a través del desarrollo conjunto de actividades de innovación. No obstante, el tipo de actividades de innovación que las empresas llevan a cabo con otros agentes están ampliamente relacionadas con las capacidades tecnológicas de las empresas. Por ejemplo, las empresas que están en una etapa inicial de construcción de capacidades tecnológicas, al no desarrollar actividades de innovación como tal, establecen relaciones de cooperación con el objetivo de obtener información sobre equipos y tecnologías más avanzadas (Bell y

Figueiredo 2012). En consecuencia, no es de esperar que este tipo de relaciones de cooperación esté relacionado ampliamente con empresas con altas capacidades tecnológicas. Esto es así dado que la búsqueda de información tecnológica no involucra en sí misma el desarrollo de actividades relacionadas con la introducción de nuevas tecnologías.

Otras empresas, con mayores capacidades tecnológicas, pueden establecer relaciones de cooperación en asistencia técnica o capacitación de los empleados. En este sentido, Dahlman *et al.* (1987) indican que las empresas cooperan en actividades de asistencia técnica para asimilar y utilizar las tecnologías y equipos en sus condiciones locales. Por su parte, la cooperación en capacitación del personal permite a las empresas adquirir conocimientos especializados, adaptar tecnologías y resolver problemas técnicos y operativos (Dahlman *et al.* 1987; Lall 1992). En consecuencia, la cooperación en asistencia técnica y capacitación podría estar relacionada con mayores capacidades tecnológicas. Esto es así dado que estas actividades no sólo contribuyen a incrementar la base de conocimientos de la empresa, sino también a adaptar la tecnología existente (Dahlman *et al.* 1987).

Otras empresas cooperan en pruebas de productos o ingeniería y diseño con socios externos. Esto involucra proyectos de innovación de mayor complejidad. Las pruebas de producto implican el desarrollo previo a la producción, a través de pruebas y ensayos (OCDE 2002). La ingeniería y diseño implica actividades relacionadas con los procesos de producción como la planificación, la realización de sistemas de producción o de control en funcionamiento armónico, la puesta en marcha de la producción a escala, etc.; además de actividades afines a la I+D, como la ingeniería industrial relacionada con la introducción de nuevos productos y procesos, pruebas de prototipos, etc. (OCDE 2002).¹⁰ Por su parte, la cooperación en ingeniería y diseño involucra la fabricación de equipos, maquinarias y productos con nuevas características o la modificación de procesos, a través del desarrollo experimental (Wintermantel 1999), de tal manera que la cooperación en actividades relacionadas con las pruebas de producto o la ingeniería y diseño deberían relacionarse con empresas con mayores capacidades tecnológicas en comparación con aquellas que cooperan en información, asistencia técnica o capacitaciones.

¹⁰ El Manual de Frascati señala que la medición de I+D en la industria se debe distinguir entre: las actividades de I+D y las de desarrollo previo a la producción (ingeniería y diseño), a fin de excluir las actividades que no son I+D para una acertada medición (OCDE 2002).

Finalmente, la I+D comprende actividades de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental (OCDE 2002). En consecuencia, la cooperación en actividades en I+D debería asociarse con las mayores capacidades tecnológicas. Esto es así puesto que estas actividades son las de mayor complejidad e involucran la generación de nuevo conocimiento y no solo la explotación del conocimiento tecnológico existente (Freeman 1995).

Capítulo 3

Objetivo, pregunta de investigación e hipótesis

El **objetivo** de la presente investigación es el de analizar cómo las relaciones de cooperación en distintos tipos de actividades de innovación se asocian con las capacidades tecnológicas de las empresas. Entre estas actividades se distinguen las siguientes: I+D, ingeniería y diseño, pruebas de producto, capacitación, asistencia técnica y búsqueda de información. En consecuencia, la tesis parte de la siguiente pregunta de investigación:

Pregunta de investigación: ¿Qué tipo de actividades de innovación en las que cooperan las empresas se relacionan con mayores capacidades tecnológicas?

Bell y Pavitt (1995) sostienen que cuando las capacidades tecnológicas de las empresas no están lo suficientemente desarrolladas, las interacciones con socios externos se limitan a transar insumos y productos tecnológicos existentes. Además, estas empresas, normalmente, se caracterizan por la adopción de tecnologías de los países desarrollados (Torres 2006). Además, en estos contextos, las universidades y centros de investigación no están fuertemente vinculados con la industria, sino que se dedican principalmente a la formación del capital humano (Padilla-Pérez *et al.* 2009). Adicionalmente, la estructura productiva de estos países se fundamenta en sectores de media-baja y baja intensidad tecnológica y las empresas de estos sectores no tienden a involucrarse en proyectos de innovación complejos y recurren menos a las relaciones de cooperación tecnológica (Miotti y Sachwald 2003; Suárez y Youguel 2020). Estos aspectos producen que las relaciones de cooperación tecnológica, que establecen las empresas difieran en función del tipo de actividades de innovación que se llevan a cabo. En este sentido, resulta plausible considerar que las empresas con menores capacidades tecnológicas establezcan relaciones de cooperación en actividades de menor complejidad, orientadas a la adquisición de información y conocimientos tecnológicos existentes (información, asistencia técnica, capacitación). Otras empresas, con mayores capacidades tecnológicas, establecen relaciones de cooperación en actividades de mayor complejidad, fundamentadas en la adaptación y explotación tecnológica (pruebas de productos, ingeniería y diseño). Finalmente, las empresas con mayores capacidades tecnológicas puedan involucrarse en proyectos de innovación de mayor complejidad y riesgo, relacionados con la generación de nuevos conocimientos como la I+D. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis:

Hipótesis: Las relaciones de cooperación en actividades de innovación de mayor complejidad están relacionadas con mayores capacidades tecnológicas.

Capítulo 4

Marco metodológico

4.1 Datos y variables

Este estudio utiliza datos de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación del Ecuador (ENAI) 2015, realizada mediante convenio interinstitucional entre el Instituto Nacional de Estadística y Censos y la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta encuesta recoge información sobre las actividades de innovación de 6.275 empresas del Ecuador y comprende el período de tres años 2012-2014. Las empresas pertenecen a los sectores de manufacturas, servicios, comercio y minas y canteras. Además, la ENAI recoge información sobre los diferentes tipos de actividades de innovación en las que las empresas cooperaron con socios externos: I+D, ingeniería y diseño, capacitación, asistencia técnica, información, pruebas de productos y financiamiento.

Debido a que el objetivo de investigación es el de determinar cómo las relaciones de cooperación en actividades de innovación se relacionan con las capacidades tecnológicas de las empresas, la variable dependiente refleja las capacidades tecnológicas de las empresas que invierten en actividades de innovación o introducen nuevas tecnologías en el mercado. Esto hace que el análisis se limite a las empresas innovadoras de la ENAI, cuyo número asciende a 2.725.

Siguiendo otros estudios empíricos sobre capacidades tecnológicas (Iammarino *et al.* 2008; Iammarino *et al.* 2012), se miden las capacidades tecnológicas a través de una variable ordinal que jerarquiza los diferentes niveles de las capacidades tecnológicas a través del tipo de actividades de innovación en las que invierten las empresas y el tipo de innovación que introducen en el mercado. Esta variable ordinal toma valores entre 0 y 2. La categoría más baja (valor 0) representa a las empresas con “competencias tecnológicas”, que son empresas que invirtieron en I+D o en otras actividades de innovación, pero que no introdujeron nuevos (o significativamente mejorados) bienes, servicios o procesos. La segunda (valor 1) representa a las “empresas con capacidades tecnológicas bajas” y agrupa tanto a las empresas que no invirtieron en actividades de innovación pero que lograron introducir nuevos (o significativamente mejorados) bienes, servicios y proceso, como a las empresas que invirtieron en otras actividades de innovación, pero que no invirtieron en I+D e introdujeron

innovaciones. La última categoría (valor 2) representa a las “empresas con capacidades tecnológicas altas”, que son empresas que invirtieron en I+D e introdujeron innovaciones.¹ La Tabla 4.1 presenta la distribución de las tres categorías de las empresas utilizadas en este estudio.

Tabla 4.1 Distribución de la variable dependiente categórica

Variable dependiente	Total observaciones	% respecto al total de empresas ENAI	% respecto a las empresas innovadoras
Empresas con competencias tecnológicas (valor 0)	171	2,7%	6,3%
Empresas con capacidades tecnológicas bajas (valor 1)	1.411	22,5%	52,0%
Empresas con capacidades tecnológicas altas (valor 2)	1.133	18,1%	41,7%
Total	2.715	43%	100%

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Como se puede observar en la Tabla 4.1, de las 2.715 empresas innovadoras (43% del total) el 52,0% representa a las empresas con capacidades tecnológicas bajas, el 41,7% son empresas con capacidades altas y el 6,3% representa a las empresas con competencias tecnológicas. Estos datos señalan que de las empresas que se involucran en actividades de innovación, la gran mayoría responde con la introducción de innovaciones en el mercado. Sólo el 6,3% de las empresas innovadoras no tuvo la capacidad de introducir innovaciones en el mercado; aun así, la mayoría de las empresas tienen capacidades tecnológicas bajas.

Respecto a las variables de interés, éstas corresponden a las relaciones de cooperación que establecen las empresas en los distintos tipos de actividades de innovación. La ENAI define siete actividades: I+D, ingeniería y diseño, capacitación, asistencia técnica, información, pruebas de productos y financiamiento. Sin embargo, no se considera la cooperación en financiamiento, por no ser una actividad de innovación que está relacionada con la

¹ Las inversiones en “otras actividades de innovación”, no basadas en la I+D, son actividades que, por su propia naturaleza o por la forma en cómo se implementa contribuyen, al desarrollo de productos o procesos (INEC 2016). Comprende las siguientes actividades: a) Adquisición de maquinaria y equipo, b) Adquisición de Hardware, c) Adquisición de Software, d) Adquisición de Tecnología desincorporada, e) Contratación de consultorías y asistencia técnica, f) Actividades de Ingeniería y Diseño Industrial (IDE), g) Capacitación del personal y h) Estudios de mercado (INEC 2016).

construcción y desarrollo de las capacidades tecnológicas. En la Tabla 4.2 se define distintas variables de cooperación y se muestran algunos estadísticos descriptivos:

Tabla 4.2 Variables de cooperación y su descripción

Nombre de la variable	Descripción	Media	Desviación estándar
<i>Cooperación por tipo de actividad de innovación</i>			
coop_id	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en actividades de I+D durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario.	0,131	0,338
coop_ingenieria	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en ingeniería y diseño durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario.	0,201	0,401
coop_capacitacion	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en actividades de capacitación durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario.	0,400	0,490
coop_asistencia	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en asistencia técnica durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario.	0,468	0,499
coop_informacion	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en actividades de búsqueda de información durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario.	0,712	0,453
coop_pruebas_producto	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa cooperó en desarrollo de productos durante el período de 2012 a 2014 y 0 en caso contrario.	0,408	0,492

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

En el contexto de un país en desarrollo cabe esperar que las empresas tiendan a establecer relaciones de cooperación en mayor medida en actividades de búsqueda de información, asistencia técnica y capacitación, mientras que sea menos frecuente la cooperación en actividades de innovación de mayor complejidad como es la I+D e ingeniería y diseño.

