

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2013-2015

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL
DESARROLLO**

**EFFECTOS DE LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA EN UN SISTEMA DE
INNOVACIÓN EMERGENTE: MÁS ALLÁ DE LAS ACTIVIDADES DE I+D**

CÉSAR EDUARDO VACA VERA

JUNIO DEL 2017

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2013-2015

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA ECONOMÍA DEL
DESARROLLO**

**EFFECTOS DE LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA EN UN SISTEMA DE
INNOVACIÓN EMERGENTE: MÁS ALLÁ DE LAS ACTIVIDADES DE I+D**

CÉSAR EDUARDO VACA VERA

ASESOR DE TESIS: JUAN FERNÁNDEZ SASTRE
LECTORES/AS: ROBERTA CURIAZI Y FERNANDO MARTÍN

JUNIO DEL 2017

DEDICATORIA

A las tres mujeres de mi vida: Graciela, Geovanna y Karina
Con especial cariño para mi esposa Carolina

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado y concluido gracias al apoyo y consejo del profesor Juan Fernández Sastre.

Agradezco también a los lectores Roberta Curiazi y Fernando Martín cuyos consejos y sugerencias permitieron una mejora integral de la investigación.

Debo hacer extensivo también mi agradecimiento a todo el personal académico y de apoyo administrativo de FLACSO – Ecuador y en particular del Programa de Maestría en Economía del Desarrollo, así como a los diferentes colegas y amigos que me aconsejaron y guiaron en el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE

Contenido	Páginas
RESUMEN	6
CAPÍTULO I	7
INTRODUCCIÓN	7
Planteamiento del problema.....	7
Definición del problema	9
Delimitación del problema.....	10
Objetivos, preguntas e hipótesis de investigación.....	11
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
Sistemas de Innovación	18
Sistemas de innovación en economías emergentes	20
Desarrollo de capacidades tecnológicas en un SIE.....	23
Los <i>inputs</i> y <i>outputs</i> del proceso innovador.....	25
Las relaciones de cooperación en I+D.....	28
La cooperación en I+D con diferentes tipos de socios	30
Evidencia empírica sobre la cooperación en actividades de I+D.....	34
Cooperación en otras actividades que no son de I+D relacionadas con la innovación	38
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA	42
Datos y variables	42
Metodología	50
CAPÍTULO IV	64
RESULTADOS	64
Efectos de la cooperación tecnológica no basada en I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador	64
CAPÍTULO V	71
CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXO	85

RESUMEN

Uno de los determinantes fundamentales del desempeño innovador de las empresas es la internalización de conocimientos externos, dado que dicho desempeño está en función del conjunto de conocimientos que la empresa utiliza, los cuales no pueden ser generados completamente de forma interna. Por esta razón las empresas establecen relaciones de cooperación tecnológica con diferentes tipos de socios externos con la intención de internalizar los conocimientos que estos socios han desarrollado.

La presente investigación analizó el efecto de la cooperación tecnológica sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en el contexto de un sistema de innovación emergente (SIE), donde se espera que las relaciones de cooperación entre actores sean escasas, débiles y poco orientadas hacia la realización de actividades de I+D, con especial enfoque en las actividades y tipos de socio cooperantes más frecuentes en un SIE. Utilizando los datos sobre empresas innovadoras reflejados en la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011 del Ecuador se aplicó el método *Inverse Probability Weights* para determinar el verdadero efecto causal de las relaciones de cooperación sobre diferentes variables que miden el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas.

Los resultados muestran que, contrario a lo esperado, las relaciones de cooperación son frecuentes entre las empresas, sin embargo, la gran mayoría se orienta a la cooperación en actividades de innovación no basadas en la I+D para la obtención de información proveniente de los clientes y proveedores. En este sentido, la cooperación no basada en la I+D estimula la generación de productos nuevos para la empresa, así como las innovaciones organizacionales y de comercialización, mientras que la cooperación combinada de actividades de I+D y no basadas en la I+D influye positivamente en la intensidad de I+D, la intensidad de gastos para la innovación, la generación de innovaciones nuevas para el mercado y nuevas para la empresa y mejora la producción de innovaciones organizacionales y de comercialización. Finalmente, la cooperación con los clientes y proveedores en información tiene especial relevancia para la generación de innovaciones nuevas para la empresa, lo cual se asocia con la necesidad de las empresas de mantener sus capacidades tecnológicas básicas que les permitan sobrevivir en los mercados existentes.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema.

La innovación es la causa fundamental de la evolución económica y explica la mayor parte de la competitividad empresarial y nacional de un país. Tal es la importancia del cambio tecnológico que un gran número de investigadores reconocen que la producción, adopción y difusión de innovaciones tecnológicas son factores esenciales para entender el desarrollo económico y el cambio social (Lundvall, 2010; Pavitt, 1984; Fagerberg y Godinho, 2004). Como consecuencia de ello, existe una extensa y creciente literatura que analiza cuáles son los determinantes del cambio tecnológico (véase Cohen (1995) para una revisión). Conocer y entender dichos determinantes es indispensable para caracterizar el desempeño innovador e identificar aspectos para la mejora de las capacidades tecnológicas de las empresas y de la economía en general.

Uno de los determinantes fundamentales del desempeño innovador de las empresas es la internalización de conocimientos externos, dado que dicho desempeño está en función del conjunto de conocimientos que la empresa utiliza, los cuales no pueden ser generados completamente de forma interna (Tether, 2002). En este sentido, de acuerdo con la perspectiva de Sistemas de Innovación (Edquist, 2004; Edquist y Johnson, 1997; Freeman y Soete, 1997), la innovación es el resultado de un proceso interactivo en el que están involucrados diferentes tipos de agentes interrelacionados (Lundvall, 2010). En consecuencia, se considera que las empresas no innovan de forma aislada, por lo que la innovación tiene que ser entendida como un proceso colectivo de aprendizaje y generación de conocimientos (Malerba, 2002).

Debido a que el acceso a conocimientos que han desarrollado otras empresas e instituciones resulta fundamental para la innovación, las empresas establecen relaciones de cooperación tecnológica con socios externos (proveedores, clientes, competidores, instituciones públicas de investigación, etc.) con la intención de internalizar los conocimientos que poseen o han desarrollado (Belderbos, Carree, y Lokshin, 2004). Una prueba fehaciente de la importancia de la cooperación tecnológica es el hecho de que una gran parte de las empresas innovadoras están involucradas en este tipo de relaciones (Smith, 2005).

Diversos estudios empíricos muestran un efecto positivo de la cooperación sobre el desempeño y/o esfuerzo innovador de las empresas (Becker y Dietz, 2004; Colombo y Garrone, 1996; Harabi, 2002). No obstante, aunque las relaciones de cooperación tecnológica son

comunes entre las empresas innovadoras, existen diferencias en función del contexto en el que se realiza la cooperación (Smith, 2005). En este sentido, Chaminade, Lundvall y Vang (2011) señalan que en los países desarrollados (con sistemas de innovación avanzados) las relaciones de cooperación tecnológica son frecuentes e involucran a diversos tipos de socios; mientras que en los países en desarrollo con Sistemas de Innovación Emergentes (SIE) este tipo de relaciones son poco frecuentes, comprenden a pocos tipos de socios y normalmente están dominadas por grandes empresas multinacionales extranjeras.

Por otra parte, tanto en países desarrollados como en desarrollo, existe una importante presencia de empresas innovadoras que no recurren a las actividades formales de investigación y desarrollo (I+D), con resultados similares en cuanto al desempeño innovador que aquellas involucradas en I+D (Huang *et al.*, 2011). Esto pone de manifiesto la necesidad de entender el efecto de diferentes tipos de actividades sobre el desempeño innovador de las empresas (Hervas, Albors y Gil, 2011).

A pesar de estas importantes diferencias, los estudios sobre los efectos de la cooperación tecnológica se centran en países desarrollados con alta vocación en actividades de I+D (Harabi, 2002; Aschhoff y Schmidt, 2008; Veugelers y Cassiman, 2005), mientras que la evidencia para países en desarrollo, donde la mayoría de las empresas pertenecen a sectores de baja intensidad tecnológica todavía es escasa (Edwards, Castro y Fernández de Lucio, 2011). Según Hervas, Albors y Gil (2011) la evidencia empírica sobre la innovación no basada en I+D es ambigua y fragmentada dada la tendencia mayoritaria a analizar únicamente las empresas que realizan I+D. Esto deja un vacío de información que no permite conocer con claridad cuál es el rol de la cooperación tecnológica en países con sistemas de innovación emergentes. Además, tanto el tipo de socio como el objeto de la cooperación varían dependiendo del contexto y del grado de desarrollo de capacidades de las empresas cooperantes (Belderbos *et al.*, 2004; Chaminade *et al.*, 2011; Dutrénit, 2004), lo que dificulta la formulación de estrategias, tanto empresariales como de política pública que fomenten el uso del conocimiento generado por diferentes actores del sistema.

Por lo tanto, analizar la importancia de las diferentes actividades innovadoras y las fuentes de conocimiento para el desempeño innovador es relevante para la toma de decisiones estratégicas y el desarrollo de canales de adquisición de conocimiento en las empresas, así como para que los gobiernos puedan desarrollar políticas de innovación a nivel local y nacional (Frenz y Ietto-Gillies, 2009).

Definición del problema

Como se ha indicado, la mayoría de los estudios sobre cooperación tecnológica se centran en países desarrollados, donde las empresas tienen suficientes capacidades, conocimientos y recursos para involucrarse en actividades formales de investigación y desarrollo (I+D), por ende los estudios se han centrado en analizar los efectos de la cooperación en actividades de I+D, distinguiéndose también los efectos por tipo de socio. Por otra parte, la habilidad de los sistemas de innovación de países en desarrollo para generar y difundir el conocimiento tecnológico a través de aprendizaje interactivo o actividades internas de I+D es limitada (Chaminade *et al.*, 2011). De aquí se desprende que, en un país en desarrollo, la innovación está menos relacionada con actividades formales de I+D, pero tiene mayor relación con la creación de capacidades tecnológicas para mejorar las habilidades innovadoras (Dutrénit, 2004). Como menciona Lundvall (2010), la innovación se extiende más allá de la I+D y existen otras actividades que conducen a la producción de innovaciones. Entre estas actividades relacionadas con la innovación, que no son I+D, se distinguen: ingeniería y diseño, capacitación, asistencia técnica, búsqueda/intercambio de información y pruebas de productos. Estas actividades son fundamentales para las empresas de países en desarrollo pues, en estos países, la innovación está básicamente relacionada con la absorción de tecnología y la construcción de capacidades tecnológicas más que con la generación de innovaciones radicales basadas en conocimientos científico-técnicos (Chaminade *et al.*, 2011).

En consecuencia, en el contexto de Sistemas de Innovación Emergentes (SIE) es necesario identificar si efectivamente las actividades innovadoras no basadas en la investigación y desarrollo tienen un efecto sobre la innovación empresarial, y cómo estas actividades afectan a la innovación cuando se realizan en cooperación con diferentes tipos de socios. Tal y como se detalla más adelante, este es precisamente el objetivo de la presente investigación, pues se analizan los efectos de la cooperación tecnológica más allá de la I+D, con énfasis en el tipo de socio y de actividad que es más relevante para las empresas ecuatorianas¹. Además, dado que la realización de actividades de I+D es un indicador de un estado más avanzado en el desarrollo de capacidades tecnológicas, se analiza si existe complementariedad entre la cooperación en actividades de I+D y actividades no basadas en I+D. En este sentido, el aporte a la literatura es doble, dado que se estudian los efectos de la cooperación en el contexto de un sistema de innovación emergente diferenciando en función

¹ No se consideran en esta investigación todos los tipos de socios cooperantes disponibles dado que el número de observaciones es muy bajo y pueden generar estimaciones poco fiables sobre el efecto de la cooperación en el desempeño/esfuerzo innovador.

del tipo de socio y del tipo de actividad innovadora, así como las potenciales sinergias existentes entre los tipos de actividad.

Finalmente, es necesario tomar en cuenta el problema de endogeneidad entre la cooperación y el desempeño/esfuerzo innovador. Las empresas que deciden establecer relaciones de cooperación se auto-seleccionan para hacerlo, de tal manera que es probable que las empresas que cooperan no tengan las mismas características que aquellas que no lo hacen. En consecuencia, una regresión entre el desempeño/esfuerzo innovador y la cooperación tecnológica no producirá el verdadero efecto causal de esta última sino que mostrará sesgo de selección. La presente tesis emplea el método basado en un marcador de propensión (*inverse probability weighting*) para crear un grupo de control similar al grupo de tratamiento en una serie de características observables con el fin de estimar el verdadero efecto causal de la cooperación.

Delimitación del problema

La presente investigación analiza el efecto de la cooperación tecnológica en el contexto de un SIE, con el propósito de conocer si la cooperación es un mecanismo válido de internalización del conocimiento que permite a las empresas mejorar su esfuerzo y/o desempeño innovador.

En este sentido, el Ecuador es un buen ejemplo de país en desarrollo con un sistema de innovación emergente de acuerdo a algunas características que lo determinan como tal. En primer lugar el gasto en I+D sobre el PIB fue de 0,3% en 2016 (The Global Innovation Index, 2017), el cual es mucho menor que el promedio para los países OECD (que pueden considerarse como países con sistemas de innovación desarrollados) que fue de 2,4% en 2015 y bastante por debajo del 0,95% que Guaipatin y Schwartz (2014) consideran el óptimo social para el caso ecuatoriano. Además, la inversión privada en actividades de I+D medido como el porcentaje sobre el PIB nacional es de 0,2% (The Global Innovation Index, 2017). En cuanto al talento humano, en Ecuador solamente el 15% de todos los graduados de tercer nivel obtienen títulos relacionados con áreas de la ciencia e ingeniería, mientras que el número de investigadores por millón de habitantes es de 180² (The Global Innovation Index, 2017). En cuanto a la composición de la estructura industrial del país, solamente el 6,3% de las industrias manufactureras pertenecen al sector de alta intensidad de conocimiento, valor que es mucho mayor para el caso de las empresas de servicios (28%). Finalmente podemos mencionar como

² Para efectos comparativos, el promedio de graduados de tercer nivel en áreas de ingeniería y diseño es de 22%, mientras que el promedio de investigadores por millón de habitantes en los países OECD es de 4139.

indicador del grado de desarrollo del sistema de innovación ecuatoriano que las exportaciones totales del país están constituidas por un 7,17% de productos de alta tecnología sobre el total de exportaciones en el año 2015 (The World Bank, 2017).

Para cumplir con el objetivo de la investigación, se utilizaron los datos de la Encuesta Nacional de Innovación 2009 – 2011 del Ecuador (ENAI). Esta encuesta contiene información útil a nivel de empresa y no está limitada a las empresas innovadoras, sino que presenta una imagen amplia sobre las empresas innovadoras y no innovadoras que realizan actividades de I+D y actividades de innovación que no están basadas en la I+D, tales como ingeniería y diseño, capacitación, asistencia técnica, información y pruebas de productos. Además permite la desagregación de la cooperación por diferentes tipos de socios como: clientes, proveedores, otras empresas competidoras, universidades y otras instituciones de investigación, entre otros tipos de socios cooperantes. La información disponible en la ENAI permite también observar otras características de las empresas que son necesarias para capturar el efecto verdadero de la cooperación sobre la innovación empresarial.

Objetivos, preguntas e hipótesis de investigación

Los trabajos que analizan el efecto de la cooperación tecnológica sobre la innovación, se han llevado a cabo mayoritariamente en países con un alto grado de desarrollo científico – tecnológico cuyos sistemas de innovación están consolidados (Arundel *et al.*, 2008; Aschhoff y Schmidt, 2008; Abramovsky *et al.*, 2009; Bolli y Wörter, 2013) y donde las empresas tienen las suficientes capacidades para el desarrollo de actividades innovadoras especialmente basadas en la I+D. Por otro lado los estudios sobre la cooperación tecnológica en países con sistemas de innovación emergentes (SIE) son escasos. Trabajos como el de Benavente y Lauterbach (2007) o Edwards – Schachter *et al.* (2012) analizan los aspectos determinantes de la cooperación en I+D de empresas chilenas y argentinas respectivamente, sin embargo no analizan los efectos de esta cooperación sobre el desempeño o esfuerzo innovador de las empresas.

Extrapolar los resultados de los estudios realizados en contextos de sistemas de innovación maduros a países con sistemas de innovación emergentes puede ocasionar varios problemas debido a las marcadas diferencias entre unos y otros. Por lo tanto, en países con SIE en los que el arreglo institucional no está plenamente definido y donde los lazos de cooperación e interacción entre actores son escasos y débiles (Melo, 2001; Lundvall, 2010; Chaminade *et al.*, 2011) es necesario entender qué rol juega la cooperación tecnológica en la generación de

innovaciones. La pregunta se vuelve más relevante cuando se toma en cuenta la escasa evidencia empírica sobre los efectos de la cooperación sobre la innovación en este tipo de países.