Respecto a las variables de control se incluyen variables que, de acuerdo con la literatura, están relacionadas con las capacidades tecnológicas de las empresas. Estas variables están relacionadas con las distintas características de las empresas, su sector económico, así como la

región en la que operan (Iammarino *et al.* 2012; Divella 2016). Esto se puede notar en los resultados del estudio de Iammarino *et al.* (2012) que sugieren que las capacidades tecnológicas de las empresas británicas están altamente relacionadas con el tamaño de la empresa, participar en mercados internacionales, el capital humano, así como con el sector económico y la ubicación en que operan las empresas. En el caso del estudio de Divella (2016) se sugiere que el desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas del Reino Unido está relacionado con el tamaño de la empresa, el ser una empresa joven, la apertura internacional, la dotación del capital humano y que la empresa opere en las industrias manufactureras de media-alta tecnología y de alta tecnología. La Tabla 4.3 describe las variables concernientes a las características de las empresas.

Tabla 4.3 Características individuales de las empresas y su descripción

Nombre de la variable	Descripción	Media	Desviación estándar
Tamaño	Logaritmo natural del número de empleados de la empresa en el año 2014.	3,923	1,395
Extranjera	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa forma parte de un grupo empresarial cuya matriz está fuera del Ecuador y 0 en caso contrario.	0,077	0,267
Edad	Número de años de la empresa al año 2014.	18,675	15,341
capital_humano	Número de empleados con título de tercer nivel o más dividido para el número total de empleados.	0,256	0,229
inversión_capital_fijo	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa invirtió en capital fijo en al menos uno de los tres años del período 2012 - 2014 y 0 en caso contrario.	0,923	0,267
Exporta	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa exportó en al menos uno de los tres años del período 2012 - 2014 y 0 en caso contrario.	0,170	0,376
Pública	Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa es pública y 0 en caso contrario.	0,018	0,134

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Debido a que las capacidades tecnológicas de las empresas también resultan influenciadas por el sector, se incluirán controles a una serie de variables dicotómicas sectoriales sobre la base

de una clasificación basada en la intensidad tecnológica. La Tabla 4.4 muestra las actividades que componen cada una de las categorías sectoriales sobre la base de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) Rev. 4.0 a dos dígitos (INEC 2016).

Tabla 4.4 Variables sectoriales y su descripción

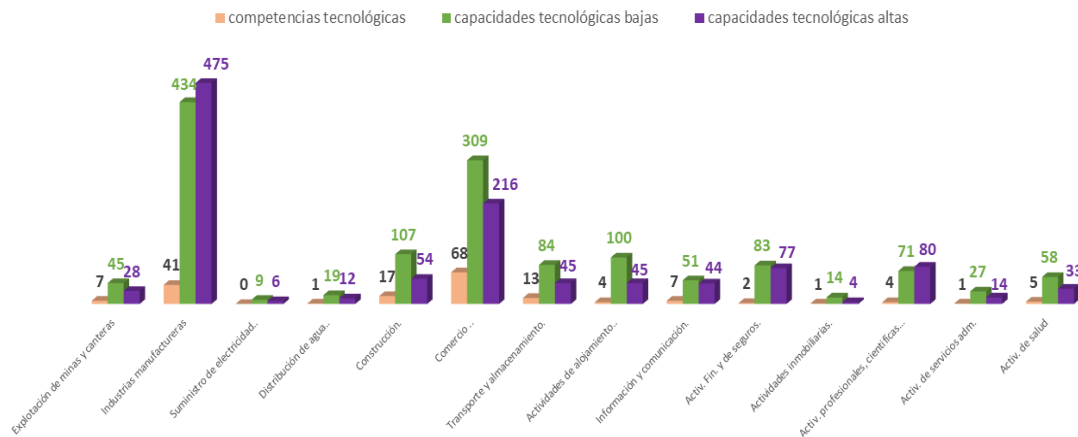
Nombre de la variable	Descripción	Actividades CIIU que componen al sector
manuf_baja_intensid	Industrias manufactureras de baja intensidad tecnológica	C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C31 y C32
manuf_media_baja_intensid	Industrias manufactureras de media-baja intensidad tecnológica	C19, C23, C24, C13, C25, C33 y S95
manuf_media_alta_intensid	Industrias manufactureras de media-alta intensidad tecnológica	C20, C22, C27, C28, C29, C30
manuf_alta_intensid	Industrias manufactureras de alta intensidad tecnológica	C21, C26
servic_no_inten_conoc	Industria de servicios no intensivas en conocimiento	B09, G45, G46, G47, H49, H50, H51, H52, H53, I55; I56, L68, M73, N77, N78, N79, N81, N82, O84, S94, S96, T97, T98, U99
servic_inten_conoc	Industrias de servicios intensivas en conocimiento	J58, J59, J60, J61, J62, J63, K64, K65, K66, M69, M70, M71, M72, M74, M75, N80, P85, Q86, Q87, Q88, R90, R91, R92, R93
proveedor_servicios	Industrias de suministros	D35, E35, E36, E37, E38, E39
sectores_extractivos	Industrias extractivas	B05, B06, B07, B08
Construcción	Industrias de construcción	F41, F42, F43

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Cabe esperar que las empresas que operan en sectores de alta intensidad tecnológica tengan mayores capacidades tecnológicas que las que operan en sectores de baja intensidad tecnológica y conocimiento. Esto es así puesto que, en los sectores de alta intensidad tecnológica, las empresas requieren de capacidades de innovación para ser competitivas.

Por otra parte, la figura 4.1 muestra la distribución de las capacidades tecnológicas de las empresas innovadoras en función de la actividad económica, acorde al CIIU Rev. 4.0 a un dígito.

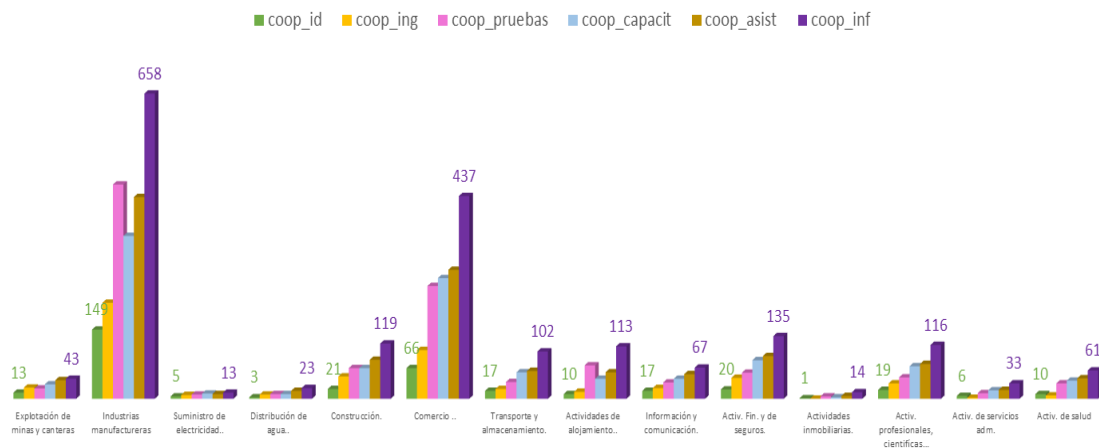
Figura 4.1 Capacidades tecnológicas de las empresas según la actividad económica
CIU Rev. 4.0



Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Como se puede observar en la Figura 4.1 las empresas ecuatorianas con capacidades tecnológicas altas principalmente operan en la industria manufacturera (475). Con relación a la distribución de las empresas que cooperan en actividades de innovación en función de la actividad económica, la figura 4.2 muestra que las empresas principalmente cooperan en la búsqueda de información tanto en la industria manufacturera (658) como el comercio al por mayor y menor (437).

Figura 4.2 Cooperación en actividades de innovación según la actividad económica
CIU Rev. 4.0

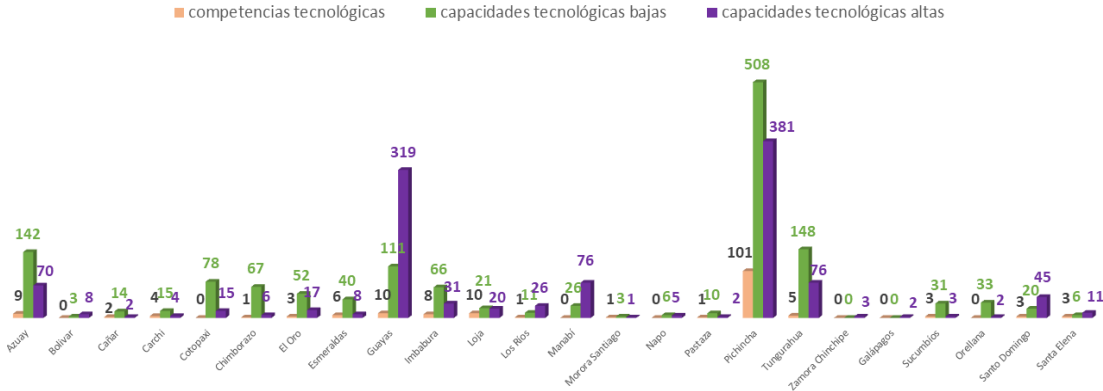


Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Adicionalmente, debido a que el entorno en el que operan las empresas influye en las capacidades tecnológicas se incluye un control regional, para ello se define una variable dicotómica denominada *región avanzada*, que toma el valor de 1 si la empresa opera en Pichincha o Guayas, y 0 si la empresa se ubica en el resto de las provincias del Ecuador. Se espera que las empresas que se ubican en estas dos provincias (Pichincha y Guayas) tengan mayores capacidades tecnológicas, dado que son las provincias de mayor actividad económica.

Por su parte, la figura 4.3 muestra la distribución de las capacidades tecnológicas de las empresas innovadoras en función de la ubicación geográfica en la que operan.

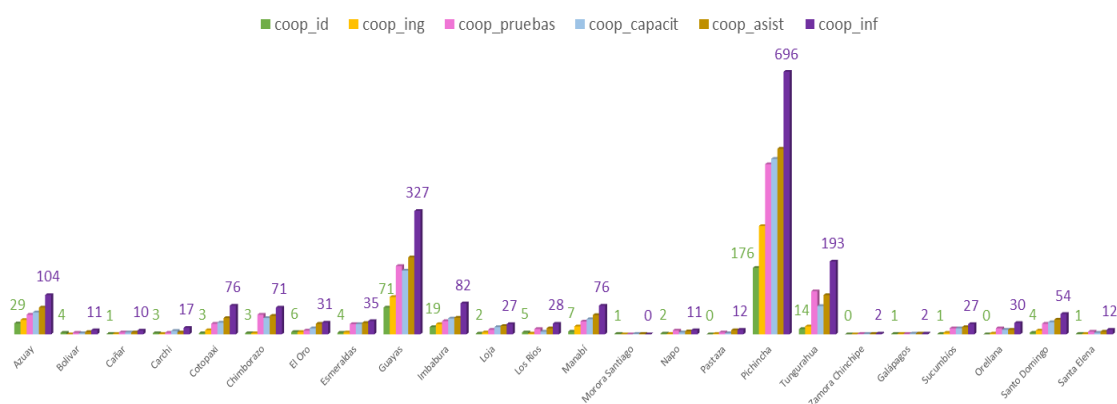
Figura 4.3 Capacidades tecnológicas según la ubicación geográfica de las empresas



Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Como se puede observar en la Figura 4.3, las empresas con capacidades tecnológicas altas principalmente operan en Pichincha (381) y Guayas (319). Con relación a la distribución de las empresas que cooperan en actividades de innovación en función de la ubicación geográfica, la figura 4.4 muestra que las empresas que cooperan en I+D operan principalmente en Pichincha (176), Guayas (71) y Azuay (29). Respecto a las empresas que cooperan en la búsqueda de información operan principalmente en Pichincha (381), Guayas (319), Tungurahua (76) y Manabí (76).

Figura 4.4 Cooperación en actividades de innovación según la ubicación geográfica de la empresa



Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Finalmente, la Tabla 4.5 muestra la distribución de las relaciones de cooperación en actividades de innovación en función de las empresas con competencias tecnológicas, empresas con capacidades tecnológicas bajas y empresas con capacidades tecnológicas altas.

Tabla 4.5 Distribución de las relaciones de cooperación en función de la variable categórica dependiente

Variable categórica dependiente	Coop. en I+D	Coop. en ingeniería y diseño	Coop. en capacitación	Coop. en asistencia técnica	Coop. en información	Coop. en pruebas de productos
Empresas con competencias tecnológicas (valor 0)	10 4%	19 8%	44 18%	51 21%	87 36%	30 12%
Empresas con capacidades tecnológicas bajas (valor 1)	110 4%	223 7%	542 18%	606 20%	992 33%	537 18%
Empresas con capacidades tecnológicas altas (valor 2)	237 8%	305 10%	499 16%	613 20%	855 28%	540 18%
Total	357	547	1.085	1.270	1.934	1.107
%	13%	20%	40%	47%	71%	41%

Fuente: Datos del INEC – ENAI 2015.

Nota: Los valores son el número de empresas y los porcentajes son valores calculados respecto a la categoría de empresas que cooperan, según el tipo de actividad de innovación.

Como se puede observar en la Tabla 4.5, el 71% (1.934) de las empresas que realizan actividades de innovación en el Ecuador cooperan en actividades de búsqueda de información, el 47% (1.270) en actividades de asistencia técnica, el 41% (1.107) cooperan en actividades de pruebas de producto y el 40% (1.085) cooperan en actividades de capacitación. Estos son el tipo de actividades de innovación en las que mayoritariamente cooperan las empresas del Ecuador. Por su parte, respecto a las empresas con competencias tecnológicas, el 36% (87) de las empresas que realizan actividades de innovación cooperan en actividades de búsqueda de información, el 21% (51) cooperan en asistencia técnica y el 18% (44) cooperan en capacitación. En el caso de las empresas con capacidades tecnológicas bajas el 33% (992) de las empresas que realizan actividades de innovación cooperan en actividades de búsqueda de información, el 20% (606) cooperan en asistencia técnica y el 18% (542) cooperan en capacitación. Finalmente, respecto a las empresas con capacidades tecnológicas altas el 28% (855) de las empresas que realizan actividades de innovación cooperan en actividades de búsqueda de información, el 20% (613) cooperan en asistencia técnica y el 18% (540) cooperan en pruebas de producto. Estos datos muestran en términos generales que las empresas ecuatorianas cooperan principalmente en otras actividades de innovación que están más relacionadas con la explotación del conocimiento tecnológico existente. Además, los datos muestran que el tipo de actividades de innovación en las que cooperan las empresas están muy relacionados con sus capacidades tecnológicas.

4.2 Metodología

Para verificar la hipótesis de investigación, que plantea que las relaciones de cooperación en actividades de innovación de mayor complejidad están relacionadas con mayores capacidades tecnológicas, se recurre al modelo de regresión logístico ordinal (ologit), debido a que la variable dependiente (tc) es una variable ordinal, que toma valores de 0 a 2. Los modelos logísticos ordenados, conocidos también como modelos de probabilidades proporcionales, son adecuados para estimar las asociaciones estadísticas entre una variable dependiente ordinal y un conjunto de variables explicativas (Green y Hensher 2010). Este modelo utiliza una función de unión para relacionar de forma lineal las variables explicativas con un conjunto de puntos de corte de las categorías de la variable dependiente (Stata 2011). Así, la probabilidad de observar la categoría j de la variable respuesta ordinal corresponde a la probabilidad de la función lineal estimada, más el error aleatorio, este dentro del rango de los puntos de corte estimados; en consecuencia, este modelo estima tanto los parámetros (β) como los puntos de

corte (τ). A continuación, se presenta la forma estándar del modelo de resultado ordinal en términos de la probabilidad de éxito para el resultado de la categoría m y valores dados de X :

$$\Pr(y = m \mid x) = F(\tau_m - x\beta) - F(\tau_{m-1} - x\beta) \quad \text{para } m = 2 \text{ a } j - 1 \quad (4.1)$$

En el caso del modelo logit, F representa la función de distribución logística acumulada (cdf del ε) con $\text{Var}(\varepsilon) = \pi^2/3$. Además, puesto que el modelo logit utiliza una función no lineal, que asume valores entre cero y uno, y que corresponde a la función de distribución de probabilidad acumulada logística, a continuación, se presenta la forma estándar de la mencionada función, donde: $Z = \chi\beta$; $-\infty < Z < +\infty$; y la probabilidad no está linealmente relacionado con los Z :

$$\Lambda(z) = \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)} = \frac{1}{1 + \exp^{-z}} \quad (4.2)$$

Así también, la siguiente expresión indica la *ratio* de probabilidad para el resultado categórico menor o igual a m frente a un mayor que m dado X :

$$\Omega_{\leq m \mid > m}(x) \equiv \frac{\Pr(y \leq m \mid x)}{\Pr(y > m \mid x)} = \frac{\Pr(y \leq m \mid x)}{(1 - \Pr(y \leq m \mid x))} \quad \text{para } m = 1, j - 1 \quad (4.3)$$

Por su parte, el modelo logístico puede ser interpretado con métodos para modelos lineales, puesto que es lineal en el logit, que va desde $-\infty$ a $+\infty$; por consiguiente, las probabilidades son una combinación lineal de los x y β (Long y Freese 2006).

La siguiente expresión muestra la función de logaritmo expresado en términos de cambios de los factores multiplicadores en las probabilidades:

$$\ln \Omega_{\leq m \mid > m}(x) = \tau_m - x\beta \quad (4.4)$$

En consecuencia, para una variable independiente con la intercepción (α) igual a cero y tres categorías se obtiene la siguiente forma de cálculo:

$$\ln \frac{\Pr(y \leq 1 \mid x)}{\Pr(y > 1 \mid x)} = \tau_1 - \beta_1 x_1 \quad (4.5. a)$$

$$\ln \frac{\Pr(y \leq 2 \setminus x)}{\Pr(y > 2 \setminus x)} = \tau_2 - \beta_1 x_1 \quad (4.5. b)$$

Estos modelos son comúnmente estimados a través de máxima verosimilitud, cuyo proceso continúa iterando hasta converger, siendo las estimaciones resultantes los valores de los parámetros que tienen la mayor probabilidad de generar la muestra de datos observada, si los supuestos del modelo son verdaderos; así, tanto la pendiente de la función de verosimilitud como la varianza de las estimaciones permiten determinar los parámetros (Long y Freese 2006). Al respecto, para verificar si las estimaciones de máxima verosimilitud son consistente, eficientes y asintóticamente normales se pueden comprobar a través del estadístico z en el resultado de la estimación, las pruebas de Wald para hipótesis simples y complejas, y las pruebas de correlación de la relación de probabilidad (LR) (Long y Freese 2006). Estas pruebas contrastan la hipótesis nula de que los coeficientes relacionados a las variables explicativas son simultáneamente iguales a cero; en el caso de la prueba de Wald se evalúa considerando uno o más coeficientes, mientras que la prueba de LR se evalúa comparando la probabilidad logarítmica de todos los coeficientes del modelo excepto la intercepción con la de un modelo restringido (Long y Freese 2006).