En el presente estudio se analizan los efectos de la cooperación tecnológica sobre el esfuerzo y el desempeño innovador, donde la intensidad en I+D e intensidad en gastos para la innovación se utilizan como medidas del esfuerzo innovador (*input*); mientras que las innovaciones de productos nuevos, innovaciones de productos mejorados, innovaciones de procesos nuevos, innovaciones de procesos mejorados, innovación organizacional e innovación de comercialización constituyen las diferentes variables utilizadas para medir el desempeño innovador (*output*).

Tomando en cuenta que en un SIE las capacidades tecnológicas y de generación de nuevo conocimiento son limitadas (Arocena y Sutz, 2000; Melo, 2001; Chaminade *et al.*, 2011), puede esperarse que la cooperación tecnológica basada en la I+D sea muy escasa. Además, la innovación requiere como insumos una serie de actividades que están más allá de la realización exclusiva de actividades científico – tecnológicas. Por este motivo, el presente estudio se centrará en los efectos de la cooperación no basada en I+D en el contexto de un sistema de innovación emergente. Este análisis es bastante novedoso, dado que no se cuenta con suficiente información empírica al respecto, por lo que constituye un aporte relevante al entendimiento de los efectos de la cooperación y por lo tanto abre la oportunidad a la definición de políticas orientadas a potenciar las interacciones de diferentes actores en un contexto donde prevalecen las actividades innovadoras no basadas en la I+D. De este modo, el objetivo general queda planteado de la siguiente manera:

Objetivo general: Analizar el efecto de las relaciones de cooperación tecnológica no basadas en la I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador en un contexto de sistema de innovación emergente.

Para cumplir con el objetivo general de la investigación se plantea la siguiente pregunta:

Pregunta de investigación general: ¿Cuál es el efecto de la cooperación tecnológica no basada en la I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un sistema de innovación emergente?

El sistema de innovación está incrustado en la estructura productiva del país, por tal motivo, en los SIE predominan las empresas tradicionales, con limitadas capacidades tecnológicas, dominadas por los proveedores y que producen mayoritariamente innovaciones de carácter incremental. Además, estas empresas absorben la mayoría de la tecnología y el

conocimiento en forma de bienes de capital importados y la incorporación de procesos productivos normalmente desarrollados en países de mayor nivel tecnológico (Melo, 2001). Como señalan Anlló y Suárez (2008) en estos países en los que la estructura productiva se encuentra alejada de la frontera tecnológica, los mejoramientos se dan a través de la inversión especialmente en maquinaria y equipo. Esto implica que las empresas prefieren la adopción de estrategias de modernización a través de la adquisición de tecnología incorporada en lugar del desarrollo de estrategias más balanceadas que tomen en cuenta el desarrollo de conocimiento interno.

Por otra parte, las actividades de I+D motivan a que las empresas inviertan en la creación de capacidades tecnológicas a través de la generación de nuevo conocimiento por lo que tienen mayor efecto sobre las innovaciones radicales (Belderbos *et al.*, 2004; Tödtling, Lehner y Kaufmann, 2009). De forma equivalente, se esperaría que la cooperación en actividades no basadas en la I+D están asociadas a un estado anterior en la acumulación de capacidades tecnológicas por lo que promueven la inversión de las empresas en actividades de innovación asociadas con la adquisición de tecnología incorporada, búsqueda de información y entrenamiento.

En cuanto al desempeño innovador, las actividades no basadas en I+D muestran un efecto sobre la innovación en función del tipo de innovación, la estrategia de la empresa, su posición relativa frente a la frontera tecnológica, el sector industrial y la influencia del entorno (Huang, *et al.*, 2008). Para Arundel *et al.*, (2008), las empresas que realizan actividades no basadas en I+D son más propensas a la introducción de innovaciones de proceso, mientras que Huang *et al.*, (2008) no encuentran evidencia para asegurar que las innovaciones de proceso estén ligadas mayoritariamente a empresas que no realizan I+D. Contrariamente, Hervas *et al.*, (2011) encuentran que en el contexto de un país rezagado tecnológicamente, las actividades no basadas en la I+D son más efectivas para predecir la innovación tanto de producto como de proceso. Por otra parte, según Goedhuys, Hollanders y Mohnen (2015) y otros estudios como el de De Faria, Lima y Santos (2010), en países en desarrollo las innovaciones tienden a ser incrementales más que radicales y están basadas en mayor grado en las actividades informales de innovación más que en la realización de actividades de I+D, además en estos países tienen mucha importancia las innovaciones organizacionales y de comercialización.

Sobre la base de la literatura encontrada y dado que, como se ha mencionado, existe poca evidencia sobre los efectos de la cooperación tecnológica en actividades no basadas en la

I+D, especialmente en países con sistemas de innovación emergentes, se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1 (esfuerzo innovador): la cooperación tecnológica no basada en I+D no tiene efecto sobre la intensidad de I+D pero promueve la inversión en otras actividades de innovación por lo que influye positivamente en la intensidad de gastos de innovación.

Hipótesis 2 (desempeño innovador): la cooperación tecnológica no basada en I+D tiene efecto sobre la introducción de productos nuevos para la empresa (innovación incremental), innovación organizacional e innovación de comercialización; pero no muestra efecto sobre la introducción de productos o procesos nuevos para el mercado (innovación radical).

Ahora bien, la innovación puede basarse tanto en actividades de I+D como no basadas en la I+D y esto no excluye a países con sistemas de innovación emergentes. En este contexto, no se ha estudiado cuál podría ser el efecto de la cooperación en actividades de I+D sobre la innovación, pero dado que este tipo de actividades son muy escasas, resulta de mayor interés analizar la existencia de un posible efecto sinérgico en la realización de actividades de I+D y no basadas en I+D sobre la innovación. Algunos estudios como el de Catozzella y Vivarelli (2007) plantean la posibilidad de que las actividades de I+D y no basadas en I+D pueden estar enlazadas por interdependencias, posiblemente en la forma de complementariedades, por lo que la cooperación en ambos tipos de actividad también podrían estar relacionadas por un efecto de complementariedad. Además, según Dutrénit (2004) las capacidades tecnológicas siguen un proceso de formación y acumulación, por lo que existen empresas con capacidades estratégicas embrionarias que son capaces de competir sobre la base de un determinado nivel de acumulación de conocimiento y poseen capacidades innovadoras basadas en el desarrollo de I+D, por lo tanto estas empresas pueden recurrir a la realización de actividades de I+D así como no basadas en la I+D de forma simultánea y/o complementaria.

A pesar de lo que se puede inferir a través de la literatura sobre complementariedad entre el tipo de actividad, la información empírica disponible es muy escasa sobre los efectos de la cooperación en ambos tipos de actividad. Por lo tanto, este es otro aporte significativo que se pretende lograr en la presente investigación, por lo que se plantea el siguiente objetivo:

Objetivo específico 1: Identificar si existe un efecto de complementariedad en la cooperación en diferentes tipos de actividades sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un sistema de innovación emergente.

Con la finalidad de analizar el objetivo planteado, la pregunta de investigación queda definida de la siguiente forma:

Pregunta de investigación 2: ¿Existe complementariedad entre la cooperación en actividades de I+D y la cooperación en actividades no basadas en I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un sistema de innovación emergente?

Según Cohen y Levinthal (1990) la capacidad de absorción es la habilidad que tiene una empresa para reconocer el valor de la información nueva y externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales, lo cual es de alta importancia para las capacidades innovadoras de dicha empresa. En este sentido, la generación de actividades de I+D permite a las empresas mejorar su capacidad de absorción y adquirir la base de conocimiento y las destrezas para absorber y aprovechar el conocimiento externo especialmente en nuevas áreas de la tecnología (Hervas *et al.*, 2011). En línea con este argumento, Catozzella y Vivarelli (2007) demuestran que la realización de actividades internas de I+D crean una base que permite a las empresas generar un efecto de complementariedad entre las actividades de innovación. En este sentido, las actividades de I+D pueden considerarse como un catalizador que acelera el proceso innovador, mejorando las cualidades individuales de las otras actividades y creando las capacidades tecnológicas necesarias para el establecimiento de efectos sinérgicos entre actividades de I+D y no basadas en la I+D. A pesar de que las variables utilizadas por Catozzella y Vivarelli (2007) son diferentes a las variables definidas en la presente tesis, existe el antecedente de un efecto sinérgico entre la I+D y otras actividades orientadas al desarrollo de innovación. Dada la escases de información sobre la cooperación en estos tipos de actividades, podemos asumir que el análisis puede extrapolarse hacia la cooperación en actividades de I+D y cooperación en actividades no basadas en I+D, por lo que se plantea la siguiente hipótesis para el posible efecto de complementariedad:

Hipótesis 3: Existe complementariedad entre la cooperación en actividades de I+D y la cooperación en actividades no basadas en I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un sistema de innovación emergente.

Por otra parte, los efectos de la cooperación difieren en función del tipo de socio. Diversos estudios señalan las diferencias en los efectos sobre la innovación de acuerdo a la cooperación por tipo de socio. Los trabajos de Belderbos *et al.*, (2004), Miotti y Sachwald (2003) y Aschhoff y Schmidt (2008) coinciden en que la cooperación con universidades y centros de investigación está más orientada a la introducción de productos nuevos, es decir, está relacionada con la innovación radical especialmente en sectores de rápido desarrollo

tecnológico y alta intensidad de I+D, mientras que la cooperación con competidores está orientada a la búsqueda de recursos complementarios. Sin embargo, los resultados reportados por estos y otros estudios son muy heterogéneos en los resultados encontrados para diferentes tipos de socios y las diferentes variables utilizadas para medir la innovación empresarial. En este sentido, es difícil poder discernir qué tipo de socio de cooperación es más relevante para el esfuerzo o el desempeño innovador de las empresas, más aún en el contexto de un SIE donde la cooperación es limitada tanto en número de acuerdos como en los tipos de socios cooperantes. Por ejemplo en estos países, pocas empresas establecen acuerdos con instituciones dedicadas a la ciencia y tecnología, mientras que la cooperación más frecuente se da con los socios de la cadena de valor (Anlló y Suárez, 2008). Huang *et al.* (2011) muestra que las empresas que basan la innovación en actividades que no son de I+D son más propensas a colaborar con clientes, proveedores y competidores. CELAC (2011) corrobora este hallazgo para países como Brasil y Uruguay.

Por otro lado, la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2013 utilizada para este estudio desagrega los tipos de actividad de cooperación no basadas en la I+D en: ingeniería y diseño, capacitación, asistencia técnica, información y pruebas de productos³, sin embargo, cabe esperar que determinadas actividades innovadoras se realicen con mayor frecuencia que otras debido a las diferencias en las necesidades que las empresas deben suplir y al objetivo de la cooperación. Ya se ha mencionado anteriormente que la evidencia empírica sobre la cooperación en actividades de innovación no basadas en la I+D es muy escasa. Además la desagregación de este tipo de actividad en sub actividades es una introducción novedosa que se tiene en la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación con respecto a otras como las encuestas de innovación comunitarias de Europa (CIS por sus siglas en inglés) (Fernández - Sastre y Martín - Mayoral, 2015). Por estos motivos no es fácil realizar conjeturas sobre los efectos de la cooperación en actividades de innovación no basadas en la I+D. Por consiguiente, el siguiente objetivo específico queda planteado de forma general, con la intención de que los resultados alcanzados en esta investigación permitan aclarar cuál es el efecto de la cooperación tecnológica en función del tipo de socio y tipo de actividad más importante para las empresas en el contexto de un SIE⁴:

³ Omitimos el financiamiento por no ser precisamente un tipo de actividad de cooperación.

⁴ Se analizan solamente los tipos de socio y tipos de actividad innovadora más relevantes con el objetivo de contar con el suficiente número de observaciones que permitan obtener estimaciones confiables de los efectos causales.

Objetivo específico 2: Analizar el efecto de la cooperación tecnológica no basada en I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador, en función del tipo de socio y tipo de actividad más frecuente en el contexto de un SIE.

Para el análisis del segundo objetivo específico, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

Pregunta de investigación 3: ¿Cuál es el efecto de la cooperación tecnológica sobre el esfuerzo y desempeño innovador cuando se desagrega por el tipo de socio y tipo de actividad más frecuente en el contexto de un SIE?

Por lo tanto, la hipótesis queda planteada en forma general de la siguiente manera:

Hipótesis 4: La cooperación tecnológica no basada en I+D desagregada por el tipo de socio y actividad más frecuente, influye en el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en el contexto de un SIE.

La información expuesta hasta aquí busca introducir al lector en el abordaje del problema, así como presentar los objetivos que se persiguen con la investigación. Se ha realizado una mención breve sobre los principales hallazgos de la literatura relacionada con esta temática y se presentó cuál es la principal fuente de datos que serán la base del estudio. A partir de aquí el resto de la tesis está organizada de la siguiente manera: el Capítulo II (marco teórico) repasa la literatura sobre efectos de la cooperación tecnológica y las consideraciones sobre SIE, además se hace una revisión de los principales estudios empíricos sobre los efectos de la cooperación. El Capítulo III (marco metodológico) describe los datos y variables utilizadas y presenta la metodología econométrica empleada. El Capítulo IV (resultados) presenta y discute los resultados alcanzados. Finalmente en el Capítulo V se presentan las conclusiones del estudio y se señalan algunas recomendaciones de política pública así como también de oportunidades de mejora para futuras investigaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo presenta un resumen de los datos más relevantes sobre la teoría que sustenta la presente investigación. En este sentido, el análisis de sistemas de innovación y en particular el funcionamiento de los sistemas de innovación en economías emergentes constituyen la columna central de soporte al estudio, dado que, las relaciones de cooperación y su importancia son mejor entendidas en el contexto de un análisis sistémico y funcional de las características y roles de diferentes actores involucrados en el proceso innovador. De forma adicional se presentan algunos de los resultados encontrados en la literatura empírica utilizada como fundamento tanto para la propuesta metodológica, como para el análisis de los resultados alcanzados en esta tesis.

Sistemas de Innovación

La teoría económica evolucionista considera al conocimiento como el principal motor de la evolución del sistema económico (Potts, 2003). Dentro de esta corriente de pensamiento surge la perspectiva de sistemas de innovación como herramienta para el análisis de la importancia del conocimiento y el aprendizaje para el desarrollo económico y la innovación.

Según Lundvall (2010), un sistema de innovación es el conjunto de elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil. Los sistemas de innovación están conformados por instituciones, organizaciones y las relaciones que permiten la interacción de estos dos componentes (Edquist, 2004; Lundvall, 2010; Kadura, Langbein y Wilde, 2011)⁵. Las instituciones de un sistema de innovación corresponden al conjunto de normas, hábitos, costumbres, tradiciones y reglas que permiten un comportamiento regular dentro de un contexto de tiempo y lugar. Las instituciones son importantes para la innovación dado que permiten (o dificultan) el crecimiento, almacenamiento y difusión del conocimiento y, por lo tanto, son el núcleo del proceso de aprendizaje (Johnson, 2010).

Las organizaciones son el conjunto de actores empresariales y no empresariales que actúan dentro del marco institucional y funcionan como vehículos del cambio tecnológico. En

⁵ Para efectos de desambiguación, en este texto se utilizará la definición utilizada por Edquist (2004) en la que se define a las instituciones como el conjunto de hábitos, normas, rutinas, prácticas establecidas, reglas y leyes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos, grupos y organizaciones. Mientras que las organizaciones corresponden a las estructuras formales que son creadas conscientemente y que tienen un propósito explícito por lo que constituyen los actores de un sistema de innovación.

el sistema de innovación las organizaciones normalmente corresponden a las empresas, universidades, institutos de investigación, pero también se incluyen otras de corte político, económico o social, como agencias públicas, asociaciones profesionales, entes reguladores y de control, etc. (Edquist y Johnson, 1997; Arocena y Sutz, 2000). Por lo tanto, el conjunto de organizaciones e instituciones y las relaciones existentes entre ellas permiten que el sistema se comporte como un “todo coherente” con propiedades diferentes de las propiedades de cada una de sus partes (Edquist, 2004) y definen los límites del sistema (Lundvall, 2010).

En una economía intensiva en conocimiento las organizaciones se encuentran inmersas de forma casi permanente en procesos de aprendizaje interactivo, para lo cual entablan relaciones de cooperación o de creación colectiva de nuevo conocimiento (Lundvall, 2010). En el sistema de innovación existen dos formas de aprendizaje que son fundamentales: la ciencia, tecnología e innovación (STI) y el aprendizaje por la práctica, uso e interacción (DUI) (Chaminade, *et al.*, 2011)⁶.

Las relaciones que se establecen entre los actores surgen principalmente por el hecho de que la innovación no es un evento aislado, sino que ocurre constantemente y requiere de la interacción de diferentes actores para la creación y difusión del conocimiento, así como para su uso y combinación en nuevas formas (Lundvall, 2010). Por lo tanto, la innovación es un proceso que está ligado al proceso de aprendizaje, la creación y difusión del conocimiento, los cuales están influenciados por el arreglo institucional del sistema (Lundvall, 2010) y la estructura productiva (Sloth Andersen, 2010). De esta forma, la innovación está enraizada en la estructura económica prevaleciente y es moldeada por las instituciones y sus interrelaciones.