Dado que la distancia entre las categorías de una variable ordinal no tiene un orden inherente o una distancia exacta entre ellos, es preferible utilizar modelos que prescindan el supuesto de que las distancias entre las categorías son iguales (Long y Freese 2006). Por su parte, en los modelos de resultados ordinales una suposición implícita es que el vector de los coeficientes de las pendientes (β) son iguales para todas las comparaciones en las regresiones $j - 1$ implicados en el modelo, es decir cada curva de probabilidad logarítmica es paralela a cada ecuación. Para comprobar el supuesto se utiliza la prueba de Brant, que es una prueba de *ratio* de probabilidad proporcional; cuya hipótesis nula es que no existen diferencias en los coeficientes β 's entre las categorías de la variable dependiente, por lo que se espera obtener un resultado no significativo (Long y Freese 2006). A continuación, se muestra la expresión matemática para el caso de una variable ordinal de cuatro categorías, una variable independiente y asumiendo que la intercepción (α) es igual a cero:

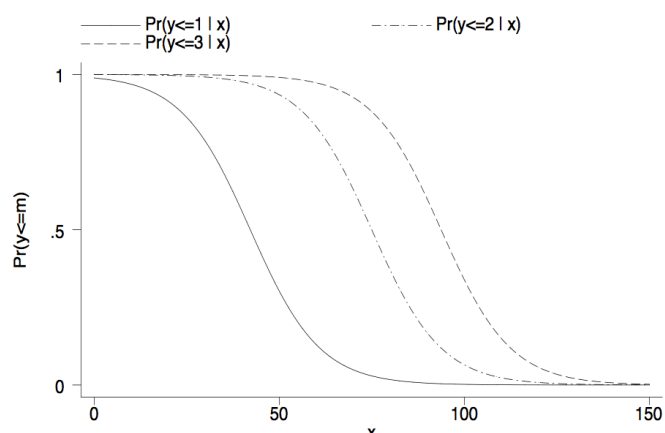
$$\Pr(y \leq 1 \setminus x) = F(\tau_1 - \beta x) \quad (4.6. a)$$

$$\Pr(y \leq 2 \setminus x) = F(\tau_2 - \beta x) \quad (4.6. b)$$

$$\Pr(y \leq 3 \mid x) = F(\tau_3 - \beta x) \quad (4.6.c)$$

De acuerdo con las ecuaciones antes indicadas, el supuesto de regresión paralela implica que los coeficientes β 's de las tres ecuaciones 4.6 son iguales, es decir la relación y las proporciones de probabilidad de las variables independientes son iguales en cada categoría de la variable dependiente. Así, en la figura 4.1 se presenta de manera gráfica lo que implica el supuesto, dado el ejemplo antes descrito:

Figura 4.5 Supuesto de la regresión paralela



Fuente: Long y Freese 2006.

En la Tabla 4.6 se presentan los resultados de la prueba de Brant, aplicado tanto para el modelo en su conjunto como para cada variable explicativa. La prueba muestra que el supuesto de probabilidad proporcional ha sido violado en las siguientes variables: extranjera, cooperación en información, cooperación en pruebas de productos y región avanzada. Es decir, estas variables contribuyen en proporciones de probabilidad diferentes entre las categorías de la variable dependiente, lo que sugiere que en estas variables explicativas la variable dependiente no se comporta de manera ordinal (Williams 2016). Por tanto, el uso de este modelo puede no mostrar con exactitud la asociación de las variables explicativas y las de resultado (Williams 2016).

Tabla 4.6 Prueba de Brant del modelo ologit

Variable	chi2	p>chi2	df
All	95.37	0.000	22
tamaño	3.54	0.060	1
extranjera	6.57	0.010	1

edad	0.31	0.576	1
capital_humano	0.08	0.780	1
inversion_capital_fijo	4.09	0.043	1
exporta	1.34	0.248	1
publica	0.09	0.767	1
coop_id	1.37	0.241	1
coop_ingenieria	0.00	0.965	1
coop_capacit	2.28	0.131	1
coop_asist	0.35	0.556	1
coop_inf	4.86	0.027	1
coop_pruebas_prod	11.61	0.001	1
manuf_baja_intensid	0.68	0.409	1
manuf_media_baja_intensid	1.94	0.164	1
manuf_media_alta_intensid	0.43	0.511	1
manuf_alta_intensid	0.21	0.648	1
servic_inten_conoc	3.62	0.057	1
proveedor_servicios	1.32	0.251	1
sectores_extractivos	0.41	0.524	1
construccion	0.77	0.381	1
region_avanzada	34.89	0.000	1

Fuente: Datos tomados de la ENAI 2015.

Nota: Una prueba significativa del estadístico demuestra que se ha violado el supuesto de regresión paralela.

Bajo este contexto, es importante señalar que cuando no se cumple el supuesto de la regresión paralela para todos los coeficientes β 's, que de acuerdo a Long y Freese (2006) es frecuentemente violada, existe otro método menos restrictivo que permite estimar el modelo de probabilidad proporcional de manera parcial, es decir ciertos coeficientes β 's pueden diferir y otros β 's pueden ser iguales, conocido como el modelo de regresión logístico ordinal generalizado (gologit) (Williams 2005, 2006).² La expresión de este modelo es similar al modelo de líneas paralelas (ologit) anteriormente descrito, con la particularidad de que en lugar de los puntos de corte constan las intercepciones (α), así como la relajación del supuesto de líneas paralelas para aquellas variables explicativas en las que se violan el supuesto de razones de igual proporción (Williams 2006, 2016). A continuación, se muestra la expresión del modelo logístico ordinal generalizado con m categorías:

$$\Pr(Y_i < j) = g(X\beta_j) = \frac{\exp(\alpha_j + X_i\beta_j)}{1 + \{\exp(\alpha_j + X_i\beta_j)\}}, \quad j = 1, 2, \dots, m - 1 \quad (4.7)$$

² Otro método alternativo que se podría recurrir es un modelo logístico multinomial. No obstante, este método prescinde del orden jerárquico de la variable dependiente (Williams 2005). Este modelo alternativo suele ser utilizado cuando existe preocupación por el orden de la variable categórica dependiente, cuando se rechaza el supuesto de la regresión paralela o al criterio del investigador (Long y Freese 2006).

Tal como se puede observar, la expresión del modelo 4.7 es muy similar a la expresión del modelo 4.2 que representa al modelo logístico acumulado. Por tanto, con este modelo de proporciones parciales y la opción autofit de la rutina gologit2 del programa Stata se obtiene un modelo más ajustado a los datos (Williams 2006). Así, la Tabla 4.7 indica la prueba de Wald de las razones proporcionales de probabilidad parcial para cada variable explicativa, así como la prueba global del modelo. Los resultados indican la pertinencia de este modelo, puesto que la prueba Wald, no significativa para el modelo final, indica que los coeficientes no violan el supuesto de probabilidades proporcionales y el de líneas paralelas. Así también, la prueba LR Chi Cuadrada, que contrasta la hipótesis nula que las variables explicativas no contribuyen al modelo, tiene un valor del estadístico de 430.03 con un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, el modelo ajustado es mejor que un modelo sin variables explicativas.

Tabla 4.7 Prueba de especificación de regresión parcial

Pruebas del supuesto de regresión paralela con un nivel de significancia de 0.05

Paso 1: Restricciones en líneas paralelas impuesta a coop_ingenieria (p value = 0.9962)
Paso 2: Restricciones en líneas paralelas impuesta a publica (p value = 0.9054)
Paso 3: Restricciones en líneas paralelas impuesta a capital_humano (p value = 0.6427)
Paso 4: Restricciones en líneas paralelas impuesta a manuf_alta_intensid (p value = 0.6615)
Paso 5: Restricciones en líneas paralelas impuesta a edad (p value = 0.5567)
Paso 6: Restricciones en líneas paralelas impuesta a manuf_baja_intensid (p value = 0.5639)
Paso 7: Restricciones en líneas paralelas impuesta a manuf_media_alta_intensid (p value = 0.5281)
Paso 8: Restricciones en líneas paralelas impuesta a coop_asist (p value = 0.4389)
Paso 9: Restricciones en líneas paralelas impuesta a construccion (p value = 0.4437)
Paso 10: Restricciones en líneas paralelas impuesta a sectores_extractivos (p value = 0.4391)
Paso 11: Restricciones en líneas paralelas impuesta a manuf_media_baja_intensid (p value = 0.2689)
Paso 12: Restricciones en líneas paralelas impuesta a exporta (p value = 0.2710)
Paso 13: Restricciones en líneas paralelas impuesta a proveedor_servicios (p value = 0.2367)
Paso 14: Restricciones en líneas paralelas impuesta a coop_id (p value = 0.1828)
Paso 15: Restricciones en líneas paralelas impuesta a coop_capacit (p value = 0.1895)
Paso 16: Restricciones en líneas paralelas impuesta a servic_inten_conoc (p value = 0.1005)
Paso 17: Restricciones en líneas paralelas impuesta a tamano (p value = 0.0790)
Paso 18: Restricciones en líneas paralelas impuesta a inv_kf (p value = 0.0679)
Paso 19: Restricciones en líneas paralelas no se impone a
extranjera (p value = 0.04737)
coop_inf (p value = 0.01491)
coop_pruebas_prod (p value = 0.00062)
region_avanzada (p value = 0.00000)

Prueba de Wald de líneas paralelas para el modelo final:

-
- (1) [0]coop_ingenieria - [1]coop_ingenieria = 0
 - (2) [0]publica - [1]publica = 0
 - (3) [0]capital_humano - [1]capital_humano = 0
 - (4) [0]manuf_alta_intensid - [1]manuf_alta_intensid = 0
 - (5) [0]edad - [1]edad = 0

- (6) [0]manuf_baja_intensid - [1]manuf_baja_intensid = 0
- (7) [0]manuf_media_alta_intensid - [1]manuf_media_alta_intensid = 0
- (8) [0]coop_asist - [1]coop_asist = 0
- (9) [0]construccion - [1]construccion = 0
- (10) [0]sectores_extractivos - [1]sectores_extractivos = 0
- (11) [0]manuf_media_baja_intensid - [1]manuf_media_baja_intensid = 0
- (12) [0]exporta - [1]exporta = 0
- (13) [0]proveedor_servicios - [1]proveedor_servicios = 0
- (14) [0]coop_id - [1]coop_id = 0
- (15) [0]coop_capacit - [1]coop_capacit = 0
- (16) [0]servic_inten_conoc - [1]servic_inten_conoc = 0
- (17) [0]tamano - [1]tamano = 0
- (18) [0]inv_kf - [1]inv_kf = 0

chi2(18) = 20.59

Prob > chi2 = 0.3005

LR chi2(26) = 430.03

Prob > chi2 = 0.0000

Fuente: Datos tomados de la ENAI 2015.

Nota: Una prueba no significativa del estadístico indica que el modelo final no viola el supuesto de probabilidades proporcionales / el supuesto de líneas paralelas.