La perspectiva de sistemas de innovación considera que el comportamiento de las instituciones que pertenecen a diferentes sistemas de innovación está gobernado por diferentes reglas y normas que son dependientes del arreglo institucional del sistema. Por lo tanto, la estructura institucional existente en un sistema nacional de innovación, así como el contexto cultural, se reflejará en el comportamiento de los actores y afectará sus capacidades para producir e innovar (Lundvall, 2010). Este hecho pone de manifiesto que los países difieren en términos de sus arreglos institucionales (Johnson, 2010) y por lo tanto también difieren en su desempeño innovador.

El punto central, tal y como señala Johnson (2010), es que las instituciones influyen en todos los procesos de aprendizaje en la sociedad. El aprendizaje por su parte, no sólo difiere

⁶ STI (science, technology and innovation) y DUI (doing, using and interacting) son las siglas utilizadas en inglés para hacer referencia a estas formas de aprendizaje. Por facilidad, en el resto del documento se utilizarán estas mismas siglas.

en diferentes contextos históricos y en sociedades con culturas y arreglos institucionales diferentes, sino que dado que la cultura es un fenómeno local, también puede diferir entre sociedades que están relacionadas en el mismo periodo o son culturalmente similares⁷.

El concepto de nación también es propuesto por Johnson (2010) como marco para el análisis del proceso de aprendizaje. En este, la ideología nacional y los gobiernos son características que difieren de país a país y que tienen gran relevancia sobre el aprendizaje, la producción e innovación. Las ideologías influyen en la comunicación, interacción y aprendizaje en todos los niveles de la sociedad, mientras que los gobiernos por su parte, imponen estándares y regulaciones, haciendo la interacción más eficiente.

Por lo tanto, la innovación está enmarcada en la estructura productiva de un país y está moldeada por las instituciones e interacciones entre instituciones y actores, siendo todas estas características diferentes de un país a otro. Sobre la base de estas diferencias, se ha dado paso a ampliar la investigación hacia sistemas nacionales de innovación en países con economías menos industrializadas, con el objetivo de identificar los factores determinantes que promueven y/o dificultan a la innovación en estos países.

Sistemas de innovación en economías emergentes

El concepto de sistemas de innovación fue propuesto y desarrollado en el contexto de países con economías industrializadas, sin embargo su aplicación puede ser llevada también hacia el análisis del comportamiento innovador en economías de menor desarrollo (Arocena y Sutz, 2000).

Para analizar y delimitar el sistema de innovación de un país es necesario conocer y entender las instituciones del sistema, las prácticas innovadoras que las empresas llevan a cabo, así como también las relaciones y lazos existentes entre instituciones y organizaciones del sistema (Melo, 2001), lo cual permite entender cómo estos factores influyen en el desempeño innovador de la economía y de sus actores y potencialmente cómo se afectará este desempeño en el futuro (Arocena y Sutz, 2000).

La literatura sobre sistemas de innovación en países en desarrollo muestra algunas descripciones o sistematizaciones de las características más relevantes de estos sistemas. Dado que, como se ha mencionado, los sistemas de innovación están enmarcados en el contexto cultural, la estructura productiva y el arreglo institucional de cada país, este tipo de trabajos

⁷ Johnson (2010) cita como ejemplos de países culturalmente cercanos y con sistemas económicos del mismo tipo a Suecia, Dinamarca o Alemania.

permiten identificar características comunes que afectan la capacidad innovadora de las empresas en estos países. Dichas características se resumen a continuación:

Débiles lazos e interacciones entre organizaciones e instituciones en el sistema. Según Padilla Pérez, Vang y Chaminade (2011) los sistemas de innovación en economías emergentes⁸ pueden considerarse como sistemas inmaduros en los que algunos elementos, como ciertas organizaciones e instituciones se encuentran presentes, mientras que las interacciones entre estos elementos están todavía en formación, por lo que el sistema aparece fragmentado y disperso. Por esta razón, las interacciones entre organizaciones e instituciones necesarias para la creación, difusión y uso del conocimiento son débiles o inexistentes.

En los sistemas de innovación emergentes, una buena parte de las relaciones de cooperación tecnológica son coordinadas por empresas extranjeras, mientras que los flujos de conocimiento entre empresas locales y las filiales extranjeras son escasos debido a los débiles lazos de cooperación entre ellas, por lo que las empresas locales se dedican en su mayoría a ser proveedoras de servicios y bienes indirectos de bajo valor agregado para las empresas extranjeras (Padilla Pérez *et al.*, 2011). Además estas últimas son renuentes a cooperar con las empresas locales debido a las escasas capacidades tecnológicas de estas y a la resistencia a entregar conocimiento (Chaminade *et al.*, 2011). Por otro lado, las relaciones de cooperación de las empresas con organizaciones públicas son de igual forma poco frecuentes (Melo, 2001).

Otra característica relevante es la escasez de lazos de cooperación entre empresas con universidades o centros de investigación externos a la propia empresa, por lo tanto el flujo de conocimiento entre unos y otros es bastante limitado. Estudios realizados al respecto, basados en encuestas llevadas a cabo en varios países de América Latina y el Caribe (ALC), dan cuenta de que la relación empresa – universidad y empresa – centros de investigación se encuentran dentro de las modalidades de cooperación que las empresas realizan con menor frecuencia (Melo, 2001; Arocena y Sutz, 2002).

Por otra parte, las relaciones empresariales del tipo usuario – productor suelen estar escasamente desarrolladas, dando paso a que las cadenas de producción locales sean muy cortas, dado que la mayoría de bienes de capital necesarios para la producción local son traídos de países con alto grado de desarrollo tecnológico (Lundvall, 2010).

Según Melo (2001), en términos generales, las empresas en sistemas de innovación emergentes no consideran a las relaciones de cooperación como un elemento crucial, siendo la principal fuente de ideas el propio personal de la empresa.

⁸ Los autores utilizan el término “países en desarrollo” (developing countries)

Las universidades son principalmente generadoras de capital humano calificado. En los sistemas de innovación emergentes, la mayoría de empresas tienen capacidades tecnológicas básicas o intermedias, por lo que las universidades son en mayor medida proveedoras de capital humano y no de insumos científico–tecnológicos para la innovación (Padilla Pérez *et al.*, 2011). Pese a ello, persiste una insuficiente provisión de capital humano calificado hacia las empresas (Chaminade *et al.*, 2011).

Además, la investigación orientada a la industria, que debe tener un enfoque de investigación aplicada y generación de insumos para la innovación empresarial, es escasa. De igual forma, la investigación realizada por los centros de investigación tampoco se orienta hacia la generación de aplicaciones comerciales, sino más bien a la investigación básica con limitada relación o vínculos con la industria local (Padilla Pérez *et al.*, 2011).

En este sentido Melo (2001) y Arocena y Sutz (2000) coinciden en que la razón de la desvinculación entre universidad y empresa o entre centros de investigación y empresa en países de ALC tiene sus raíces en el contexto histórico–económico y político de estos países, en los que el desarrollo de capacidades tecnológicas locales y el fomento a la ciencia y tecnología no han tenido un lugar de importancia en la agenda política. Por el contrario estos países se han orientado a la adquisición de tecnología por medio de la importación de bienes de capital.

Las capacidades tecnológicas de las empresas son escasas y las actividades de innovación son informales. Esta característica hace referencia a que en países con sistemas de innovación emergentes, la mayoría de empresas manufactureras están dedicadas a la producción de bienes de consumo de bajo valor agregado y bajo nivel tecnológico o de procesos de ensamblaje de bienes cuyo valor tecnológico proviene de países extranjeros. Además, las empresas en estos países si bien reportan la introducción de innovaciones, muy pocas de ellas mantienen departamentos establecidos para el desarrollo de I+D (Melo, 2001)⁹, siendo las innovaciones en su mayoría de carácter incremental. De forma adicional, las actividades de I+D que llevan a cabo algunas empresas no están claramente integradas en la estrategia organizacional, siendo esporádicas o incluso invisibilizadas por la propia empresa (Arocena y

⁹ Cabe tener en mente en este punto, que no toda la innovación proviene de la realización de actividades de I+D, lo cual puede ser particularmente importante en sistemas de innovación menos desarrollados y en sectores industriales y de servicios de baja intensidad tecnológica. Este argumento será analizado con más detalle en el apartado siguiente.

Sutz, 2000)¹⁰. De forma concomitante, las empresas muestran deficiencias en sus capacidades de ingeniería y diseño (Chaminade *et al.*, 2011).

Por otra parte, las empresas en estos sistemas no son los principales focos de generación de I+D, espacio que es ocupado por las organizaciones públicas. La suma de la escasa contratación de personal calificado y la escasa inversión privada en I+D pueden ser factores determinantes a la hora de explicar la baja capacidad tecnológica de las empresas en esta región (Melo, 2001).

Para el caso de países de ALC, esta característica se vuelve más notoria a partir de las políticas de apertura y liberalización de mercados que favoreció el ingreso de bienes de capital importado, con lo que la tecnología y el conocimiento embebido en estos bienes desplazó la producción local. Tanto las industrias manufactureras locales como las subsidiarias extranjeras redujeron sus necesidades de I+D e ingeniería, tendiéndose a patrones de producción especializados y a la integración en los sistemas de producción global de las empresas multinacionales. Esto provocó que la innovación se lleve a cabo por importaciones de bienes de capital de alto valor tecnológico y no por el desarrollo de I+D local (Melo, 2001; Arocena y Sutz, 2000).

La perspectiva del proceso transicional de los sistemas de innovación, considera que las características descritas hasta aquí son propias de sistemas de innovación emergentes o en formación, los cuales presentan un bajo desarrollo en términos de su composición institucional, grado de sofisticación de las actividades científicas y tecnológicas y de las relaciones existentes entre unidades organizacionales (Gu, 1999).

Desarrollo de capacidades tecnológicas en un SIE

En los países que mantienen características de un SIE como las detalladas en el apartado anterior, la mayoría de las empresas presentan bajos niveles de innovación. Esto puede observarse a través de ciertos indicadores como la inversión empresarial en I+D y bienes de capital, los recursos humanos dedicados a la I+D y una muy baja relación en la inversión entre bienes de capital e I+D (Anlló y Suárez, 2008).

Estos niveles se explican por el hecho de que las empresas en un SIE no han desarrollado las suficientes capacidades tecnológicas para innovar. Dichas capacidades pueden definirse como el conjunto de habilidades para usar el conocimiento de forma eficiente para asimilar,

¹⁰ Según Arocena y Sutz (2000), muchas de las empresas que declaran realizar actividades de I+D son incapaces de identificar el monto invertido en estas actividades o reconocen que la inversión es insignificante.

usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes, así como la habilidad para crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y procesos (Dutrénit, 2004). El proceso de dominar una tecnología y acumular capacidades tecnológicas se deben al aprendizaje por medio de la adquisición y transformación del conocimiento (Molina-Domene y Pietrobelli, 2012). En este sentido, en un SIE, coexisten una variedad de empresas con mayor y menor grado de capacidades tecnológicas, debido a los diferentes niveles de aprendizaje, asimilación y acumulación de conocimiento.

Para contextualizar la explicación de las capacidades tecnológicas en lo que concierne al centro de atención de esta investigación, vale mencionar lo siguiente: por una parte, las capacidades tecnológicas en el contexto de un SIE no se desarrollan a partir exclusivamente de la habilidad de las empresas para llevar a cabo actividades de I+D. Bell y Pavitt (1993) mencionan que la I+D es una forma típica de acumulación de las grandes empresas que operan en sectores de alta tecnología, mientras que para las empresas pequeñas, las actividades tecnológicas son intercambiadas por otras como el diseño o la ingeniería de producción. Por otra parte, el desarrollo de capacidades tecnológicas tiene que ver con el aprendizaje y la capacidad de absorción de las empresas, que a su vez están mediados por la habilidad para generar y asimilar conocimiento tanto de forma interna como mediante los lazos de cooperación con otras empresas o instituciones.

El desarrollo industrial y el desempeño de las empresas no es únicamente la consecuencia natural de producir como resultado de un proceso automático de “aprender haciendo”¹¹. Las empresas que dominan una tecnología e inician un proceso de innovación incremental logran llegar a esto a través de la inversión en un conjunto de capacidades y habilidades para buscar, seleccionar, asimilar y adaptar el conocimiento (Albu, 1997). Estas capacidades son tanto de carácter humano: talentos, experiencia y conocimiento propio de las persons; como de carácter organizacional: procedimientos internos, rutinas y lazos externos con otras empresas e instituciones (Albu, 1997).

Según Bell y Pavitt (1993), las empresas pasan un proceso de aprendizaje o “acumulación” tecnológica como paso necesario para la adquisición de capacidades tecnológicas. Cuando las empresas han desarrollado dichas capacidades cuentan con los recursos necesarios para generar cambios (innovaciones). Estos recursos corresponden al conocimiento, habilidades, estructuras organizacionales y lazos inter institucionales. Como resultado del desarrollo y acumulación de capacidades tecnológicas la empresa es capaz de

¹¹ “*Learning – by – doing*”

desarrollar y mejorar su capacidades de producción necesarias para la generación de productos, las cuales están asociadas a la utilización eficiente del capital fijo, las habilidades de operación y de los procedimientos de producción. Al final del proceso las empresas desarrollan capacidades adaptativas e innovadoras que producen los cambios técnicos que conducen a las adaptaciones incrementales e innovaciones. Para Dutrénit (2004) este proceso no es lineal, sino más bien un proceso complejo que da paso al apareamiento de estadios intermedios y capacidades tecnológicas “embrionarias” que están en un punto entre las capacidades mínimas propias de la mayoría de empresas en un SIE y las capacidades tecnológicas estratégicas que se observan en las empresas de los países desarrollados.

Cuando las empresas se encuentran en una fase de capacidades tecnológicas mínimas compiten sobre la base de sus capacidades de producción. En el caso opuesto, cuando las empresas han desarrollado capacidades tecnológicas estratégicas compiten sobre la base de sus habilidades innovadoras a través del uso de conocimiento nuevo y diverso y la combinación de ese conocimiento en diversas formas. En la zona intermedia, las empresas son capaces de empezar a competir sobre la base del conocimiento nuevo acumulado (Dutrénit, 2004).

Por lo tanto, las empresas utilizan diferentes mecanismos de aprendizaje para adquirir el conocimiento, en función del nivel de capacidades tecnológicas y la capacidad de absorción desarrolladas. Dado que la mayoría de las empresas de los países en desarrollo no tienen las suficientes capacidades tecnológicas (zona baja o intermedia según Dutrénit, 2004), las relaciones de cooperación que establecen no están asociadas a las actividades de I+D, sino más bien a la obtención de información como requisito para iniciar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas.

Los *inputs* y *outputs* del proceso innovador

El Manual de Oslo¹² reconoce cuatro ámbitos de la innovación: producto/servicio, proceso, comercialización y organizacional¹³. Estos cuatro ámbitos pueden considerarse como resultados (*outputs*) del proceso innovador llevado a cabo por la empresa, dado que representan

¹² El Manual de Oslo desarrollado por Eurostat y OCDE, es un manual dedicado a la generación y difusión de directrices para la recopilación en interpretación de datos sobre innovación según métodos comparables a escala internacional.

¹³ La Encuesta Nacional de Innovación adopta las definiciones del Manual de Oslo sobre los diferentes ámbitos o tipos de la innovación. La innovación de mercadotecnia en la Encuesta es traducida como innovación de comercialización.

el resultado final de un conjunto de actividades y acciones orientadas a la generación de innovación¹⁴.

A pesar de la clasificación adoptada en el Manual de Oslo, cuya principal funcionalidad es la de establecer un estándar para la realización de encuestas sobre innovación a escala nacional, los estudios empíricos utilizan otras formas de medir la innovación tanto en forma de *inputs* como de *outputs*, las cuales muchas veces están definidas por la disponibilidad de la información (Potters, 2009) o para identificar efectos en un determinado punto del proceso innovador.

Por otra parte, los esfuerzos que emprenden las empresas como la inversión en I+D o la adquisición de diferentes fuentes de conocimiento conllevan a la generación de conocimiento que se puede manifestar en la forma de productos, procesos y métodos. Estos esfuerzos por lo tanto pueden verse como *inputs* del proceso innovador (Polder *et al.*, 2010).

La relación de las inversiones en I+D con respecto al tamaño de la empresa (Frenz y Ietto-Gillies, 2009) o al volumen de ventas totales (Becker y Dietz, 2004), ha sido tradicionalmente identificada como una medida del *input* innovador (Smith, 2005); sin embargo, dado que la innovación no sólo proviene de la I+D, otras inversiones orientadas a la innovación, especialmente en adquisición de tecnología y conocimiento externo, también pueden ser consideradas como *inputs* de la innovación (Potters, 2009).

Por otra parte, existen diferentes medidas de los resultados del proceso innovador (*outputs*). Ejemplo de esto se tiene en la introducción de innovaciones de producto/servicio (Becker y Dietz, 2004), introducción de innovaciones de proceso (Bolli y Wörter, 2013) la relación entre las ventas de productos innovadores y el total de ventas (Potters, 2009; Aschhoff y Schmidt, 2008), la introducción de innovaciones organizacionales (Camisón y Villar - López, 2014) o la introducción de innovaciones de comercialización (Battisti y Stoneman, 2010).

Tanto *inputs* como *outputs* de la innovación están relacionados y muchas veces corresponden a diferentes actividades dentro de una misma estrategia de innovación (Battisti y Stoneman, 2010). Potters (2009) cita diversos estudios en los que se encuentra una relación positiva entre la realización continua de actividades de I+D con la innovación de *output* medida como ventas de productos innovadores y generación de innovación de productos. En general, este autor indica que la inversión en I+D se relaciona con la innovación de productos, mientras que la inversión en otras actividades para la innovación no basadas en la I+D está en mayor

¹⁴ Si bien no existe una definición puntual de lo que significan los insumos (*inputs*) o los resultados (*outputs*) de la innovación, Smith (2005) hace una discusión bastante clara sobre estos conceptos y sus implicaciones sobre las formas de medir la innovación.

medida relacionada con las innovaciones de proceso. Además, la intensidad de I+D interna influye positivamente sobre las ventas de productos innovadores.

Por otra parte, la innovación organizacional se define como la adopción de nuevos métodos organizacionales para la gestión del negocio en el lugar de trabajo y/o en las relaciones entre la compañía y agentes externos. (OECD, 2005). Según Camisón y Villar – López (2014), la innovación organizacional está relacionada con las capacidades innovadoras de las empresas¹⁵. En su estudio realizado para empresas españolas, demuestran que la innovación organizacional es un factor positivo en el desarrollo de capacidades para la generación de innovaciones de proceso y su efecto sobre las capacidades innovadoras de producto también está mediado por las capacidades para generar innovaciones de proceso. Este resultado implica que la implementación solamente de nuevas prácticas de gestión de la empresa (innovación organizacional) no es suficiente para favorecer las capacidades innovadoras de producto de una empresa, por lo que es necesario también fomentar las capacidades innovadoras de proceso. Por lo tanto, el establecimiento de prácticas mejoradas e innovaciones organizacionales, de proceso y de producto son las que conllevan a un efecto positivo sobre el desempeño y la sostenibilidad económica de la empresa. Según los autores, la relación compleja entre estos tres tipos de innovación y las capacidades que permiten su generación es lo que genera los activos estratégicos que permiten a las empresas alcanzar un desempeño superior.

Las innovaciones de comercialización también constituyen otra forma de *output* innovador que está reflejado en la introducción de nuevas formas de diseño y empaque, nuevos métodos de distribución, localización o canales de venta, nuevos métodos de promoción utilizando nuevas técnicas o medios y políticas de fijación de precios. Las innovaciones de comercialización se enfocan en incrementar la penetración de los productos y servicios de una empresa en los mercados actuales o en nuevos mercados (Moreira y Aguilar, 2014). La generación de innovaciones de comercialización es de alta importancia para la explotación de los mercados actuales y la apertura de nuevos mercados, pero para que esto ocurra la empresa debe cumplir con dos características: tener un contacto directo con el consumidor y un posicionamiento con respecto a la competencia. En este sentido, los consumidores y clientes permiten a las empresas reducir el riesgo de fracaso de la introducción de nuevos productos, a través del aseguramiento de la satisfacción de las necesidades y deseos del cliente; mientras que el posicionamiento tiene que ver con la entrada del producto y la imagen de la empresa en la

¹⁵ Según Camisón y Villar - López (2014) la capacidad innovadora es la habilidad de desempeñar cualquier función técnica relevante, incluyendo la habilidad para desarrollar nuevos productos y procesos, y de utilizar las instalaciones efectivamente.

mente del consumidor con el fin de lograr diferenciación en el mercado y acceso a nuevos mercados. Para las innovaciones de comercialización tienen particular importancia los consumidores y clientes debido a que posibilitan el incremento de la rentabilidad de la empresa, incrementa la capacidad innovadora y crea mayor flexibilidad de la I+D (Moreira y Aguilar, 2014).

Las relaciones de cooperación en I+D

Desde un punto de vista ontológico, la teoría neoclásica considera que la única forma de interacción entre los agentes económicos es la competencia, es decir, no existen relaciones entre actores más allá de las del mercado. En este sentido, la innovación es considerada como un evento aislado que proviene de una inversión racional que hacen las empresas en I+D (Nelson, 1991).

En contraposición, en la perspectiva de sistemas de innovación, el establecimiento de actividades de aprendizaje interactivo (en forma de STI o DUI) entre diferentes organizaciones del sistema es fundamental para el desarrollo de innovaciones (Chaminade *et al.*, 2011). En este sentido, las empresas necesitan adquirir e integrar nuevo conocimiento proveniente del exterior con el fin de complementar sus capacidades internas con el conocimiento externo (Alm y McKelvey, 2000; Cassiman y Veugelers, 2004).

Por lo tanto, es importante entender qué motiva a las empresas a cooperar y cuáles son los beneficios que éstas obtienen del establecimiento de relaciones de cooperación con otras organizaciones empresariales y no empresariales. Edwards – Schachter *et al.* (2012) proponen cinco categorías que resumen los motivos empresariales para la cooperación basándose en una recopilación de la literatura teórica y empírica al respecto: a) adquirir acceso a nuevo conocimiento y procesos conjuntos de desarrollo tecnológico; b) acceso a nuevos mercados, c) compartir riesgos y reducir costos, d) búsqueda de complementariedades para la realización de I+D y búsqueda de asistencia técnica, y e) mejoramiento de las competencias tecnológicas y de innovación.

Estas cinco categorías no están aisladas unas de otras y muchas veces pueden estar sobrelapadas o interrelacionarse. Con esto en mente, en la literatura se pueden encontrar algunos argumentos que respaldan estos cinco motivos principales de la cooperación. En primer lugar, las empresas carecen de los múltiples recursos necesarios para innovar, incluyendo el conocimiento (Tether, 2002), por lo que las empresas no pueden confiar únicamente en sus recursos internos y buscarán los mecanismos para la adquisición de nuevo

conocimiento que les permita la generación de innovaciones (Scandura, 2014). Además la cooperación puede conducir a procesos de desarrollo tecnológico conjuntos, a través de la identificación de espacios de complementariedad para el desarrollo de nuevos productos o servicios (Tether, 2002). La complementariedad surge por el hecho de que las empresas poseen diferentes capacidades, habilidades y conocimiento los cuales no se difunden con facilidad hacia el exterior, por lo que la cooperación constituye un vehículo que facilita la transferencia e internalización del conocimiento de una empresa hacia su cooperante (Sakakibara, 1997).

El acceso a nuevos mercados por medio de la cooperación se relaciona con la capacidad que puede lograr una empresa para ingresar a nuevas áreas de producto o campos tecnológicos. Por medio de la cooperación, las empresas pueden evaluar la importancia del nuevo mercado o tecnología al tiempo que reducen la exposición al riesgo de fracasar en una alta inversión (Edwards - Schachter *et al.*, 2012). Según Miotti y Sachwald (2003) un ejemplo de esto se encuentra en el movimiento de la industria farmacéutica hacia el campo de la biotecnología, donde las empresas han recurrido ampliamente a la cooperación con la finalidad de adquirir la base de conocimiento que les permitió ingresar a este nuevo mercado. Además, Edwards - Schachter *et al.* (2012) añaden que la cooperación permite a las empresas explotar nuevas oportunidades de mercado, monitorear cambios en la tecnología y detectar oportunidades para acelerar la entrada de nuevos productos al mercado.

En cuanto a los riesgos y costos de las actividades innovadoras, las empresas buscarán cooperar cuando se ven involucradas en actividades de I+D costosas, complejas y de alto riesgo (Miotti y Sachwald, 2003). El riesgo asociado a la innovación suele estar en que los resultados esperados no sean alcanzados, no se obtiene la innovación en un tiempo adecuado o se requiere de mayores recursos financieros y tecnológicos de los previstos (Miotti y Sachwald, 2003). Por esta razón, la cooperación permite distribuir los costos y riesgos tanto tecnológicos como financieros asociados a estas actividades y por lo tanto puede contribuir a que los beneficios esperados de la inversión en innovación sea más elevada que si se realiza de forma aislada (Abramovsky *et al.*, 2009). Además la cooperación también puede fomentar la especialización de las actividades entre los cooperantes lo que produce un efecto de reducción de costos por economía de escala y enfoque (*economies of scale and scope*), permite la distribución de los costos entre los cooperantes y ayuda a evitar la duplicación de esfuerzos (Edwards - Schachter *et al.*, 2012; Sakakibara, 1997).

Conforme el desarrollo de actividades de I+D se ha vuelto más especializada y costosa, las empresas han buscado hacer uso de fuentes externas de conocimiento, incluyendo la

academia y los institutos públicos de investigación con el fin de obtener apoyo técnico especializado (incluyendo expertos y equipos) y complementar sus capacidades internas de I+D. Esto es especialmente importante para el caso de tecnologías en fase pre – competitiva, la cual no es desarrollada por las empresas debido a sus costos, riesgos y limitaciones internas en cuanto a las capacidades, habilidades y experiencia necesarias (Miotti y Sachwald, 2003). Este tipo de cooperación suele darse entre empresas y universidades, no obstante, otros actores también pueden ser relevantes tales como otras empresas, institutos de investigación y consultores. Estos actores suelen proveer la información, habilidades y nuevas ideas, útiles para complementar las capacidades internas de I+D de las empresas y generar innovación (Miotti y Sachwald, 2003).

En cuanto a la búsqueda de oportunidades de mejoramiento de las capacidades tecnológicas y de innovación, la literatura sobre el tema hace referencia a que la cooperación tecnológica posibilita la adquisición e internalización de las habilidades y competencias de los socios para fortalecer las capacidades internas de innovación. Esto se realiza a través del aprendizaje y por ende la extracción de las habilidades del socio externo, así como capturar y absorber el conocimiento tácito del cooperante (“*know – how*”) (Edwards - Schachter, *et al.*, 2012). Además, los activos, recursos e información transferidos durante la cooperación mejora la eficiencia de la empresa en el desarrollo de actividades de I+D, lo cual puede generar efectos positivos en la innovación (vista como input o como output) (Becker y Dietz, 2004).

La cooperación en I+D con diferentes tipos de socios

En la perspectiva de sistemas de innovación aparece un concepto importante que es la relación entre usuarios y productores, la cual surge por el cambio de enfoque desde un proceso de cálculo y toma de decisión (comportamiento racional de los agentes económicos) hacia un proceso interactivo de aprendizaje y creación.

Al contrario de la postura de los mercados puros, en la que las únicas relaciones existentes entre los productores y los usuarios de un bien son las transacciones del mercado, la innovación en la perspectiva de sistemas es el resultado del choque entre las necesidades y las oportunidades que expresan los usuarios y productores. En el mundo real, los mercados no están determinados por relaciones anónimas, sino más bien representan espacios para el intercambio mutuo de información y algunas veces la cooperación directa entre productores y usuarios en el proceso de innovación (Lundvall, 2010). Estos agentes establecerán paulatinamente un código de comunicación con el fin de comunicar de forma eficiente la

información acerca de las oportunidades y necesidades tecnológicas. Esta relación algunas veces puede involucrar la cooperación directa entre los agentes y puede tomar lugar en diferentes momentos: en la definición de un problema, en el desarrollo de una solución o en la introducción de dicha solución dentro de la organización usuaria (Lundvall, 2010).

Este concepto abre la oportunidad para visualizar los efectos de la cooperación en función del tipo de socio, dado que la cooperación no solamente puede establecerse de manera vertical (productores y usuarios) sino también con otros agentes dentro del sistema.

La cooperación en función del tipo de socio ha sido estudiada por diversos autores quienes encuentran diferencias tanto en sus factores determinantes como en los resultados de dicha cooperación sobre la innovación (Alm y McKelvey, 2000; Aschhoff y Schmidt, 2008; Belderbos *et al.*, 2004; Bolli y Wörter, 2013; De Faria, Lima y Santos, 2010). La elección de los socios cooperantes tiene relación con las actividades de innovación y las capacidades tecnológicas de las empresas. En la taxonomía de las empresas innovadoras, Pavitt (1984) intrínsecamente diferencia las fuentes a las que las empresas recurren para internalizar el conocimiento e innovar. Así, la mayoría de las innovaciones introducidas por las empresas que son dominadas por los proveedores (supplier dominated) provienen de sus proveedores de equipos y materiales, aunque los clientes y las organizaciones públicas de investigación también son un aporte. Para las empresas de producción intensiva en escala, las fuentes de conocimiento están constituidas por los proveedores y por sus propias capacidades internas. Las empresas proveedoras especializadas innovan mediante sus capacidades internas y mediante el aporte de sus clientes. Finalmente, las empresas basadas en ciencia y tecnología tienen las suficientes capacidades propias para generar I+D y además obtienen información de sus proveedores.

Para Moreira y Aguilar (2014) los clientes constituyen una de las fuentes principales de innovación dado que proporcionan información sobre sus necesidades y deseos. Cuando una empresa accede a este conocimiento, posee ventajas sobre sus competidores debido a que, por una parte puede satisfacer dichas necesidades más rápidamente y por otra a que tiene menos riesgos asociados a la incertidumbre a la hora de introducir nuevos productos al mercado.

Huang *et al.* (2011) indican que las empresas que recurren a información proveniente de clientes, universidades e institutos de investigación enfrentan mayores oportunidades tecnológicas que las empresas que recurren a los proveedores, por lo que las primeras tienden a invertir más en I+D (mayor intensidad de I+D). Para Belderbos *et al.*, (2004) la colaboración con los clientes es importante para reducir el riesgo asociado con la introducción de las innovaciones en el mercado, mientras que Tether (2002) señala como razones para la

cooperación con clientes, al acceso a información sobre las necesidades de los clientes e incrementar de forma paralela la confianza de los clientes en el nuevo producto.

Por otro lado, según Belderbos *et al.* (2004) la cooperación con los proveedores está relacionada con la necesidad de las empresas de especializarse y externalizar la producción de bienes complementarios al mismo tiempo que se asegura la calidad y la reducción de costos. De igual forma, Alm y McKelvey (2000) señalan que la cooperación con proveedores permite a las empresas encontrar activos complementarios y por lo tanto incrementar la oportunidad de obtener una ganancia mutua entre las empresas cooperantes.

De Faria, Lima y Santos (2010) haciendo alusión a otras investigaciones, señalan que la cooperación vertical tiene un mayor efecto sobre la I+D que la cooperación con universidades, institutos de investigación y empresas competidoras. Además, estos autores indican que la cooperación con clientes y organismos públicos de investigación está positivamente relacionada con la innovación de productos, mientras que la cooperación con proveedores y universidades tiene mayor influencia sobre la innovación de proceso.

Tether (2002) analiza las relaciones de cooperación en dos segmentos: cooperación dentro de la cadena de suministro y cooperación fuera de la cadena de suministro. En el primer caso, especialmente la cooperación proveedor – cliente permite el acceso a conocimiento complementario y posiblemente también al conocimiento tácito (*know – how*) del usuario, ayuda a balancear adecuadamente la relación calidad – precio, permite entender el comportamiento del usuario lo cual ayudará a futuras innovaciones incrementales del producto y mejora las posibilidades de que la innovación sea adoptada por otras empresas usuarias. Por estas razones, la cooperación con clientes suele ser más común para el desarrollo de innovaciones complejas o cuando el mercado para dichas innovaciones no está claramente definido.

Huang *et al.* (2011) indican que las empresas con habilidades innovadoras débiles reflejadas por su tamaño pequeño, deficiencia de actividades de innovación internas, bajas exportaciones y bajo nivel de contratación de personal calificado, son más propensas a innovar mediante actividades no basadas en la I+D. En contraste, las empresas que introducen innovaciones de producto y aplican métodos de apropiación del conocimiento son más propensas a desarrollar I+D. En cuanto a las fuentes de conocimiento externo para innovar, los autores encuentran que las empresas que consideran como importantes fuentes de información a las universidades, instituciones de investigación y los clientes son más propensas a ser innovadoras basadas en la I+D, mientras que las empresas que buscan información desde sus

competidores y proveedores tienen mayor probabilidad de innovar mediante actividades no basadas en la I+D. Según los autores estos resultados se repiten tanto para empresas manufactureras como de servicios.