Por su parte, en los resultados de la estimación del modelo logístico ordinal generalizado (gologit2), la variable ordinal se colapsa en dos categorías y de acuerdo con el número de categorías se ejecuta una serie de regresiones logísticas binarias (Williams 2016). Para el presente estudio, en el que se estima el modelo con una variable dependiente ordinal de tres categorías (empresas con competencias tecnológicas, empresas con capacidades tecnológicas bajas y empresas con capacidades tecnológicas altas) se ejecuta dos regresiones logísticas binarias. La primera regresión binaria contrasta las empresas con competencias tecnológicas frente a las empresas con capacidades tecnológicas bajas y altas. La segunda regresión binaria contrasta las empresas con competencias tecnológicas y las empresas con capacidades tecnológicas bajas frente a las empresas con capacidades tecnológicas altas.

En cada regresión binaria los valores inferiores se recodifican a cero (categoría base) y los valores superiores se recodifican a uno; por tanto, un coeficiente positivo significa que un aumento de la variable explicativa conduce a niveles más altos de capacidades tecnológicas, mientras que un coeficiente negativo significa que un aumento de la variable explicativa conduce a niveles más bajos de capacidades tecnológicas (competencias tecnológicas). Así, los coeficientes estimados permiten interpretar únicamente el signo. En consecuencia, para la interpretación de los resultados se requiere de cálculos adicionales después de la obtención de las estimaciones. Por consiguiente, se computa los efectos marginales para conocer la magnitud de los efectos estimados. En ese sentido, un signo positivo indica que el aumento de

una variable independiente hace más probable que se produzcan los resultados (competencias tecnológicas, capacidades tecnológicas bajas o capacidades tecnológicas altas), mientras que un signo negativo significa que el aumento de una variable independiente hace menos probable que se produzcan los resultados, siendo importante señalar que la suma de los efectos marginales es cero. Por tanto, a medida que algunas respuestas son más probables, otras respuestas son menos probables.

Finalmente, a continuación, se presenta la especificación econométrica del modelo:

$$tc_i = \alpha + \beta_c \sum X_i + \beta_E \sum E_i + \beta_S \sum S_i + \beta_R \sum R_i + \varepsilon$$

Donde tc_i representa la capacidad tecnológica de la empresa i , X las variables de interés referente a los tipos de cooperación en actividades de innovación descritas en la Tabla 4.5, E las variables de control concerniente a las características individuales de la empresa descritas en la Tabla 4.3, S las variables dicotómicas referente a los controles sectoriales descritas en la Tabla 4.4 y R el control regional.

Capítulo 5

Resultados y discusión

La Tabla 5.1 muestra los resultados del modelo logístico ordinal generalizado (gologit2). Las columnas 1 y 2 muestran los coeficientes de la regresión y los errores estándar robustos entre paréntesis y las columnas 3, 4 y 5 muestran el cómputo de los efectos marginales o cambios discretos de cada categoría de la variable de resultado (competencias tecnológicas, capacidades tecnológicas bajas y capacidades tecnológicas altas) a fin de entender la magnitud de los efectos estimados ante un cambio de desviación estándar o cambio en una unidad en la variable explicativa. Cada uno de los coeficientes, por tanto, muestra el efecto de cada variable independiente sobre la probabilidad de ser una empresa con (a) competencias tecnológicas, (b) capacidades tecnológicas bajas, (c) capacidades tecnológicas altas, respectivamente.

Tabla 5.1 Determinantes de las capacidades tecnológicas de las empresas ecuatorianas Modelo logístico ordinal generalizado (gologit2)

Variables Explicativas	Coeficientes		Efectos Marginales		
	(1) comp_tecn vs. cap. tec bajas & cap. tec. altas	(2) comp_tecn & cap. tec bajas vs. cap. tec. altas	(a) compet. tecn.	(b) capacidades tecn. bajas	(c) capacidades tecn. altas
<i>Características de las empresas</i>					
Tamaño	0.110*** (0.034)	0.110*** (0.034)	-0.005***	-0.022***	0.027***
extranjera	-1.049 (0.178)	-1.022*** (0.199)	0.022	0.199***	-0.221***
Edad	0.003 (0.002)	0.003 (0.002)	-0.0001	-0.0006	0.0008
capital_humano	0.202 (0.196)	0.202 (0.196)	-0.008	-0.040	0.048
inv_kf	0.499*** (0.152)	0.499*** (0.152)	-0.026**	-0.089***	0.115***
Exporta	0.312** (0.122)	0.312** (0.122)	-0.012**	-0.065**	0.077**
Publica	-0.466 (0.358)	-0.466 (0.358)	0.024	0.083	-0.107

Cooperación por tipos de actividad de innovación

coop_id	0.856*** (0.138)	0.856*** (0.138)	-0.028***	-0.183***	0.215***
coop_ingenieria	0.246** (0.114)	0.246** (0.114)	-0.009**	-0.051**	0.060**
coop_capacit	-0.078 (0.095)	-0.078 (0.095)	0.003	0.016	-0.019
coop_asist	0.243** (0.095)	0.243** (0.095)	-0.010**	-0.049**	0.059**
coop_inf	0.626*** (0.167)	0.207** (0.098)	-0.030***	-0.019	0.049**
coop_pruebas_prod	0.899*** (0.213)	0.161* (0.092)	-0.036***	-0.003	0.039**

Sector Económico

Categoría de referencia: Servicios no intensivos en conocimiento

manuf_baja_intensid	0.379*** (0.113)	0.379*** (0.113)	-0.014***	-0.079***	0.091***
manuf_media_baja_intensid	0.283 (0.175)	0.283 (0.175)	-0.011*	-0.059	0.068
manuf_media_alta_intensid	1.188*** (0.179)	1.188*** (0.179)	-0.032***	-0.254***	0.286***
manuf_alta_intensid	1.585*** (0.445)	1.585*** (0.445)	-0.035***	-0.328***	0.366***
servic_inten_conoc	0.409*** (0.119)	0.409*** (0.119)	-0.015***	-0.085***	0.110***
proveedor_servicios	0.336 (0.357)	0.336 (0.357)	-0.012	-0.071	0.078
sectores_extractivos	0.363 (0.345)	0.363 (0.345)	-0.013	-0.077	0.075
construccion	-0.205 (0.167)	-0.205 (0.167)	0.009	0.039	-0.050

Ubicación

region_avanzada	-0.742*** (0.175)	0.539*** (0.091)	0.031***	-0.160***	0.131***
-----------------	----------------------	---------------------	----------	-----------	----------

Log pseudolikelihood = -2171.4253

Number of obs = 2,715

Wald chi2(26) = 430.03

Pseudo R2 = 0.0901

Fuente: Datos tomados de la ENAI 2015.

Nota: Errores estándar de los estimadores se muestran en paréntesis. Significativo al *10%; **5%; ***1%.

Dummy región avanzada: Pichincha y Guayas = 1; Resto de Provincias = 0.

Respecto a los dos primeras columnas, la mayoría de las variables independientes cumple con el supuesto de líneas paralelas puesto que los coeficientes se mantienen iguales; es decir, el efecto de las variables explicativas sobre la variable de resultado (Y) es el mismo en las dos regresiones logísticas binarias (empresas con competencias tecnológicas frente a las empresas con capacidades tecnológicas bajas y altas; y, empresas con competencias tecnológicas y empresas con capacidades tecnológicas bajas frente a las empresas con capacidades tecnológicas altas). No obstante, las siguientes cuatro variables no cumplen con el supuesto: extranjera, cooperación en información, cooperación en pruebas de productos y región avanzada. Esto implica que estas variables tienen un efecto diferenciado sobre la variable dependiente a través de sus niveles de capacidad tecnológica, por lo que hay dos coeficientes, lo que sugiere, que la variable dependiente (nivel de capacidades tecnológicas) no tiene una clasificación ordinal sino más bien nominal, con respecto a estas cuatro variables explicativas. Por ejemplo, en lo que respecta a los coeficientes de la cooperación en búsqueda de información (coop_inf) los resultados indican que, una empresa con capacidades tecnológicas bajas tiene una mayor propensión de pasar a la siguiente categoría de capacidad tecnológica alta (0.626) y que, estando en una categoría de capacidad tecnológica alta, hay una propensión (0.207) de mantenerse en la misma (ya que no puede subir porque es la máxima categoría).

Por tanto, tal y como indican los coeficientes betas, el efecto de la cooperación en búsqueda de información es positivo para las dos regresiones logísticas binarias, cuyas diferencias en los coeficientes implica magnitud no dirección (signo) de las respuestas; esto significa que las empresas que cooperan en búsqueda de información son más propensas a tener capacidades tecnológicas altas, y menos propensas a tener competencias tecnológicas.

Análogamente, los coeficientes estimados de la variable cooperación en pruebas de productos son consistentemente positivos y disminuye en la segunda regresión logística binaria (empresas con competencias tecnológicas y empresas con capacidades tecnológicas bajas vs. las empresas con capacidades tecnológicas altas). Esto significa que las empresas que cooperan en pruebas de producto son más propensas a tener capacidades tecnológicas altas y menos propensas a tener competencias tecnológicas.

Por el contrario, en lo que respecta a los coeficientes betas de la variable explicativa región avanzada (region_avanzada), los coeficientes de las dos regresiones logísticas binarias

difieren tanto de signo (cambio de dirección) como de magnitud, lo que significa que las empresas que operan en Pichincha o Guayas son más propensas a tener competencias tecnológicas (-0.742), pero también más propensas a tener capacidades tecnológicas altas (0.539).

Por otro lado, antes de comenzar con la interpretación de las variables de interés sobre cooperación en actividades de innovación, se interpretarán los resultados de las columnas 3, 4 y 5 para las variables control. En primer lugar, los resultados para la variable *tamaño* indican que éste reduce la probabilidad de tener competencias y capacidades tecnológicas bajas, mientras que aumenta la probabilidad de tener capacidades tecnológicas altas. Esto no resulta extraño puesto que las grandes empresas cuentan con mayores recursos para invertir en I+D, un mayor acceso a fuentes de financiación y mayor capacidad de introducir tecnologías en el mercado (Wignaraja 2002; Belderbos *et al.* 2004a). Respecto al hecho de que una empresa pertenezca a un *grupo extranjero*, los resultados muestran que esta variable tiene una relación negativa con la probabilidad de ser una empresa con capacidades tecnológicas altas, una relación positiva con la probabilidad de ser una empresa con capacidades bajas y que no influye en la probabilidad de ser una empresa con competencias tecnológicas. Este resultado a priori puede parecer sorprendente, dado que las empresas extranjeras normalmente tienen mayor capacidad de innovar porque cuentan con el apoyo del grupo y pueden poseer un mayor acceso de fuentes de información externa (Iammarino *et al.* 2008). Sin embargo, tal y como indica Chaminade *et al.* (2010), en un país en desarrollo las empresas extranjeras no tienen interés en desarrollar actividades de I+D, dada la naturaleza emergente de sus sistemas de innovación, de tal manera que este resultado sugiere que estas empresas mantienen sus funciones de I+D y desarrollo de tecnológico en el país de origen y que en los países de acogida sus actividades de innovación se centran más en la explotación de los conocimientos y tecnologías desarrollados en el país de origen; de ahí que se relacione positivamente con la probabilidad de tener capacidades tecnológicas bajas.

Adicionalmente, los resultados indican que hay tres características internas que no están relacionadas con las capacidades tecnológicas de las empresas: edad, capital humano y pública. En lo que respecta a las variables *edad* y *capital humano*, los resultados resultan sorprendentes, dado que las empresas antiguas normalmente cuentan con mayores capacidades tecnológicas por haber acumulado conocimiento, tecnología y experiencia para

innovar (Sorensen y Stuart 2000) y porque las empresas que cuentan con mayor nivel de cualificación de los empleados normalmente pueden involucrarse en procesos de innovación más complejos e introducir nuevas tecnologías en el mercado (Wignaraja 2002). No obstante, es importante mencionar que la variable de capital humano no hace referencia sólo al personal que hace actividades de innovación sino al nivel de cualificación del personal de toda la empresa; por tanto, no tiene por qué haber un vínculo directo entre esta variable y la capacidad tecnológica de la misma. Por otro lado, el hecho de que la variable edad no resulte significativa sugiere que, en un sistema emergente de innovación, por mucha experiencia que tenga la empresa, ésta no se materializa en una mayor capacidad para innovar.

La *inversión en capital fijo*, sin embargo, tiene un efecto positivo en la probabilidad de tener capacidades tecnológicas altas. Esto evidencia la importancia de la inversión física en bienes de capital para dominar tecnologías y desarrollar una estructura productiva adecuada, que permita mejorar las capacidades e introducir innovaciones de tecnología a través de la I+D (Lall 1992). Además, la inversión en capital fijo reduce la probabilidad de tener competencias tecnológicas y capacidades bajas. Respecto, a la variable *exportación*, ésta tiene un efecto positivo en la probabilidad de tener capacidades tecnológicas altas y un efecto negativo en capacidades tecnológicas bajas y en competencias tecnológicas. Esto muestra que las empresas exportadoras cuentan con mayores capacidades tecnológicas dado que tienen acceso a conocimientos y tecnologías de los mercados internacionales (Kim 1980; Cassiman y Veugelers 2002). Además, estas empresas, dado que compiten en mercados de mayor rivalidad, requieren ser tecnológicamente más avanzadas.

En relación con las variables *sectoriales*, los resultados muestran, respecto a la categoría de referencia Servicios no Intensivos en Conocimiento, que las empresas que pertenecen a los sectores de Manufactura de Alta y Media-Alta Intensidad Tecnológica, así como en el sector de Servicios Intensivos de Conocimiento, tienen una mayor probabilidad de tener capacidades tecnológicas altas. Esto no resulta sorprendente, dado que las empresas que operan en sectores de alta intensidad tecnológica requieren de mayores capacidades tecnológicas para competir. Finalmente, los efectos marginales para la variable *región avanzada* (Pichincha o Guayas) muestran un efecto positivo en la probabilidad de tener capacidades tecnológicas altas, dado que estas regiones cuentan con los sistemas regionales de innovación más sofisticado y es normal que las empresas de estas regiones tengan mayores capacidades tecnológicas; no

obstante, los resultados también muestran que las empresas localizadas en estas regiones tienen una mayor probabilidad de tener competencias tecnológicas.

A continuación, se interpretan los resultados de la Tabla 5.1 de las variables de interés referentes a la cooperación en actividades de innovación. En términos generales los resultados indican que la cooperación en todas las actividades de innovación influye positivamente en la probabilidad de tener capacidades tecnológicas altas, con la excepción de la cooperación en capacitación; que no está relacionada con las capacidades tecnológicas de las empresas (columnas 1 y 2). Así también, los efectos marginales no son estadísticamente significativos (columnas 3-5). A priori, se esperaría que la cooperación en capacitación contribuya a que las empresas tengan más conocimientos para adaptar tecnologías y resolver problemas técnicos y operativos (Dahlman et al. 1987; Lall 1992) y cuenten, por tanto, con mayores capacidades tecnológicas. No obstante, los resultados sugieren que la cooperación en esta actividad no explica diferencias en la probabilidad de tener distintas capacidades tecnológicas; por lo que la cooperación en esta actividad parece resultar importante para todas las empresas independientemente de su nivel de capacidad tecnológica. En este sentido no es de extrañar que cualquier empresa que se involucre en innovación requiera de capacitar al personal independientemente del nivel de complejidad de las actividades. Es más, en la tabla 4.5 pudimos observar que la cooperación en capacitación está presente en una proporción muy similar en todas las empresas, independientemente de sus capacidades tecnológicas.

Adicionalmente, el hecho de que todas las actividades de cooperación, con la excepción de capacitación, aumenten la probabilidad de tener capacidades tecnológicas altas, sugiere que las actividades de cooperación están muy vinculadas con empresas con capacidades tecnológicas altas; es decir, empresas que introducen nuevos o mejorados productos y procesos, a través de procesos de innovación fundamentados en I+D.

Por otro lado, los resultados muestran que la cooperación en I+D, ingeniería y diseño y asistencia técnica reduce la probabilidad de ser una empresa con competencias tecnológicas y con capacidades tecnológicas bajas; es decir, la cooperación en estas actividades, de alta complejidad tecnológica, está muy relacionada con empresas con capacidades tecnológicas altas hasta el punto que las empresas que cooperan en estas actividades son menos probables de innovar a través de procesos que no se basan en la I+D o a fracasar en la introducción de

nuevas tecnologías en el mercado. Más bien, estas actividades están muy relacionadas positivamente con las empresas que introducen nuevas tecnologías desarrolladas a través de la I+D. Adicionalmente, los resultados indican que todas las actividades de cooperación, con excepción de capacitación, reducen la probabilidad de que las empresas tengan competencias tecnológicas; es decir, de ser empresas que invierten en actividades de innovación, pero que no logran introducir nuevas tecnologías en el mercado. Este resultado señala que la cooperación en actividades de innovación está muy vinculada con la capacidad de introducir nuevas tecnologías en el mercado, lo que sugiere que cooperar en actividades de innovación con socios externos es un factor fundamental para que las empresas consigan introducir nuevos productos y procesos en el mercado.

Finalmente, aunque la cooperación en búsqueda de información y pruebas de producto reducen la probabilidad de ser una empresa que no introduce innovaciones, es decir con competencias tecnológicas, cooperar en estas actividades no reduce la probabilidad de que ser una empresa con capacidades tecnológicas bajas; es decir, con capacidad de introducir nuevas tecnologías, pero que no han sido desarrolladas a través de inversiones en I+D. Así, este resultado sugiere que la búsqueda de información y las pruebas de producto son actividades relevantes para las empresas con capacidades tecnológicas altas. Esto no resulta sorprendente, puesto que obtener información tecnológica es muy relevante para cualquier empresa con capacidad de introducir nuevas tecnologías. De igual manera, la cooperación en pruebas de producto es una actividad que está muy vinculada con la introducción de nuevas tecnologías en el mercado, puesto que se tiene que probar el producto antes de lanzar al mercado; de tal manera que no es de extrañar que las empresas con capacidades tecnológicas bajas también recurran a cooperar con socios externos en esta actividad.

En lo que respecta al cumplimiento de la hipótesis de investigación, que planteaba que las relaciones de cooperación en actividades de innovación de mayor complejidad están relacionadas con mayores capacidades tecnológicas, los resultados no permiten confirmarla. Esto es así dado que, como hemos visto, la cooperación en todas las actividades de innovación, salvo en capacitación, aumenta la probabilidad de ser una empresa con capacidades tecnológicas altas, de tal manera que no hay una relación entre el tipo de actividades de innovación en las que cooperan las empresas y su nivel de capacidades tecnológicas. En su lugar, la cooperación está muy vinculada con ser una empresa con

capacidad de introducir nuevas tecnologías que han sido desarrolladas a través de procesos de I+D. De hecho, la cooperación en todas las actividades, salvo en capacitación, reduce la probabilidad de ser una empresa sin la capacidad de introducir nuevas tecnologías en el mercado. No obstante, la hipótesis se cumple parcialmente puesto que la cooperación en I+D, ingeniería y diseño y asistencia técnica, está exclusivamente vinculada con empresas con capacidades tecnológicas altas, mientras que la cooperación en información y pruebas de producto no reducen la probabilidad de ser una empresa con capacidades tecnológicas bajas.

Conclusiones

La presente investigación analiza la relación entre la cooperación en distintas actividades de innovación y las capacidades tecnológicas de las empresas en Ecuador. En este sentido, se distingue entre las siguientes actividades de cooperación: I+D, ingeniería y diseño, asistencia técnica, pruebas de producto, búsqueda de información y capacitación; y entre tres tipos de capacidades tecnológicas: (i) empresas con competencias tecnológicas, (ii) empresas con capacidades tecnológicas bajas y (iii) empresas con capacidades tecnológicas altas. Las empresas con competencias tecnológicas son empresas que, a pesar de invertir en actividades de innovación, no tuvieron la capacidad de introducir nuevas tecnologías en el mercado. Las empresas con capacidades tecnológicas bajas son empresas con capacidad de introducir nuevas tecnologías, pero que han sido desarrollados a través de actividades de innovación no basadas en la I+D, sino en la explotación del conocimiento tecnológico existente.³ Finalmente, las empresas con capacidades tecnológicas altas son empresas innovadoras con una base de conocimiento amplio y complejo que introducen tecnologías que han sido desarrolladas a través de inversiones en actividades de I+D.