Por otro lado, la cooperación con empresas competidoras suele ser menos atractiva para las empresas debido a efectos *spill – over* (Miotti y Sachwald, 2003), *free riding* (Alm y McKelvey, 2000) o fallas en las oportunidades de apropiación del conocimiento generado en el desarrollo de la innovación (Veugelers y Cassiman, 2005). El primer tipo de efecto se refiere al riesgo implícito de que una empresa competidora que vende sus productos en el mismo mercado adquiera conocimiento que mejore sus ventajas competitivas sobre su empresa cooperante. El segundo tipo de efecto tiene que ver con la posibilidad de que una de las empresas cooperantes aporte menos y se aproveche del esfuerzo generado por las demás durante la cooperación. Finalmente, el tercer efecto proviene del riesgo asociado a la dificultad de fijar mecanismos de propiedad intelectual al conocimiento generado y/o a los productos logrados dentro de la cooperación. No obstante, la cooperación horizontal puede ser atractiva en el caso de fijar estándares comunes para la introducción de una innovación (Tether, 2002), cuando la innovación implica investigación básica que está lejos de obtener productos listos para el mercado (Miotti y Sachwald, 2003) o para la distribución de los riesgos y costos cuando las actividades innovadoras requieren de alta inversión (Abramovsky *et. al.*, 2009).

De forma paralela, Belderbos *et al.* (2004) señalan que la cooperación con universidades y centros de investigación está relacionada con las innovaciones radicales con potencial de abrir nuevos mercados. Kaufmann y Tödtling (2001) encuentran el mismo resultado para empresas de diversos países europeos que introducen innovaciones de producto. De forma paralela, Laursen y Salter (2004) indican que las empresas que cooperan con las universidades son aquellas que invierten más en I+D y que tienen estrategias abiertas de búsqueda y desarrollo de capacidades. Estos resultados, según los autores, están relacionados a que el conocimiento generado por las universidades y centros de investigación tiene un carácter más básico, puede ser combinado de diferentes formas y genera nuevas ideas, además suele estar asociado a fases tempranas del proceso innovador. Todo esto conlleva a que la empresa incurra en mayores inversiones de I+D, así como a la propensión a tener un mayor grado de novedad en las innovaciones.

Evidencia empírica sobre la cooperación en actividades de I+D

La cooperación en I+D es un fenómeno que ha cobrado importancia paulatinamente. Los acuerdos formales e informales de cooperación en I+D han pasado de unos pocos en la década de los 60, a cobrar mayor importancia en los 70, hasta ser una actividad bastante extendida a partir de los años 80 (Hagedoorn, 2002)¹⁶.

En apartados anteriores se habló sobre la diferencia en la cooperación por tipo de socio, en este sentido, la evidencia empírica comprueba la existencia de las diferencias sobre la innovación de acuerdo a la cooperación con diferentes socios empresariales y no empresariales. Por ejemplo, Oerlemans *et al.* (2001), en un estudio efectuado en Holanda, demuestra que las relaciones de cooperación establecidas en la “cadena de valor” conformada por compradores, proveedores y competidores tiene una alta influencia en la innovación empresarial, especialmente cuando la empresa se enfrenta a grados elevados de complejidad para producir una innovación.

Para el caso de Alemania, Becker y Dietz (2004) demuestran que la cooperación en I+D es usada de forma complementaria a las actividades internas llevadas a cabo por las empresas manufactureras para la generación de innovación, medida tanto en forma de *input* como de *output*. Para esto los autores analizan la intensidad de I+D interna de la empresa y la realización de innovaciones de producto, encontrando una relación positiva entre la cooperación inter – empresarial y estas dos variables. El mecanismo de actuación sería que, la cooperación en I+D expande las capacidades tecnológicas de la empresa lo que tiene un impacto estimulante sobre la intensidad de investigación de la misma. Además demuestran que la intensidad de I+D estimula la cooperación con otras empresas e instituciones. Este estudio presenta datos interesantes sobre el tipo de socio. Así, la cooperación con universidades y proveedores tiende a reducir la innovación de producto. El primer caso se explica dado que el conocimiento que fluye desde las universidades afecta la eficiencia de la I+D y mejora las capacidades tecnológicas internas de la empresa pero no afecta directamente la creación de productos; mientras que para el caso de los proveedores, la cooperación con estos socios se orienta más hacia la innovación de procesos.

Laursen y Salter (2004) en su estudio realizado para la industria manufacturera en el Reino Unido, encuentran que la cooperación con universidades es una estrategia de innovación importante para las empresas, especialmente en sectores de alta intensidad tecnológica como la

¹⁶ El estudio de Hagedoorn (2002) se sustenta en la base de datos MERIT-CATI que recoge información sobre cooperación en I+D para Estados Unidos y Europa.

industria química, producción de maquinarias y fabricación de equipos electrónicos, mientras que en sectores de baja intensidad tecnológica es menos relevante. Además, la cooperación con universidades es mayor en empresas que tienen estrategias abiertas de generación de ideas e innovación.

Bolli y Wörter (2013) estudiaron la relación existente entre competitividad y la cooperación de las empresas suizas en I+D con universidades y competidores. En este estudio demuestran que la cooperación crea sinergias beneficiosas para las empresas pero también puede crear costos debido a los “spillovers” de conocimiento. En este sentido la cooperación con las universidades está más relacionada a la generación de innovaciones de producto¹⁷, mientras que la cooperación con empresas competidoras se orienta a la generación de innovaciones de proceso.

Scandura (2014) utiliza el método de *Propensity Score Matching* para verificar la influencia que tiene la cooperación entre empresas británicas y universidades sobre el potencial innovador. El estudio encuentra que la cooperación con universidades se orienta más hacia la generación e internalización de conocimiento y el reclutamiento de fuerza profesional altamente calificada, por lo que utiliza variables de *input*, específicamente la intensidad de I+D y la proporción de empleados dedicados a la I+D como variables dependientes. El estudio demuestra que la cooperación empresa – universidad influye positivamente sobre la proporción de empleados dedicados a la I+D, mientras que los resultados no permiten concluir acerca del efecto sobre la intensidad de I+D. Los resultados se sostienen al analizar tanto si las empresas cooperan una sola vez o si son cooperantes recurrentes. Según la autora, una explicación para estos resultados sería que la cooperación genera efectos de más largo plazo sobre los gastos en I+D que no se reflejan en el estudio dado que este utiliza un panel de datos de 1999 a 2007. Otra posible explicación es la causalidad de doble sentido entre la intensidad de I+D y la participación en proyectos de cooperación, algo que fue demostrado por Colombo y Garrone (1996).

Siguiendo la técnica de *matching*, Lööf y Boström (2008) encontraron que las empresas manufactureras suecas incrementan su desempeño innovador, medido a través de las ventas innovadoras y la propensión a patentar, cuando realizan cooperación con universidades. Mientras que para las empresas de servicios no se evidencia este efecto para ninguna de las variables de innovación empleadas en el estudio.

¹⁷ Este resultado es opuesto al encontrado por Becker y Dietz (2004) para el caso de Alemania.

Feller, Ailes y Roessner (2002) recurren a las entrevistas y encuestas como técnica de recopilación de información orientada a revelar los efectos de la cooperación industria – organismos de investigación. El estudio fue llevado a cabo en Estados Unidos, en el cual se analiza el efecto de la cooperación establecida entre empresas y centros de investigación en ingeniería, sobre la innovación industrial. Los resultados indican que las empresas que participaron en proyectos conjuntos con estos centros, se beneficiaron de la obtención de nuevas fuentes de ideas y formas de aprovechamiento del desarrollo científico relacionado con los intereses de la empresa. Además, pudieron beneficiarse de las experiencias de otros socios empresariales de estos centros. De forma adicional, las empresas consideran que el principal resultado obtenido de la participación con los centros es la generación y transferencia de conocimiento, así como la oportunidad para reclutar talento humano capacitado, mientras que los beneficios menos relevantes constituyen la generación de productos o procesos innovadores.

Belderbos *et al.*, (2004), por su parte analizan el efecto de la cooperación en investigación y desarrollo con diferentes tipos de socios sobre el desempeño empresarial medido en forma del crecimiento de la productividad del trabajo (valor agregado por empleado) y en el crecimiento de ventas de productos y servicios nuevos para el mercado. Mediante este estudio realizado con empresas holandesas, demuestran que el efecto de la cooperación difiere en función del tipo de socio y que esto está asociado a la estrategia de innovación elegida por la empresa. Los resultados indican que la cooperación con proveedores y competidores tiene un efecto positivo en la productividad del trabajo, mientras que la cooperación con universidades y nuevamente los competidores influye positivamente en las ventas de productos y servicios innovadores. En cuanto a la estrategia, la cooperación con proveedores y competidores está orientada a la innovación incremental y la reducción de costos, mientras que la cooperación con universidades estaría orientada a la generación de productos nuevos para el mercado y por consiguiente la expansión de las ventas. Únicamente la cooperación con competidores estaría orientada al mejoramiento de la productividad del trabajo y de las ventas de productos innovadores, mediante la actuación de los mecanismos de distribución de costos y riesgos.

Posteriormente al estudio de Belderbos *et al.* (2004), los investigadores Aschhoff y Schmidt (2008) volvieron a probar el efecto de la cooperación con los cuatro tipos de socios sobre el desempeño innovador de empresas alemanas. La principal diferencia radicó en que estos últimos utilizaron como variables dependientes la reducción de costos debido a innovaciones de proceso y las ventas de productos innovadores nuevos para la empresa y

nuevos para el mercado. Los resultados del estudio demostraron que la cooperación agregada en I+D tiene un efecto positivo sobre la reducción de costos únicamente, es decir, no afecta a las ventas de productos innovadores ya sean estos nuevos para la empresa o para el mercado. La desagregación por tipo de socio muestra que únicamente la cooperación con los competidores tiene un efecto positivo altamente significativo sobre la reducción de costos, de lo cual se deduce que el conocimiento externo adquirido por la empresa a través de la cooperación con competidores ayuda a las empresas a mejorar sus procesos productivos. Por otra parte las empresas que cooperan en I+D con universidades y organismos de investigación tienen una mayor participación de ventas de las innovaciones nuevas para el mercado; este efecto no se encuentra en la cooperación con clientes, proveedores o competidores. En conclusión el estudio demuestra que la cooperación vertical no tiene efecto sobre ninguna de las medidas del desempeño innovador utilizadas, mientras que la cooperación horizontal e institucional están relacionadas con la estrategia innovadora adoptada por la empresa.

Al igual que la evidencia empírica que demuestra la importancia de las relaciones de cooperación, también existe evidencia que indica que la cooperación no afecta al potencial innovador de las empresas. Este es el caso del estudio realizado por Frenz y Ietto-Gillies (2009) llevado a cabo en el Reino Unido en el que se utiliza la proporción de ventas innovadoras por número de empleados como variable de medida. El estudio muestra que las relaciones de cooperación en I+D no tienen una influencia clara sobre la innovación. Una explicación proporcionada por los autores para este hallazgo es que las empresas toman decisiones *ex ante* para evaluar el riesgo asociado del proyecto; si es que este es bajo, la empresa podría decidir no cooperar. Otra explicación es que las empresas altamente innovadoras pueden decidir ir solas debido al temor de que información de alta importancia se filtre hacia los competidores y que este tipo de empresas puede haber desarrollado las suficientes capacidades internas para no necesitar de socios cooperantes. Los autores sugieren que estos resultados pueden ser específicos a las condiciones del país en estudio, es decir, el comportamiento de las empresas y las capacidades tecnológicas que podrían influir en la baja propensión a cooperar puede deberse a la estructura propia del sector industrial en el Reino Unido, el cual no es necesariamente igual para otros países. Por esta razón, los autores recomiendan realizar estudios en otros países con el fin de demostrar si los resultados encontrados son consistentes en otros contextos institucionales.

Cooperación en otras actividades que no son de I+D relacionadas con la innovación

Cuando se habla de innovación en las empresas, normalmente el concepto está asociado con la realización de actividades de I+D. En la Unión Europea por ejemplo, el 95% del financiamiento orientado a apoyar la generación de innovación se dedica al avance de las actividades científicas, de investigación y desarrollo (Huang *et al.*, 2008).

La importancia de la I+D ha sido ampliamente reconocida como fuente de conocimiento para el desarrollo de innovaciones y como un insumo necesario para el crecimiento de la productividad y el mejoramiento de la competitividad especialmente en industrias de alta tecnología (farmacéutica, TICs, electrónica, etc.) (Lederman y Maloney, 2003). No obstante, la I+D solamente cubre una parte de los métodos que las empresas usan para innovar. El Manual de Oslo señala que “aunque la I+D desempeña un papel crucial en el proceso de innovación, una gran parte de las actividades de la innovación no se basan en ella, pero precisan tanto de trabajadores altamente cualificados como de las interacciones con otras empresas y con las instituciones públicas de investigación” (OCDE, 2005).

En países con sistemas de innovación emergentes, es muy importante la existencia de un balance correcto entre las formas de aprendizaje DUI y STI. En este sentido, las actividades relacionadas con la absorción y adaptación de tecnología tales como la ingeniería y el diseño, que no tienen su fundamento en el desarrollo estricto de actividades de I+D, tienen un rol clave para la generación de innovación. Posteriormente, cuando las empresas en estos países han alcanzado un determinado nivel tecnológico, pueden enfocarse en el desarrollo de las capacidades de generación de ciencia y tecnología (STI) (Chaminade *et al.*, 2011).

En general, se puede realizar una clasificación de las actividades que llevan a la generación de innovación en dos conjuntos: las actividades de I+D por un lado, y por otro, todo el conjunto de actividades que no son de I+D pero que contribuyen a la generación de innovación. Según Smith (2005), en este segundo conjunto se encuentran las actividades de diseño, el desarrollo de ingeniería, las pruebas y prototipado, las actividades de aprendizaje y la exploración de mercados para nuevos productos; mientras que Schrader (1991) añade también el intercambio de información. Además, desde el punto de vista empírico, Huang *et al.* (2008) consideran que las empresas innovadoras que no recurren a la I+D realizan actividades de adquisición de conocimiento externo como patentes, *know-how*, marcas o software; entrenamiento para la innovación, exploración de mercados y otras actividades como el diseño, la ingeniería o la adquisición de tecnología en la forma de maquinaria y equipos¹⁸.

¹⁸ De aquí en adelante, por facilidad nos referiremos a este conjunto como actividades “no basadas en I+D”

Por lo tanto, las actividades de cooperación también pueden clasificarse en cooperación en I+D y cooperación en actividades para la innovación que no involucran I+D. Estas actividades se abren sobre un abanico bastante amplio e incluyen tanto prácticas de gestión (*management*) (Souitaris, 2001; Hidalgo y Albors, 2008) como de absorción de conocimiento externo (Cassiman y Veugelers, 2004).

El conjunto de actividades para la innovación no basadas en I+D, son de importancia para las empresas en la medida que constituyen insumos para la generación de ideas para la innovación, proveen incentivos internos para innovar, mejoran la cooperación entre distintas unidades y departamentos de una misma empresa y mejoran las capacidades de “*networking*”. El uso de este conjunto de actividades para la innovación puede ser una estrategia con resultados tan importantes como la realización de I+D (Catozzella y Vivarelli, 2014; Arundel, Bordoy y Kanerva, 2008).

Según Huang *et al.* (2008), la realización de actividades de I+D o de actividades para la innovación no basada en I+D depende básicamente de la estrategia escogida por las empresas o de la posición relativa en la frontera tecnológica. Así, las empresas que están más cerca de la frontera tenderán a realizar actividades de I+D para mantener su posición en el mercado, mientras que las empresas más alejadas de la frontera tienden a realizar en mayor medida actividades no relacionadas con la I+D. Por el lado estratégico, las empresas van a realizar actividades de I+D cuando éstas sean más efectivas en términos de reducción de costos (ganancias de productividad y competitividad) que la adquisición de tecnología externa¹⁹.

Existe evidencia empírica sobre la importancia de las actividades que no son de I+D para la innovación. Estudios realizados en Europa demuestran que el 50% de las empresas innovan sin recurrir a actividades de I+D y que esta estrategia es igual de útil para las empresas en términos de desempeño económico, que la innovación basada en I+D (Arundel *et al.*, 2008; Rammer, Czarnitzki y Spielkamp, 2009).

Huang *et al.* (2011) encontraron, en un estudio para 15 países europeos, que un 37% de las empresas podían ser clasificadas como innovadoras creativas (no basados en I+D)²⁰ y que existe una relación entre el sector, el tamaño y el grado de desarrollo del sistema nacional de innovación y la presencia de este tipo de empresas. De esta manera, empresas grandes ubicadas en países con sistemas de innovación maduros y sectores de alta intensidad tecnológica tienden

¹⁹ Estas conclusiones son basadas en el estudio que los autores realizaron sobre empresas europeas.

²⁰ El término en inglés que estos autores dan a este tipo de empresas es “creative non R&D innovators”

a realizar más actividades de I+D, lo contrario se establece para la realización de actividades no basadas en I+D.

Para Arundel *et al.* (2008) las empresas europeas que innovan sin recurrir a las actividades de I+D, lo hacen por medio de: adopción tecnológica, modificaciones menores o cambios incrementales a productos y procesos, imitación incluyendo ingeniería inversa y combinación de conocimiento existente en nuevas formas. Estos autores encontraron que la presencia de empresas pequeñas (menos de 50 empleados) dentro del conjunto de aquellas que innovan mediante actividades que no son de I+D es porcentualmente mayor que en las que sí realizan I+D. De igual forma, estas empresas tienden a estar en sectores de servicios de baja intensidad tecnológica, realizan mayoritariamente innovaciones de proceso y su principal fuente de ideas suelen ser los departamentos de ingeniería y diseño de la misma empresa. Otro dato relevante es que no existen diferencias significativas entre las empresas que hacen I+D y las que no, en cuanto a las fuentes de información utilizadas para innovar, excepto en el caso de los expertos externos y las universidades. En este último caso, las empresas que innovan mediante I+D son notablemente más propensas a utilizar este tipo de fuente externa tanto para innovaciones de producto como de proceso.

Respecto al tipo de innovación, Huang *et al.* (2008) encuentran que las empresas tanto manufactureras como de servicios que generan innovaciones de producto son más propensas a conducir actividades internas de I+D, mientras las innovaciones de proceso no están necesariamente asociadas con empresas innovadoras creativas o usuarios de tecnología (las dos clasificaciones que no generan I+D). Este resultado sugiere que las innovaciones de proceso también necesitan por lo menos algunas capacidades internas para el aprovechamiento y adopción de conocimiento externo. Sin embargo, el resultado contrasta con los hallazgos realizados por Arundel *et al.* (2008) quienes encuentran que las empresas que innovan sin recurrir a la I+D introducen primordialmente innovaciones de proceso.

Para Hervas, Albors y Gil (2011), en su estudio realizado para empresas en España (país que consideran está rezagado en términos de desarrollo tecnológico) encuentran que en sectores de baja y media intensidad tecnológica, las actividades de I+D no explican la innovación de producto o de proceso, mientras que las variables no basadas en la I+D son claves para predecir la innovación de ambos tipos. En cuanto a las fuentes externas de conocimiento, encuentran que la innovación de productos requiere la interacción con proveedores y ocasionalmente con universidades, mientras que la innovación de procesos requiere de la cooperación con clientes y proveedores. Sin embargo, el estudio demuestra que las empresas

innovadoras que no realizan I+D sustituyen la incorporación de conocimiento externo por actividades internas para la innovación. Por otro lado, Santamaría, Nieto y Barge – Gil (2009) muestran que las actividades de innovación no basadas en la I+D son particularmente importantes en sectores industriales de baja y media intensidad tecnológica para la generación de innovaciones de producto.

La innovación no basada en I+D también se relaciona con el tipo de socio de cooperación y con el sector de actividad. Huang *et al.* (2011) demuestran que las empresas tanto manufactureras como de servicios que cooperan con los proveedores y los competidores son más propensas a ser innovadores “no basados en I+D”, mientras que la cooperación con universidades, centros de investigación y clientes promueven la innovación basada en I+D.

En apartados anteriores se analizaron los resultados empíricos sobre los efectos de la cooperación en I+D sobre el desempeño innovador de las empresas. En este apartado se ha hecho una breve revisión de los aspectos teóricos de la importancia de las actividades no basadas en I+D para la innovación, especialmente en países cuyos sistemas de innovación están en proceso de formación y consolidación. No obstante, hasta nuestro conocimiento, existe muy poca o ninguna información que esté basada en resultados empíricos que den cuenta del efecto de la cooperación en actividades no basadas en I+D sobre la innovación empresarial en países con sistemas de innovación emergentes. Precisamente, el presente estudio analiza dichos efectos, con el fin de contribuir a cerrar la brecha de conocimiento en tres aristas importantes para la innovación: la cooperación entre diferentes tipos de socio, la relevancia de las actividades no basadas en I+D y el efecto sobre *inputs* y *outputs* de la innovación, en el contexto de un sistema de innovación emergente. En el capítulo siguiente se formulan los objetivos e hipótesis basados en la literatura referenciada y que constituyen la base para llevar a cabo el presente estudio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Como se mencionó en el capítulo introductorio, la presente investigación utiliza los datos de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2013 (ENAI) para analizar los efectos de las relaciones de cooperación sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un SIE. Además, para evitar problemas de endogeneidad y sesgo de selección es necesario utilizar un método estadístico apropiado. Por este motivo, el presente capítulo está dividido en dos partes: los datos y variables donde se presenta al lector cuál ha sido el tratamiento que se dio a los datos y cuáles fueron las variables construidas para el estudio; y la metodología en la que se expone el método utilizado para capturar el efecto causal entre cooperación e innovación.

Datos y variables

El presente estudio utiliza los datos de la ENAI que recoge información sobre las características innovadoras de las empresas ecuatorianas en el periodo 2009 – 2011. La muestra utilizada en esta encuesta está conformada por 2815 empresas tanto manufactureras como de servicios que se distribuyen en distintas actividades económicas.

La ENAI define a la innovación de producto como: la introducción en el mercado de un nuevo o significativamente mejorado bien o servicio en relación a su capacidad, facilidad de uso, componentes o subsistemas. Las innovaciones de producto (productos nuevos o significativamente mejorados) pueden ser nuevas para la empresa, pero no necesariamente nuevas para el mercado.

Por otro lado, la innovación de proceso se define en la encuesta como: la implementación de un proceso de producción, método de distribución o actividad de apoyo nueva o significativamente mejorada. Las innovaciones de proceso deben ser nuevas para la empresa, pero no necesariamente nuevas para el mercado. Se excluyen las innovaciones puramente organizacionales. Otras definiciones importantes que se emplean indirectamente en este estudio pueden revisarse en el formulario de la encuesta.

Las innovaciones organizacionales y de comercialización también fueron utilizadas como medida del desempeño innovador. La innovación organizacional es definida en la encuesta como un nuevo método organizacional en las prácticas de gestión de la empresa (incluyendo gestión del conocimiento), en la organización del lugar de trabajo o en las relaciones externas que no hayan sido previamente utilizadas por la empresa. Las innovaciones

de comercialización corresponden a la implementación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño del envase de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarifación.

En la sección VIII la ENAI presenta información sobre las actividades de cooperación tecnológica de las empresas, que constituirán las variables de interés en la presente investigación. En esta sección se presentan 10 posibles organismos cooperantes y siete posibles actividades de cooperación. Sin embargo, para la realización de esta investigación no se tomó en cuenta a las organizaciones siguientes: consultores, otras empresas relacionadas, oficina de propiedad intelectual y otras empresas del grupo o casa matriz. Así también, se descartó la cooperación en financiamiento por no ser propiamente una actividad de innovación que permita la generación de capacidades tecnológicas. La Tabla 1 muestra los tipos de socios cooperantes y las actividades de innovación utilizadas en este estudio.

Tabla 1. Tipos de socio y actividad de utilizados en la presente investigación

Tipo de socio	Tipo de actividad
Clientes y consumidores	I+D
Competidores	Ingeniería y diseño
Proveedores	Capacitación
Consultores	Asistencia técnica
Universidades	Información
Laboratorios/Empresas de I+D	Pruebas de productos
Organismos públicos de ciencia y tecnología	-

Fuente: Encuesta Nacional de Innovación del Ecuador 2009 – 2011. Elaboración propia

Del número total de empresas que contiene la muestra (2815), se utilizaron únicamente las empresas innovadoras, dado que estas son las que responden a la pregunta de cooperación, por lo que los resultados de esta investigación sólo son extrapolables a las empresas innovadoras ecuatorianas. Una vez que se retiraron las empresas no innovadoras, el número total de observaciones fue de 1555 empresas tanto manufactureras como de servicios.

La Tabla 2 muestra una comparación cuantitativa entre las empresas que realizan cooperación en I+D y en actividades no basadas en I+D. Estos datos muestran que en términos generales, la cooperación es un fenómeno difundido entre las empresas ecuatorianas. Sin embargo, las empresas cooperan en mayor medida en actividades de innovación, mientras que

existe muy poca cooperación en actividades de I+D. Así, el 85% de empresas coopera en actividades no basadas en I+D mientras que el 79% coopera exclusivamente en actividades de innovación no basadas en la I+D. Por otro lado solamente un 7% de empresas coopera en actividades de I+D, valor que cae a menos del 1% si se toma en cuenta la cooperación exclusivamente en I+D. Finalmente, las empresas que cooperan al mismo tiempo en actividades de innovación y de I+D representan el 6% de la muestra. Estos datos refuerzan el hecho analizado en el marco teórico que señala que la realización de actividades de I+D en un SIE es escasa, mientras que las actividades no basadas en la I+D son de gran difusión entre las empresas cooperantes.

Tabla 2. Cooperación por tipo de actividad innovadora.

	Frecuencia	Porcentaje
Cooperación	1308	86,00
Cooperación en I+D	105	6,90
Cooperación en actividades de innovación no basadas en I+D	1295	85,14
Cooperación exclusivamente en I+D	8	0,53
Cooperación exclusivamente en actividades de innovación no basadas en I+D	1198	78,76
Cooperación combinada en I+D y actividades no basadas en I+D	97	6,38

Fuente: Encuesta Nacional de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

La Tabla 3 muestra la cooperación por tipo de actividad innovadora no basada en la I+D. Como puede observarse la cooperación en información constituye la actividad en la que las empresas cooperan en mayor medida (75,15%). Seguidamente, la cooperación en pruebas de producto alcanza un 36% de la muestra. No obstante, cuando se observa la realización de cooperación exclusiva en un tipo de actividad de innovación, se observa que solamente la cooperación en información es relevante, con casi 27% de empresas que realizan cooperación en este tipo de actividad, mientras que todas las demás se vuelven prácticamente marginales y tienen muy pocas observaciones. El diseño de variables que analicen la cooperación en formas exclusivas tiene el objetivo de eliminar el problema de tratamientos ocultos potenciales (Guerzoni y Raiteri, 2015), dado que las empresas pueden cooperar en más de un tipo de actividad al mismo

tiempo, lo que vuelve muy difícil poder concluir sobre qué tipo de actividad es la que realmente ejerce un efecto sobre la innovación.

Tabla 3. Cooperación por tipo de actividad de innovación no basada en la I+D

	Cooperación agregada		Cooperación exclusiva	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Ingeniería y diseño	153	10,06	9	0,59
Capacitación	383	25,18	10	0,66
Asistencia técnica	472	31,03	24	1,58
Información	1143	75,15	409	26,89
Pruebas de producto	551	36,22	50	3,29

Fuente: Encuesta Nacional de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Con los resultados mostrados en las tablas 2 y 3 se decidió analizar únicamente las formas de cooperación que son más comunes en el contexto de un SIE, esto es la cooperación exclusiva en actividades no basadas en la I+D y la cooperación exclusiva en información. Las demás formas de cooperación son marginales y contienen un número reducido de observaciones por lo que no se podrán obtener buenas estimaciones de los errores estándar. Además, el análisis de la cooperación combinada permitirá identificar posibles efectos de complementariedad entre las actividades de innovación y las actividades de I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador en un SIE.

Ahora bien, la ENAI permite la desagregación de la cooperación por tipo de socio, por lo que nuevamente es importante analizar la frecuencia con que intervienen los diferentes tipos de socio. Para esto se definió la cooperación vertical como aquella que se lleva a cabo con los clientes y proveedores, la cooperación horizontal que se realiza con empresas competidoras y la cooperación institucional aquella en la que intervienen las universidades, laboratorios y empresas de I+D y organismos públicos de ciencia y tecnología.

Como se observa en la Tabla 4 los clientes y proveedores constituyen los principales socios de cooperación para las empresas en un SIE. En este sentido, la cooperación vertical en conjunto con otras actividades de cooperación se lleva a cabo por el 80,60% de las empresas, mientras que la cooperación exclusiva en la cadena de valor alcanza un valor de 48,19%. Es importante notar también que la cooperación vertical exclusivamente en información alcanza

el 18,54% de la muestra, lo que muestra que es la única forma importante de cooperación que se realiza en forma exclusiva. Resultados similares fueron encontrados por Fritsch y Lukas (2001) en su estudio para empresas alemanas, las cuales tenían como principales socios de cooperación a los clientes y proveedores.

Tabla 4. Cooperación en actividades de innovación no basadas en I+D por tipo de socio y tipo de actividad

	Cooperación agregada		Cooperación exclusiva	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Cooperación vertical	1266	80,60	733	48,19
Ingeniería y diseño	134	8,81	8	0,52
Capacitación	339	22,29	8	0,52
Asistencia técnica	421	27,68	20	1,31
Información	1085	71,33	282	18,54
Pruebas de producto	518	30,06	46	3,02
Cooperación horizontal	375	24,65	3	0,19
Ingeniería y diseño	15	0,99	0	0
Capacitación	13	0,85	0	0
Asistencia técnica	14	0,92	0	0
Información	344	22,62	3	0,19
Pruebas de producto	21	1,38	0	0
Cooperación institucional	217	14,27	17	1,12
Ingeniería y diseño	18	1,18	0	0
Capacitación	54	3,55	2	0,13
Asistencia técnica	67	4,40	3	0,19
Información	140	9,20	4	0,26
Pruebas de producto	53	3,48	2	0,13

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Dado que se analizarán únicamente las formas de cooperación exclusiva para eliminar los potenciales problemas por tratamientos ocultos, la cooperación horizontal e institucional fueron

descartadas dado que constituyen actividades marginales con muy pocas observaciones para ser analizadas apropiadamente.

Con los antecedentes sobre cooperación expuestos hasta aquí se definieron las variables de cooperación de acuerdo a como se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Variables de cooperación tecnológica

Nombre	Descripción
<i>Solo_coop_innov</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa coopera con cualquier tipo de socio exclusivamente en actividades de innovación no basadas en I+D. La variable adopta el valor 0 si paralelamente la empresa coopera en I+D.
<i>Solo_coop_I+D_innov</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa realiza cooperación simultáneamente en actividades de innovación y actividades de I+D. La variable toma el valor 0 si la empresa no realiza cooperación
<i>Solo_coop_información</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa coopera con cualquier tipo de socio exclusivamente en información. La variable toma valor 0 si la empresa coopera paralelamente en otras actividades de I+D o no basadas en la I+D.
<i>Solo_coop_vert_innov</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa coopera con socios de la cadena de valor (clientes o proveedores) en cualquier tipo de actividad no basada en I+D. La variable toma valor 0 si la empresa coopera paralelamente con otros tipos de socio.
<i>Solo_vertical_información</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa coopera exclusivamente con los clientes y proveedores en información. La variable toma valor 0 si la empresa coopera paralelamente con otro tipo de socio u otro tipo de actividad.

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación, se generaron ocho variables de input (esfuerzo) y output (desempeño) de la innovación para observar el efecto de la cooperación tecnológica tanto en el esfuerzo como en el desempeño innovador de las empresas.

Como variables de *input* se incluyó la intensidad de I+D (*Intensidad_I+D*) como el logaritmo natural de los gastos en I+D interna y externa sobre el número total de empleados en el año 2011, lo cual da una medida de la importancia de la realización de actividades de I+D para la generación de innovación en función del tamaño de la empresa. La intensidad de gastos para la innovación (*Intensidad_gastos_innov*) fue elaborada como el logaritmo natural de los fondos destinados a adquisición de maquinaria y equipo, hardware, software, tecnología

desincorporada, consultorías, asistencia técnica, ingeniería y diseño industrial, programas de entrenamiento y estudios de mercado sobre el total de empleados en el año 2011.

Como variables de *output* innovador se incluyó la innovación de productos nuevos para el mercado (*producto_nuevo_mercado*) y de productos nuevos para la empresa (*producto_nuevo_empresa*), procesos nuevos para el mercado (*proceso_nuevo_mercado*) y procesos nuevos para la empresa (*proceso_nuevo_empresa*), innovación organizacional (*organizacional*) e innovación de comercialización (*comercialización*). Todas estas se definieron como variables dicotómicas que adoptan el valor de 1 en caso de que la empresa introdujo este tipo de innovaciones (Tabla 6).

Tabla 6. Variables de esfuerzo y desempeño innovador

Esfuerzo innovador	
Nombre	Descripción
<i>Intensidad_I+D</i>	Logaritmo natural de los gastos en I+D interna y externa del 2011 sobre las ventas del mismo año.
<i>Intensidad_gastos_innov</i>	Logaritmo natural de los gastos en innovación del 2011 sobre las ventas y exportaciones del mismo año.
Desempeño innovador	
<i>Producto_nuevo_mercado</i>	Variable de output que toma el valor de 1 si la empresa introdujo productos nuevos para el mercado (innovación radical) en el periodo.
<i>Producto_nuevo_empresa</i>	Variable de output que toma el valor de 1 si la empresa introdujo productos nuevos para la empresa (innovación incremental) en el periodo.
<i>Proceso_nuevo_mercado</i>	Variable de output que toma el valor de 1 si la empresa introdujo procesos nuevos para el mercado (innovación radical) en el periodo.
<i>Proceso_nuevo_empresa</i>	Variable de output que toma el valor de 1 si la empresa introdujo procesos nuevos para la empresa (innovación incremental) en el periodo.
<i>Organizacional</i>	Variable de output que toma el valor de 1 si la empresa introdujo innovaciones organizacionales.
<i>Comercialización</i>	Variable de output que toma el valor de 1 si la empresa introdujo innovaciones de comercialización.