Como hipótesis la tesis plantea que la cooperación en actividades de mayor complejidad tecnológica (I+D, ingeniería y diseño y pruebas de producto) están más relacionadas con empresas con capacidades tecnológicas altas. Así, la contribución principal de este trabajo es el distinguir la cooperación por tipo de actividad de innovación en el contexto de un país en desarrollo, dado que comúnmente los estudios solo han distinguido la cooperación en función del tipo de socio o su ubicación (Iammarino *et al.* 2012; Divella 2016).

Los resultados, estimados a través de un modelo logístico ordinal generalizado (gologit2), no permiten aceptar la hipótesis planteada, dado que indican que la cooperación en todo tipo de actividad de innovación, con la excepción de capacitación, está muy relacionada con las empresas que tienen capacidades tecnológicas altas, es decir aquellas empresas que introducen nuevas tecnologías y fundamentan su innovación a través de la I+D. Por su parte, la cooperación en capacitación no explica diferencias en las capacidades tecnológicas de las

³ Entre las inversiones en actividades de innovación no basadas en la I+D están: a) Adquisición de maquinaria y equipo, b) Adquisición de Hardware, c) Adquisición de Software, d) Adquisición de Tecnología desincorporada, e) Contratación de consultorías y asistencia técnica, f) Actividades de Ingeniería y Diseño Industrial (IDE), g) Capacitación del personal y h) Estudios de mercado (INEC 2016).

empresas, dado que es una actividad en la que las empresas cooperan independientemente de sus capacidades. Respecto a las empresas con competencias tecnológicas; es decir, de empresas que invierten en actividades de innovación, pero que no logran introducir nuevas tecnologías en el mercado los resultados indican que la cooperación en todas las actividades de innovación, salvo capacitación, reduce la probabilidad de ser una empresa con competencias tecnológicas. Esto sugiere que las distintas actividades de cooperación influyen muy positivamente en que la empresa sea capaz de introducir tecnologías en el mercado.

Por su parte, los resultados indican que la cooperación en I+D, ingeniería y diseño y asistencia técnica reduce la probabilidad de ser una empresa con competencias tecnológicas y con capacidades tecnológicas bajas; es decir, la cooperación en estas actividades, de alta complejidad tecnológica, está muy relacionada con empresas con capacidades tecnológicas altas hasta el punto que las empresas que cooperan en estas actividades son menos probables de innovar a través de procesos que no se basan en la I+D (capacidades tecnológicas bajas) o a fracasar en la introducción de nuevas tecnologías en el mercado (competencias tecnológicas). Más bien, estas actividades están muy relacionadas positivamente con las empresas que introducen nuevas tecnologías desarrolladas a través de la I+D (capacidades tecnológicas altas).

Finalmente, aunque la cooperación en búsqueda de información y pruebas de producto reducen la probabilidad de ser una empresa que no introduce innovaciones, es decir con competencias tecnológicas, cooperar en estas actividades no reduce la probabilidad de que ser una empresa con capacidades tecnológicas bajas; es decir, con capacidad de introducir nuevas tecnologías, pero que no han sido desarrolladas a través de inversiones en I+D. Así, este resultado sugiere que la búsqueda de información y las pruebas de producto son actividades relevantes para las empresas con capacidades tecnológicas bajas y altas.

Bajo lo expuesto, se puede notar la importancia de las relaciones de cooperación con socios externos en actividades de innovación, puesto que influyen positivamente en que las empresas incrementen sus capacidades tecnológicas y logren introducir nuevas tecnologías y productos, lo que resulta en un mejoramiento de sus ventajas competitivas.

De los resultados de la presente investigación derivan importantes recomendaciones de políticas de innovación en los países en desarrollo, puesto que evidencian que la cooperación entre empresas, independientemente de la actividad, influye muy positivamente en que las empresas tengan capacidades tecnológicas altas, es decir, capacidad de introducir nuevas tecnologías en el mercado desarrolladas a través de la I+D. Por tanto, los resultados sugieren que resulta fundamental el fomento de la cooperación tecnológica con socios externos. Adicionalmente, los resultados indican que toda empresa innovadora, independientemente de su capacidad tecnológica, recurre a la cooperación en capacitación; por tanto, se debería fomentar la cooperación en esta actividad en cualquier tipo de empresa innovadora. De igual manera, se debe fomentar la cooperación en información y pruebas de producto en aquellas empresas que todavía no invierten en I+D, pero que están introduciendo nuevas tecnologías en el mercado. En términos generales los resultados constatan que toda política pública encaminada a fomentar las relaciones de cooperación en actividades de innovación va a influenciar positivamente en que las empresas introduzcan tecnologías fundamentadas en inversiones en I+D.

Los resultados de esta investigación abren futuras líneas de investigación, dado que muestran que a la hora de examinar el efecto de la cooperación sobre el nivel de las capacidades tecnológicas (competencias tecnológicas, capacidades tecnológicas bajas y altas) de un país en desarrollo es muy pertinente tener en cuenta el tipo de actividades en el que están cooperando las empresas, porque en función de las actividades en que estén cooperando las empresas serán más propensas a desarrollar sus capacidades tecnológicas.

La principal limitación del estudio fue que los datos de cooperación por tipo de actividades de innovación utilizados no desagregan información según la ubicación de socio, por tanto, no se pudo medir la influencia de la cooperación a nivel regional. Para futuras investigaciones sería importante analizar el contexto regional en otros países en desarrollo que tengan datos desagregados de la cooperación por el tipo de actividad de innovación debido a que la literatura señala que la proximidad espacial resulta importante para transferir conocimiento tácito, a la vez que los vínculos extra regionales favorecen en las relaciones de mercado.

Finalmente, los datos de la cooperación en el Ecuador muestran que principalmente la industria manufactura está cooperando en todas las actividades de innovación (Figura 4.2) y

que las empresas de la Región del Oriente registran menos actividad de innovación (Figura 4.4) lo que marca focos de atención y líneas de estudio para examinar a mayor profundidad los sectores económicos que mayormente están cooperando, así como líneas de agendas a los gobiernos para fomentar el desarrollo de las capacidades tecnológicas de las empresas.

Lista de referencias

- Afuah, Allan. 2002. "Mapping technological capabilities into product markets and competitive advantage: the case of cholesterol drugs". *Strategic Management Journal* 23(2): 171-179. doi: 10.1002/smj.221.
- Anlló, Guillermo, y Diana Suárez. 2008. "Innovation: Something more than R&D. Latin American evidence from innovation surveys: building competitive business strategies". Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología.
- Archibugi, Daniele, y Simona Iammarino. 1999. "The policy implications of the globalisation of innovation". *Research Policy* 28(2-3): 317-336. doi: 10.1016/S0048-7333(98)00116-4.
- Archibugi, Daniele, y Alberto Coco. 2005. "Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice". *Research Policy* 34(2): 175-194. doi: 10.1016/j.respol.2004.12.002.
- Archibugi, Daniele, Mario Denni y Andrea Filippetti. 2009. "The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators". *Technological Forecasting & Social Change* 76(7): 917-931. doi: 10.1016/j.techfore.2009.01.002.
- Arnold, Erik, y Ben Thuriaux. 1997. "Supporting companies' technological capabilities". *Technopolis report to the OECD*.
- Becker, Wolfgang, y Jürgen Dietz. 2004. "R&D cooperation and innovation activities of firms – evidence for the German manufacturing industry". *Research Policy* 33(2): 209-223. doi: 10.1016/j.respol.2003.07.003.
- Belderbos, René, Martín Carree, Bert Diederer, Boris Lokshin y Reinhilde Veugelers. 2004a. "Heterogeneity in R&D cooperation strategies". *International Journal of Industrial Organization* 22(8-9): 1237-1263. doi: 10.1016/j.ijindorg.2004.08.001.
- Belderbos, René, Martín Carree, Bert Diederer y Boris Lokshin. 2004b. "Cooperative R&D and firm performance". *Research Policy* 33(10): 1477-1492. doi: 10.1016/j.respol.2004.07.003.
- Bell, Martin, y Keith Pavitt. 1995. "The Development of technological capabilities". *Trade, Technology and International Competitiveness*, editado por Irfan Ul Haque, 69-101. Washington, D.C.: The World Bank.
- Bell, Martin, y Paulo Figueiredo. 2012. "Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for

- research". *Canadian Journal of Development Studies / Revue canadienne d'études du développement* 33(1): 14-40. doi: 10.1080/02255189.2012.677168.
- Bönte, Werner, y Max Keilbach. 2005. "Concubinage or marriage? Informal and formal cooperations for innovation". *International Journal of Industrial Organization* 23(3-4): 279-302. doi: 10.1016/j.ijindorg.2005.01.007.
- Cassiman, Bruno, y Reinhilde Veugelers. 2002. "R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium". *The American Economic Review* 92: 1169-1184.
- Cerulli, Giovanni, y Andrea Filippetti. 2012. "The complementary nature of technological capabilities: Measurement and robustness issues". *Technological Forecasting & Social Change* 79(5): 875-887. doi: 10.1016/j.techfore.2011.12.002.
- Cohen, Wesley, y Levinthal Daniel. 1989. "Innovation and Learning: The two faces of R & D". *The Economic Journal* 99: 569-596.
- 1990. "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation". *Administrative Science Quarterly* 35(1): 128-152.
- Coronado, Daniel, y Manuel Acosta. 1999. "Innovación tecnológica y desarrollo regional". *Información Comercial Española* 781: 103-116.
- Chaminade, C., B-A. Lundvall, J. Vang, y K. J. Joseph. 2010. "Innovation policies for development: Towards a systemic experimentation based approach". *Papers in Innovation Studies 2010/1*, Lund University, CIRCLE – Center for Innovation, Research and Competences in the Learning Economy.
- Dahlman, Carl, Bruce Ross-Larson y Larry Westphal. 1987. "Managing technological development: Lesson from the newly industrializing countries". *World Development* 15(6): 759-775. doi: 10.1016/0305-750X(87)90058-1.
- Day, George. 1994. "The capabilities of market-driven organizations". *Journal of Marketing* 58(4): 37-52. doi: 10.2307/1251915.
- De Faria, Pedro, Francisco Lima y Rui Santos. 2010. "Cooperation in innovation activities: The importance of partners". *Research Policy* 39(8): 1082-1092. doi: 10.1016/j.respol.2010.05.003.
- De Propriis, Lisa. 2002. "Types of innovation and inter-firm co-operation". *Entrepreneurship & Regional Development* 14(4): 337-353. doi: 10.1080/08985620210144974.
- Di Benedetto, C. Anthony, Wayne DeSarbo y Michael Song. 2008. "Strategic capabilities and radical innovation: An empirical study in three countries". *IEEE Transactions on Engineering Management* 55(3): 420-433. doi: 10.1109/TEM.2008.922645.