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

La Tabla 7 muestra una serie de estadísticas descriptivas de las variables de *input* y *output* de la innovación. Como se puede observar, un tercio de las empresas invierten en actividades de I+D (33%), mientras que la media de la intensidad de I+D es muy cercana a cero, lo que indica

que en términos generales la I+D no es una actividad muy desarrollada por las empresas ecuatorianas. Paralelamente, la inversión en gastos asociados a la innovación es mucho más frecuente (68%) donde la media de su intensidad también es bastante superior que en el caso de la intensidad de I+D.

Las variables de output muestran que la innovación incremental de productos (productos nuevos para la empresa) tiene mayor frecuencia que la innovación radical (productos nuevos para el mercado) con 56% y 33% respectivamente. De igual forma la innovación incremental de procesos (procesos nuevos para la empresa) es bastante más frecuente que la innovación radical (procesos nuevos para el mercado) con porcentajes de 56% y 29% respectivamente. Por otro lado, las innovaciones organizacionales y de comercialización son llevadas a cabo por un tercio de las empresas aproximadamente. Estos resultados son esperables dado que la innovación en un SIE está mayormente relacionada con la incorporación de tecnología proveniente de países industrializados, por lo que las empresas tienden en mayor medida a introducir cambios incrementales y mejoras paulatinas tanto en los procesos como en los productos, así como a complementar estos cambios con nuevos mecanismos de comercialización para introducir exitosamente los productos mejorados en el mercado.

Tabla 7. Descripción de las variables de innovación utilizadas en el estudio.

Variable	Frecuencia	Porcentaje	Media	Desv. Std.
Intensidad de I+D	518	33,31	0,009	0,047
Intensidad de gastos de innovación	1050	67,52	0,047	0,179
Productos nuevos para el mercado	516	33,18	0,331	0,471
Productos nuevos para la empresa	864	55,56	0,5556	0,497
Procesos nuevos para el mercado	451	29	0,29	0,454
Procesos nuevos para la empresa	875	56,27	0,5627	0,496
Innovación organizacional	536	34,47	0,3447	0,475
Innovación de comercialización	530	34,08	0,3408	0,474

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Metodología

El presente estudio estima el efecto causal existente entre la cooperación tecnológica y diversas medidas del esfuerzo y desempeño innovador de las empresas. Al no disponer de un diseño experimental sobre la cooperación tecnológica, sino más bien de datos observacionales, una regresión por mínimos cuadrados ordinarios entre el esfuerzo/desempeño innovador y la cooperación tecnológica no producirá una estimación insesgada del efecto de tratamiento que se desea encontrar. Por este motivo, es necesario encontrar un método adecuado que permita aislar e identificar apropiadamente el efecto causal.

Cuando la asignación al tratamiento es aleatoria, el efecto causal se define como la diferencia entre el promedio de la respuesta de las observaciones que recibieron el tratamiento y el promedio de la respuesta de las observaciones que no lo recibieron. Sin embargo, cuando la asignación al tratamiento no es aleatoria, como sucede en los estudios con datos observacionales, los individuos que recibieron un tratamiento puede que no sean comparables con los individuos que no lo recibieron (Curtis, et. al., 2007). El presente estudio entra en la segunda categoría, puesto que las propias empresas deciden si cooperan o no. En consecuencia, es posible que las características que influyen en el desempeño y esfuerzo innovador de las empresas también influyan en la decisión de cooperar de las mismas, precisamente como un

mecanismo para mejorar sus capacidades de innovación, lo que se conoce como sesgo de selección. Por lo tanto, los coeficientes estimados de la participación en el tratamiento no reflejarían solamente el impacto de la cooperación, sino también la influencia de estas características (Fernández - Sastre y Martín – Mayoral, 2015).

Con el objetivo de identificar correctamente los efectos de la cooperación, se utilizó el método “*inverse probability weights*” (IPW). Este método se basa en el uso de un marcador de propensión (*propensity score*) el cual refleja la probabilidad de una observación de recibir o no un tratamiento basado en un conjunto de características observadas (covariables) (D'Agostino, 1998). El *propensity score* es estimado a través de modelos paramétricos tales como los modelos probit y permite la construcción de un grupo contrafactual, esto es, los individuos en el grupo de control y en el grupo de tratamiento con el mismo *propensity score*, tendrán una distribución similar de las características de base observadas (Austin y Stuart, 2015; Ukaregi, Martinez-Indart y Pijoán, 2014), por lo que la diferencia entre la población con tratamiento y el grupo de control permite obtener un estimador insesgado del efecto promedio del tratamiento en dicho valor del *propensity score* (D'Agostino, 1998).

Una vez que se obtiene el *propensity score*, se pueden comparar los individuos tratados y los no tratados provenientes del grupo de control generado a través de métodos como el *matching*, estratificación o ajuste de regresión (*regression adjustment*). Sin embargo, el método IPW presenta algunas ventajas sobre los métodos mencionados dado que requiere de menos supuestos sobre la distribución de los datos, no requiere la generación de estratos que pueden carecer de significado práctico y no omite una gran cantidad de datos del grupo de control como puede ocurrir con el *matching* (Curtis *et. al.*, 2007).

Existen otros métodos para corregir el sesgo de selección que no están basados en asignar una probabilidad de tratamiento, es decir, no requieren de un marcador de propensión. Los modelos de regresión ajustada, variables instrumentales y diferencias en diferencias (DID) pueden ser útiles y han sido reportados en la literatura técnica (Stukel *et al.*, 2007; Blundell y Costa Dias, 2002). Sin embargo, según Stukel *et al.* (2007), los modelos de regresión ajustada suelen tener los mismos resultados que los análisis basados en el *propensity score* dado que ambos métodos controlan el sesgo mediante las mismas covariables observadas. Por otra parte, no es posible utilizar el método DID ya que los datos provenientes de la ENAI son para un periodo concreto y no cuenta con una dimensión temporal en la que se observan los efectos antes y después de cooperar para el grupo de empresas cooperantes y no cooperantes. Finalmente, el uso de variables instrumentales toma en cuenta directamente la selección por

características no observadas, sin embargo su uso y utilidad depende de la posibilidad de encontrar un variable válida (instrumento) que esté relacionada con la asignación al tratamiento pero que sea independiente del resultado. Cuando la participación en un tratamiento está principalmente especificada por los determinantes del resultado potencial, no es posible encontrar dicha variable (Blundell y Costa Dias, 2002). En el presente estudio, la información disponible en la ENAI, que constituye el conjunto de características observadas que determinan la decisión de cooperar, también está relacionada con el potencial innovador de las empresas, por lo que no se ha encontrado un instrumento válido²¹. Por los motivos expuestos se ha considerado que el método IPW basado en el *propensity score*, si bien se basa en supuestos fuertes, representa una alternativa válida para la estimación del efecto de la cooperación.

Como se ha mencionado, para generar la probabilidad de recibir un tratamiento, es decir, calcular el *propensity score* es necesario recurrir a una serie de covariables que son características observadas sobre las que la asignación al tratamiento es independiente del resultado (Hirano e Imbens, 2001). Austin y Stuart (2015) mencionan que no se puede demostrar formalmente la existencia de covariables no medidas y que el uso de herramientas estadísticas para la identificación de covariables para la construcción del *propensity score* pueden ser de escaso valor, por lo que sugieren que la identificación de las covariables se base en el conocimiento adecuado del estudio en cuestión, la revisión de literatura y la opinión de expertos. Según Austin, Grootendorst y Anderson (2007) es más importante incluir en el cálculo del *propensity score* variables relacionadas con los resultados (*outcomes*) que aquellas variables que influyen en la selección del tratamiento. De igual forma, Myers *et al.* (2011) agregan que la evidencia previa ha demostrado que incluir variables que afectan al proceso de selección del tratamiento pero no están relacionadas con los resultados pueden provocar un incremento del sesgo y la varianza de las estimaciones del efecto de tratamiento.

Una correcta estimación del efecto causal utilizando el método IPW requiere el cumplimiento de dos supuestos clave. El primero de ellos es conocido como “*unconfoundedness*” implica que la distribución de los resultados potenciales es independiente de la asignación al tratamiento en función de las covariables o características de base. Esto quiere decir que en las empresas que tienen similares características de base, la asignación al tratamiento es independiente de los resultados potenciales. Por lo tanto, las covariables

²¹ La ENAI contiene información sobre la dificultad de encontrar un socio cooperante, la cual podría tomarse como un instrumento que determina la decisión de cooperar, pero que no está asociada con el potencial innovador. Sin embargo, se presenta como una variable discreta con poca variación (instrumento débil) que podría llevar a estimaciones imprecisas del efecto del tratamiento (Blundell y Costa Dias, 2002).

utilizadas para el cálculo del *propensity score* deben determinar simultáneamente tanto el proceso de asignación como los resultados. A su vez esto requiere que no existan covariables no observadas o que estas deben estar estrechamente correlacionadas con aquellas utilizadas en el cálculo del *propensity score* (Caliendo y Kopeinig, 2008).

Por este motivo se diseñaron un conjunto de variables provenientes de la información disponible en la ENAI que recogen las características principales de las empresas, que influyen tanto en la cooperación como en la innovación (Tabla 8). Además, se incluyeron variables de contexto con el fin de reducir el sesgo debido a características inobservadas (Heckman, 1997). A continuación se describen las variables utilizadas para el cálculo del *propensity score*.

La variable *tamaño*, generada como el logaritmo natural del número de empleados en el 2011, refleja el tamaño de la empresa dado que este es uno de los determinantes de la innovación más analizados. Ciertos estudios muestran que las empresas pequeñas son más ágiles y flexibles a la hora de introducir innovaciones, mientras que otros señalan que las empresas grandes tienen los recursos y capacidades necesarias para la innovación (De Jong y Marsili, 2005; Stock *et al.*, 2002; Tödtling *et al.*, 2009; Fritsch y Meschede, 2001). La variable *startup* adopta el valor de 1 si la empresa tiene menos de 4 años de creación. Esta variable fue incluida dado que algunos estudios señalan que las empresas jóvenes son más propensas a innovar e invierten más en insumos para la innovación (Huergo y Jaumandreu, 2004; Balasubramanian y Lee, 2008). La variable *grupo* refleja si la empresa pertenece a un grupo empresarial nacional, dado que las empresas que pertenecen a un grupo empresarial pueden ser más innovadoras que las que no pertenecen, ya que esto les permite acceder a conocimientos y recursos de las empresas del grupo.

La variable *región_avanzada* muestra si las empresas se ubican en las provincias de Guayas o Pichincha. Esto es importante dado que son las provincias con mayor actividad económica y donde se encuentran las principales universidades del país, por lo que se espera que las empresas de estas provincias sean las más propensas a cooperar e innovar (Oerlemans, Meeus, y Boekema, 2001).

La variable *inversión* da una medida de la inversión de la empresa en capital fijo. Esta fue definida como la inversión en capital fijo del año 2011 dividido para el número de empleados de la empresa en ese mismo año. Como se ha mencionado, la innovación también puede estar ligada a actividades que no son de I+D, entre ellas la incorporación de tecnología suministrada por proveedores, por lo que la inversión en bienes de capital puede afectar el potencial innovador de la empresa (Becker, 2013).

También se incluyó la variable *inversión_I+D_2009* construida como el logaritmo natural de la inversión en I+D del año 2009 dividido para el número de empleados. Esta variable busca controlar el hecho de que la inversión en un periodo es función de la inversión en un periodo anterior, además según Tether (2002), la intensidad de las actividades de I+D incrementan la probabilidad de que una empresa establezca acuerdos de cooperación con socios externos. De igual forma fue incluida la variable *inversión_innovación_2009* que recoge la inversión en actividades de innovación no asociadas a la I+D en el año 2009. La variable *exportadora* toma el valor 1 si la empresa realizó exportaciones durante el periodo de estudio. Esta variable fue incluida dado que las exportaciones pueden afectar la innovación dado que la empresa está expuesta a mercados de competencia internacional y se puede asumir que las empresas más eficientes son capaces de aprovechar la exportación como impulso para innovar (Tödtling *et al.*, 2009; Sousa, Braga y Meyer, 2015).

La variable *trabajo_cualificado* es una medida de las capacidades tecnológicas de la empresa y de su capacidad de absorción, dado que el talento humano es uno de los mayores recursos con los que cuenta la empresa para generar ideas, realizar I+D o también como puente de cooperación para la internalización de las capacidades tecnológicas que se encuentran en el medio externo (Tödtling *et al.*, 2009; Aschhoff y Schmidt, 2008). Esta variable tomó el valor 1 si la empresa cuenta con personal con título de doctor en su plantilla de empleados.

Finalmente, se agregó una variable para medir la tendencia de la cooperación empresarial dentro del sector de actividad (*cooperación_sectorial*). Esta variable se definió como el promedio de la cooperación con cualquier tipo de socio y cualquier tipo de actividad dentro de cada sector de actividad. Los sectores de actividad fueron definidos de acuerdo a la intensidad tecnológica dentro de cada uno, así se formaron seis sectores: industrias de baja intensidad tecnológica, industrias de alta intensidad tecnológica, empresas de servicios de baja intensidad tecnológica, empresas de servicios de alta intensidad tecnológica, empresas de suministro de servicios y empresas extractivas. Estudios como el de Sousa *et al.*, (2015) incluyen una media de la cooperación por sector industrial para controlar el efecto de la cooperación sobre el potencial innovador.

Por otra parte, muestra la matriz de correlación de las variables del estudio. Se observa que no existen correlaciones elevadas entre las variables, por lo que no se espera que existan problemas de multicolinealidad. Esto es importante dado que la correlación entre covariables utilizadas puede influir en la varianza y la eficiencia del estimador IPW (Pingel y Waernbaum,

2013). Como puede observarse, las correlaciones entre variables son relativamente bajas por lo que se pueden utilizar todas las variables definidas en el estudio.

Tabla 8. Variables utilizadas para la construcción del propensity score.

Nombre	Descripción	Tipo
<i>Inversión_I+D_2009</i>	Logaritmo natural de la inversión en I+D interna y externa en el año 2009 dividido para el número de empleados en el año 2009.	Continua
<i>Inversión_innovación_2009</i>	Logaritmo natural de la inversión en actividades no asociadas a la I+D en el año 2009 dividido para el número de empleados en el año 2009.	Continua
<i>Tamaño</i>	Logaritmo natural del número de empleados en el año 2011.	Continua
<i>Inversión</i>	Logaritmo natural de la inversión en capital fijo en el año 2011 dividido para el número de empleados en el año 2011.	Continua
<i>Startup</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa tiene menos de cuatro años de creación	Dicotómica
<i>Exportadora</i>	Logaritmo natural de las exportaciones en el año 2011.	Continua
<i>Grupo</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un grupo empresarial nacional	Dicotómica
<i>Trabajo_cualificado</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa cuenta con personal con título de PhD en la plantilla de empleados	Dicotómica
<i>Cooperación_sectorial</i>	Variable que toma el valor medio de la cooperación agregada por sector de actividad	Continua
<i>Región_avanzada</i>	Variable que toma el valor 1 si la empresa se ubica en las dos provincias de mayor desarrollo en Ecuador: Guayas y Pichincha	Dicotómica

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Tabla 9. Matriz de correlaciones de las variables en estudio.

	<i>Inversión_I+D_2009</i>	<i>Inversión_innovación_2009</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Inversión</i>	<i>Startup</i>	<i>Exportadora</i>	<i>Grupo</i>	<i>Trabajo_cualificado</i>	<i>Cooperación_sectorial</i>	<i>Región_avanzada</i>
<i>Inversión_I+D_2009</i>	1,000									
<i>Inversión_innovación_2009</i>	0,342	1,000								
<i>Tamaño</i>	0,135	0,198	1,000							
<i>Inversión</i>	0,127	0,258	0,245	1,000						
<i>Startup</i>	-0,038	-0,014	-0,077	-0,016	1,000					
<i>Exportadora</i>	0,175	0,147	0,363	0,142	-0,078	1,000				
<i>Grupo</i>	0,087	0,054	0,265	0,045	-0,025	0,151	1,000			
<i>Trabajo_cualificado</i>	0,091	0,048	0,192	0,091	0,008	0,096	0,054	1,000		
<i>Cooperación_sectorial</i>	0,085	0,028	-0,012	0,059	-0,046	0,128	-0,002	-0,041	1,000	
<i>Región_avanzada</i>	0,074	-0,035	0,185	-0,001	-0,074	0,115	0,095	0,061	-0,098	1,000

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Nota: Los valores en negrita corresponden a correlaciones significativas al 95%.

Adicionalmente, una de las características principales que deben cumplir los métodos que usan el *propensity score* es balancear adecuadamente las covariables o características de base, dado que el *propensity score* es en sí un marcador de balance, es decir, permite balancear las covariables que determinan la asignación al tratamiento entre los grupos de control y tratamiento (Austin y Stuart, 2015).