- Divella, Marialuisa. 2016. "Cooperation linkages and technological capabilities development across firms". *Regional Studies* 51(10): 1494-1506. doi: 10.1080/00343404.2016.1197388.
- Dutrénit, Gabriela. 2004. "Building technological capabilities in latecomer firms: A review essay". *Science, Technology and Society* 9(2): 209-241. doi: 10.1177/097172180400900202.
- Dutrénit, Gabriela, José Miguel Natera, Martín Puchet Anyul y Alexandre O. Vera-Cruz. 2018. "Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America". *Technology Forecasting & Social Change*. doi: 10.1016/j.techfore.2018.03.026.
- Fernández-Sastre, Juan, y Fernando Martín-Mayoral. 2015. "The effects of developing countries' innovation support programs: evidence from Ecuador". *Innovation: Management, Policy and Practice* 17(4): 466-484. doi: 10.1080/14479338.2016.1157447.
- Fernández Sastre, Juan, y Cesar Vaca Vera. 2017. "Cooperation for innovation in developing countries and its effects: evidence from Ecuador". *Journal of Technology Management & Innovation* 12(3): 48-57.
- Fritsch, Michael, y Rolf Lukas. 2001. "Who cooperates on R&D?" *Research Policy* 30: 297-312.
- Freeman, Chris. 1987. *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishers, London.
- 1995. "The 'National System of Innovation' in historical perspective". *Cambridge Journal of Economics* 19(1): 5-24. doi: 10.1093/oxfordjournals.cje.a035309.
- Freeman, Chris, y Luc Soete. 1997. "The Economics of Industrial Innovation". *Macroeconomics of innovation: science, technology and growth, and globalization, 3rd Edition*, 289-333. Cambridge: MIT Press.
- Gammeltoft, Peter. 2004. "Development of firm-level technological capabilities". *Journal of the Asia Pacific Economy* 9(1): 49-69. doi: 10.1080/13547860310001628294.
- Greene, William, David A. Hensher. 2010. "A model for ordered choices", "Estimation, inference and analysis using the ordered choice model". *Modeling Ordered Choices: A Primer*: 99-110, 136-180. Cambridge University Press.
- Hsieh, Ming-Hung, y Kuen-Hung Tsai. 2007. "Technological capability, social capital and the launch strategy for innovative products". *Industrial Marketing Management* 36(4):

- 493-502. doi: 10.1016/j.indmarman.2006.01.002.
- Iammarino, Sinomna, Ramon Padilla-Pérez y Nick Von Tunzelmann. 2008. “Technological capabilities and global-local interactions: The electronics industry in two Mexican Regions”. *World Development* 36(10): 1980-2003. doi: 10.1016/j.worlddev.2007.10.022.
- Iammarino, Sinomna, Mariacristina Piva, Marco Vivarelli y Nick Von Tunzelmann. 2012. “Technological capabilities and patterns of innovative cooperation of firms in the UK regions”. *Regional Studies* 46(10): 1283-1301. doi: 10.1080/00343404.2012.679259.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 2016. “Ficha Metodológica de la Encuesta Nacional de Actividades de la Innovación (ENAI) 2015”.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Ciencia_Tecnologia-ACTI/2012-2014/Innovacion/Metodologia%20INN%202015.pdf
- Kim, Linsu. 1980. “Stages of development of industrial technology in a developing country: a model”. *Research Policy* 9(3): 254-277. doi: 10.1016/0048-7333(80)90003-7.
- 2001. “La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización”. *OEI-Programación - CTS+I – Sala de lectura*. 06 de agosto de 2020.
<https://www.oei.es/historico/salactsi/linsu.pdf>.
- Koschatzky, Knut, y Rolf Sternberg. 2000. “R&D cooperation in innovation systems – some lessons from the European regional innovation survey (ERIS)”. *European Planning Studies*, 8(4): 487-501. doi: 10.1080/713666415.
- Lall, Sanjaya. 1992. “Technological capabilities and industrialization”. *World Development* 20(2): 165-186. doi: 10.1016/0305-750X(92)90097-F.
- Laursen, Keld, y Ammon Salter. 2005. “Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms”. *Strategic Management Journal*, 27(2): 131-150. doi: 10.1002/smj.507.
- Lee, Choonwoo, Kyungmook Lee y Johannes M. Pennings. 2001. “Internal capabilities, external networks, and performance: A study on technology-based ventures”. *Strategic Management Journal* 22(6-7): 615-640. doi: 10.1002/smj.181.
- Long, J. Scott, y Jeremy Freese. 2006. “Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata”. (Second ed.). Stata Press: College Station, Texas.
- Lugones, Gustavo, Patricia Gutti y Néstor Le Clech. 2007. “Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina”, *Serie Estudios y perspectivas* 89. México: CEPAL.

- Lundvall, Bengt-Ake, Jan Vang, K. J. Joseph y Cristina Chaminade. 2009. "Innovation systems research and developing countries". *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, editado por Bengt-Ake Lundvall, K. J. Joseph, Cristina Chaminade y Jan Vang, 1-32. Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar.
- Lundvall, Bengt-Ake. 2011. "Notes on innovation systems and economic development". *Innovation and Development* 1(1): 25-38. doi: 10.1080/2157930X.2010.551064.
- Makkonen, Teemu. 2015. "National innovation system capabilities among leader and follower countries: widening gaps or global convergence", *Innovation and Development* 5(1): 113-129. doi: 10.1080/2157930X.2014.992818.
- Malerba, Franco. 2004. "How and why innovation differs across sectors". *The Oxford Handbook of Innovation*, editado por Jan Fagerberg, David Mowery y Richard Nelson, 380-406. Oslo: Oxford University Press.
- Miotti, Luis, y Frédérique Sachwald. 2003. "Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis" *Research Policy* 32(8): 1481-1499. doi: 10.1016/S0048-7333(02)00159-2.
- Molina-Domene, María, y Carlo Pietrobelli. 2012. "Drivers of technological capabilities in developing countries: An econometric analysis of Argentina, Brazil and Chile". *Structural Change and Economic Dynamics* 23(4): 504-515. doi: 10.1016/j.strueco.2011.11.003.
- Nelson, Richard R. 1991. "¿Why do firms differ, and how does it matter?" *Strategic Management Journal* 12(S2): 61-74. doi: 10.1002/smj.4250121006.
- Nieto, María, y Lluís Santamaría. 2007. "The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation". *Technovation* 27(6-7): 367-377. doi: 10.1016/j.technovation.2006.10.001.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). 2002. "Manual de Frascati: Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental". Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología FECYT.
- Padilla-Pérez, Ramón, Jan Vang y Cristina Chaminade. 2009. "Regional innovation systems in developing countries: integrating micro and meso level capabilities". *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*, editado por Bengt-Ake Lundvall, K. J. Joseph, Cristina Chaminade y Jan Vang, 217-290. Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar.

- Pérez, Carla, Denise Gómez y Graciela Lara. 2018. “Determinantes de la capacidad tecnológica en América Latina: una aplicación empírica con datos de panel”. *Economía Teoría y Práctica Nueva Época* 48: 75-124. doi: 10.24275/ETYP/AM/NE/482018/Perez.
- Piga, Claudio, y Marco Vivarelli. 2004. “Internal and external R&D: a sample selection approach”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 64(4): 457-482. doi: 10.1111/j.1468-0084.2004.00089.x
- Sorensen, Jesper, y Toby Stuart. 2000. “Aging, obsolescence, and organizational innovation”. *Administrative Science Quarterly* 45(1): 81-112. doi: 10.2307/2666980.
- Stata. 2011. “Stata Base Reference Manual Release 12”. Stata Press: College Station, Texas.
- Suárez, Diana, y Gabriel Yoguel. 2020. “Latin American development and the role of technology: an introduction”. *Economics of Innovation and New Technology*, 1-9. doi: 10.1080/10438599.2020.1715058.
- Tether, Bruce S. 2002. “Who co-operates for innovation, and why An empirical analysis”. *Research Policy* 31: 947-967.
- The Global Innovation Index. (2020, 07 24). The Global Innovation Index. Retrieved from <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>
- The World Bank. (2020, 07 24). High Technology Exports. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS?end=2019&locations=E C-JP-CO&start=2008>
- Torres, Arturo. 2006. “Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas”. *Journal of Technology Management & Innovation* 1(5): 12-24.
- Verspagen, Bart. 2004. “Innovation and Economic Growth”. *The Oxford handbook of innovation*, editado por Jan Fagerberg, David Mowery y Richard Nelson, 487-513. Oslo: Oxford University Press.
- Von Tunzelmann, Nick. 2009. “Competencies versus capabilities: A Reassessment”. *Il Mulino, Bologna*. <https://www.rivisteweb.it>
- Williams, Richard A. 2005. “Gologit2: A Program for Generalized Logit Regression/Partial Proportional Odds Models for Ordinal Dependent Variables”. <https://www.stata.com/meeting/4nasug/gologit2.pdf>.
- . 2006. “Generalized ordered logit /partial proportional odds ordinal dependent variables”. *The Stata Journal* 6(1), 58-82. <http://www.stata-journal.com/article.html?article=st0097>

- 2016. “Understanding and interpreting generalized ordered logit models”. *The Journal of Mathematical Sociology* 40(1), 7-20. doi: 10.1080/0022250X.2015.1112384
- Wignaraja, Ganeshan. 2002. “Firm size, technological capabilities and market-oriented policies in Mauritius”. *Oxford Development Studies* 30(1): 87-104. doi: 10.1080/136008101200114912.
- Wintermantel, K. 1999. “Process and product engineering – achievements, present and future challenges”. *Chemical Engineering Science* 54(11): 1601-1620. doi: 10.1016/S0009-2509(98)00412-6.
- Wu, Wei-Wei, Bo Yu y Chong Wu. 2012. “How China’s equipment manufacturing firms achieve successful independent innovation”. *Chinese Management Studies* 6(1): 160-183. doi: 10.1108/17506141211213915.
- Zang, Jinjuan, y Yuan Li. 2016. “Technological capabilities, marketing capabilities and innovation ambidexterity”. *Technology Analysis & Strategic Management* 29(1): 23-37. doi: 10.1080/09537325.2016.1194972.