El estimador de efectos de tratamiento empleado (IPW) pondera los datos observados con la intención de alcanzar resultados balanceados como si fueran datos experimentales. Si la ponderación es exitosa, entonces la distribución ponderada de cada covariable debería ser la misma en los grupos de tratamiento. En este caso se dice que el modelo utilizado balanceó las covariables (StataCorp, 2015), de tal forma que se puede aproximar una comparación adecuada entre los grupos de tratados y no tratados.

Para probar que existe un correcto balance de las covariables empleadas en este estudio se realizó el test chi cuadrado de *sobre identificación (over identification)* que se muestra en la Tabla 10. La hipótesis nula de este test indica que las covariables están balanceadas. De acuerdo a los datos obtenidos no puede rechazarse la hipótesis nula, lo cual indica que el método fue exitoso para balancear las características de base para todos los tratamientos empleados.

Tabla 10. Test de balance de covariables utilizando el método de sobre identificación

Variable de tratamiento	Chi cuadrado
<i>Solo_coop_innov</i>	8,518 (0,666)
<i>Solo_coop_I+D_innov</i>	12,751 (0,309)
<i>Solo_coop_información</i>	3,889 (0,973)
<i>Solo_coop_vert_innov</i>	7,899 (0,722)
<i>Solo_vertical_información</i>	6,609 (0,829)

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Otro test utilizado para analizar el balance de covariables consiste en comparar la diferencia estandarizada y el ratio de varianzas, lo que permite comparar la diferencia entre medias en unidades de desviación estándar entre el grupo de tratamiento y el grupo de control. Para esto se usaron las ecuaciones (1) y (2) para covariables continuas y dicotómicas respectivamente (Austin y Stuart, 2015).

$$d = \frac{(\dot{x}_{tratados} - \dot{x}_{control})}{\sqrt{\frac{S_{tratados}^2 + S_{control}^2}{2}}} \quad (1)$$

$$d = \frac{(\dot{P}_{tratados} - \dot{P}_{control})}{\sqrt{\frac{\dot{P}_{tratados}(1 - \dot{P}_{tratados}) + \dot{P}_{control}(1 - \dot{P}_{control})}{2}}} \quad (2)$$

Donde: \dot{x} y \dot{P} corresponden a la media y la proporción ponderadas por el inverso del *propensity score*. Este inverso se calculó mediante la siguiente fórmula (Austin y Stuart, 2015):

$$w = \frac{z}{e} + \frac{1-z}{1-e} \quad (3)$$

Donde a su vez:

$$w = 1/e$$

$z = 1$ si la empresa recibe el tratamiento

$e = propensity score$.

Como se observa en la Tabla 11, la aplicación del método IPW produjo una reducción en la diferencia de las medias de las covariables para la mayoría de casos, donde se nota que, después de la ponderación, las diferencias son más cercanas a cero, mientras que el ratio de varianza es más cercano a 1, lo cual demuestra que el método fue útil para balancear las características de base del grupo de tratamiento y el grupo de control²².

²² Con la aplicación de diferentes interacciones entre covariables se logró un mejoramiento en la diferencia estandarizada de la covariable *inversión* pero no se logró ajustar el ratio de varianza a un valor cercano a 1, por lo que en el análisis de los resultados esto debe tomarse en cuenta.

Tabla 11. Test de balance de covariables por diferencias estandarizadas

	<i>Solo_coop_innov</i>				<i>Solo_coop_I+D_innov</i>			
	Diferencias estandarizadas		Ratio de varianza		Diferencias estandarizadas		Ratio de varianza	
	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW
<i>Inversión_I+D_2009</i>	0,165	-0,064	1,290	0,917	0,692	-0,072	1,741	0,929
<i>Inversión_innovación_2009</i>	0,170	-0,029	1,119	1,002	0,587	-0,010	1,059	0,993
<i>Tamaño</i>	-0,093	0,034	0,942	1,078	0,374	0,118	1,342	0,932
<i>Inversión</i>	0,252	0,019	1,004	1,129	0,563	0,032	0,920	1,145
<i>Startup</i>	0,035	-0,018	1,138	0,940	0,070	-0,129	1,294	0,687
<i>Exportadora</i>	-0,072	0,013	0,867	1,027	0,204	0,010	1,358	1,012
<i>Grupo</i>	-0,004	0,026	0,987	1,058	0,130	0,061	1,280	1,112
<i>Trabajo_cualificado</i>	-0,093	0,002	0,735	1,008	0,149	0,043	1,467	1,102
<i>Cooperación_sectorial</i>	0,133	-0,009	0,953	1,080	0,273	-0,035	0,875	1,265
<i>Región_avanzada</i>	-0,262	0,031	1,212	0,987	-0,183	0,098	1,172	0,950

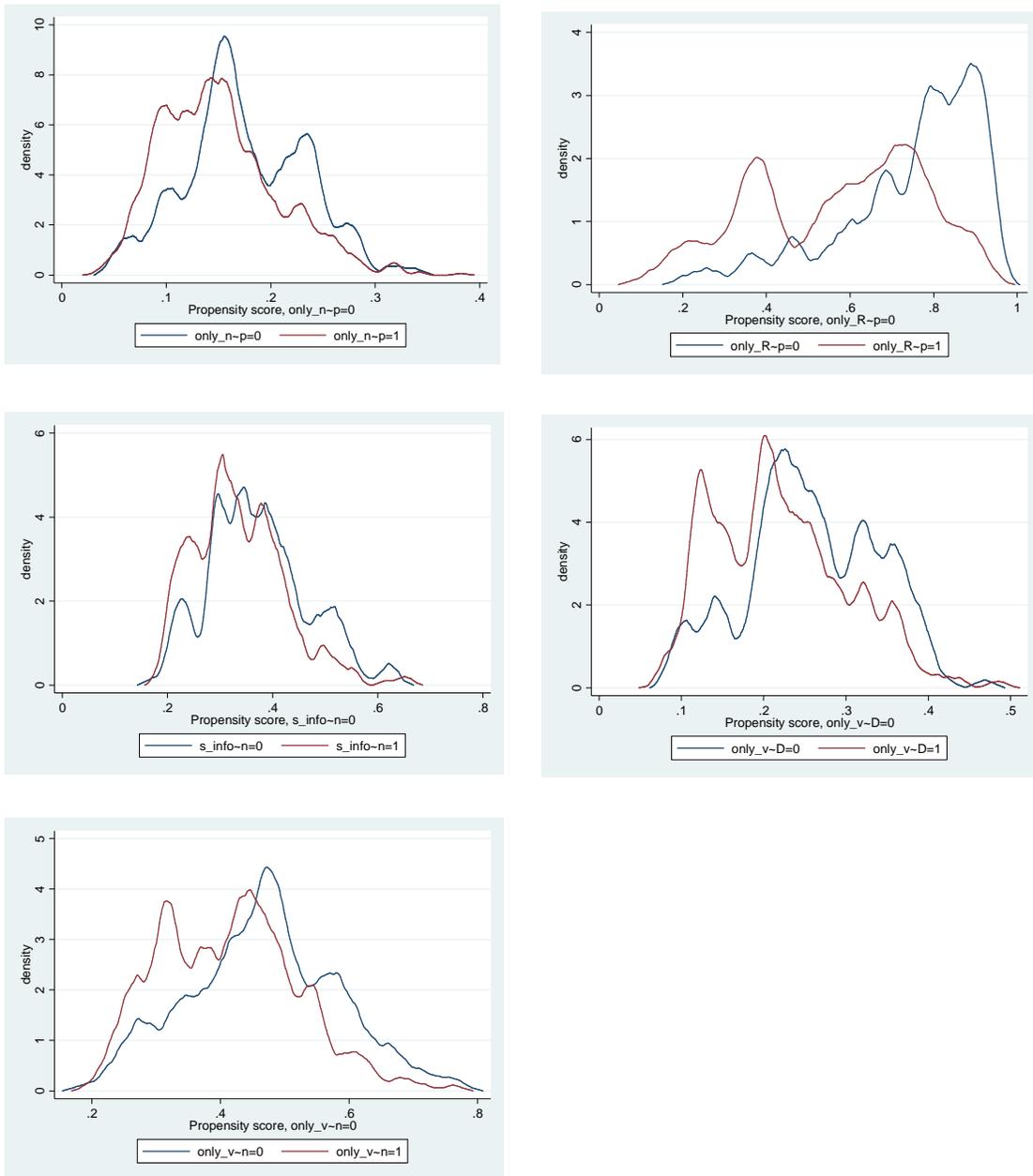
Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

El test de balance para el resto de tratamientos puede observarse en el Anexo 1.

El segundo supuesto clave para una correcta estimación del efecto causal es el de superposición/soporte común (*overlap/common support*). El supuesto de *overlap/common support* establece que cada individuo tiene una probabilidad positiva de recibir cada nivel de tratamiento (1 o 0) y para obtener una correcta estimación del efecto debe observarse que este supuesto no se ha violado. Una manera de realizar este análisis consiste en comparar la distribución de la densidad de probabilidad de recibir el tratamiento (StataCorp, 2015). El

Gráfico 1 muestra la densidad estimada de la probabilidad de no cooperar. Como se observa en este gráfico, las distribuciones de probabilidad para empresas tratadas y no tratadas muestran que la mayoría de masa de estas variables se encuentra en regiones donde se produce *overlap*, lo cual asegura una adecuada comparabilidad entre los grupos de tratados y control.

Gráfico 1. Distribución de densidad de probabilidad



Nota: *Solo_coop_innov* (arriba izquierda), *Solo_coop_I+D_innov* (arriba derecha), *Solo_coop_información* (centro izquierda), *Solo_coop_vert_innov* (centro derecha), *Solo_vertical_información* (abajo izquierda).

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011.

Elaboración propia

La Tabla 12 muestra la regresión probit para el cálculo del *propensity score* para cada variable de tratamiento.

Tabla 12. Regresión probit para construcción del propensity score.

	<i>Solo_coop_i nnov</i>	<i>Solo_coop_I+D_ innov</i>	<i>Solo_coop_ información</i>	<i>Solo_coop_vert _innov</i>	<i>Solo_vertical _información</i>
<i>Inversión_I+D_2009</i>	0,030 (0,018)	0,125 (0,031)***	0,012 (0,023)	0,020 (0,019)	0,029 (0,025)
<i>Inversión_innovación_2009</i>	0,013 (0,013)	0,040 (0,027)	-0,008 (0,017)	0,005 (0,014)	-0,016 (0,019)
<i>Tamaño</i>	-0,039 (0,034)	0,101 (0,061)	-0,089 (0,045)**	-0,043 (0,038)	-0,086 (0,049)
<i>Inversión</i>	0,039 (0,012)***	0,066 (0,025)***	0,033 (0,016)**	0,041 (0,013)***	0,027 (0,017)
<i>Startup</i>	0,042 (0,176)	0,312 (0,318)	0,099 (0,221)	0,112 (0,192)	0,186 (0,236)
<i>Exportadora</i>	-0,129 (0,125)	-0,174 (0,220)	-0,246 (0,168)	-0,092 (0,141)	-0,269 (0,187)
<i>Grupo</i>	0,064 (0,124)	-0,068 (0,237)	0,049 (0,163)	0,015 (0,142)	-0,047 (0,186)
<i>Trabajo_cualificado</i>	-0,174 (0,159)	0,018 (0,264)	-0,271 (0,213)	-0,275 (0,182)	-0,344 (0,241)
<i>Cooperación_sectorial</i>	0,609 (0,522)	1,994 (1,076)*	-0,006 (0,665)	0,638 (0,582)	0,429 (0,731)
<i>Región_avanzada</i>	-0,264 (0,092)***	-0,214 (0,178)	-0,243 (0,116)**	-0,367 (0,100)***	-0,343 (0,126)***

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Los resultados de los diferentes tests de robustez permiten tener confianza en el método seleccionado para el cálculo del efecto causal de la cooperación sobre el desempeño y esfuerzo innovador. En este sentido, a través de las diferentes pruebas realizadas se observa que el IPW produjo un adecuado balance de covariables que constituye la base fundamental para asegurar

que el método es válido para la construcción de un grupo contrafactual que permita obtener resultados confiables sobre el efecto causal de la cooperación.

En el siguiente capítulo se muestran los resultados alcanzados a través de la utilización del método IPW, así como el análisis del significado de estos resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Efectos de la cooperación tecnológica no basada en I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador

La Tabla 13 muestra los resultados obtenidos de los efectos de la cooperación exclusiva en actividades no basadas en la I+D (*Solo_coop_innov*) y de la cooperación combinada tanto en actividades de innovación no basadas en I+D como actividades de I+D (*Solo_coop_I+D_innov*).

Tabla 13. Efectos de la cooperación tecnológica sobre el esfuerzo y desempeño innovador

	<i>Solo_coop_innov</i>	<i>Solo_coop_I+D_innov</i>
<i>Intensidad_I+D</i>	-0.250 (0.187)	1.318 (0.376)***
<i>Intensidad_gastos_innov</i>	0.079 (0.218)	0.714 (0.384)*
<i>Producto_nuevo_mercado</i>	0.033 (0.036)	0.198 (0.069)***
<i>Producto_nuevo_empresa</i>	0.188 (0.039)***	0.158 (0.071)**
<i>Proceso_nuevo_mercado</i>	0.006 (0.036)	0.103 (0.071)
<i>Proceso_nuevo_empresa</i>	0.020 (0.039)	0.124 (0.071)*
<i>Organizacional</i>	0.093 (0,036)**	0.178 (0,072)**
<i>Comercialización</i>	0.088 (0.036)**	0.212 (0.072)***

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Los resultados muestran que la cooperación exclusiva en actividades que no son de I+D no tiene efectos significativos sobre la intensidad de I+D, así como tampoco sobre la intensidad de gastos en actividades de innovación. Mientras que la cooperación combinada tiene un efecto altamente significativo sobre la intensidad de I+D y significativo al 90% para la intensidad de gastos de innovación. Este resultado está en línea con lo planteado en la literatura sobre capacidades tecnológicas (Dutrénit, 2004). En este sentido, el establecimiento de relaciones de cooperación en actividades no basadas en I+D no conlleva a la construcción de capacidades tecnológicas avanzadas y por lo tanto no estimula la inversión empresarial en actividades innovadoras. Por otro lado, las empresas que complementan sus actividades de innovación con actividades de I+D generan mayores capacidades tecnológicas y por lo tanto son más propensas a una mayor inversión de recursos hacia la innovación (Becker y Dietz, 2004). Tomando lo expuesto por Dutrénit (2004), las empresas que complementan sus actividades de innovación con actividades de I+D se encuentran en una fase de transición entre el establecimiento de capacidades mínimas y el desarrollo de capacidades tecnológicas estratégicas basadas en conocimiento complejo. Esta transición les permite a las empresas pasar de la simple supervivencia en el mercado y competir sobre la base de las capacidades productivas, a un estado en el que las empresas pueden empezar a acumular capacidades tecnológicas estratégicas y generar ventajas competitivas.

Cuando se analizan los *outputs* de la innovación, se observa que la cooperación exclusiva en actividades de innovación no basadas en la I+D no ejerce efecto sobre la innovación de productos nuevos para el mercado, pero tiene un efecto altamente significativo para la innovación de productos nuevos para la empresa. Paralelamente, la cooperación combinada presenta efectos altamente significativos para ambos tipos de *output* innovador. Estos resultados sugieren que el establecimiento de redes de cooperación en actividades no basadas en I+D son útiles para la empresa para la generación de innovaciones con menor grado de novedad. Es decir, este tipo de cooperación está probablemente muy ligado a la búsqueda y absorción de conocimiento e información que la empresa necesita para generar innovaciones a través de la imitación, mejoras incrementales o mejoras en la calidad del producto para alcanzar un nivel competitivo similar a los competidores (Dutrénit, 2004) en productos que ya existen en el mercado. Por otra parte, la cooperación en I+D, como ya se ha mencionado está asociada a unas mayores capacidades tecnológicas y por ende al uso de conocimiento complejo al menos en determinadas funciones técnicas. Esto le permitiría a las empresas combinar el conocimiento de nuevas formas tal que el grado de novedad de las innovaciones es mayor. Este último

resultado ha sido corroborado en la literatura empírica que demuestran que las actividades de I+D generan nuevas oportunidades tecnológicas para la empresa y les permite la introducción de innovaciones con mayor grado de sofisticación y avance técnico (Belderbos *et al.*, 2004; De Faria *et al.*, 2010). Lo relevante en este resultado radica en que en el contexto de un sistema de innovación emergente, se evidencia que las actividades de I+D son necesarias para el desarrollo de las capacidades tecnológicas y la generación de innovaciones con mayor grado de novedad. Hervas *et al.*, (2011) indican que en países donde predominan las industrias de baja intensidad de conocimiento, la realización de I+D combinada con el acceso a conocimiento externo son actividades clave para el desempeño empresarial. Esto tiene una importante implicación de política pública para países con sistemas de innovación en desarrollo, en los que la evidencia señala que es necesario impulsar tanto las actividades científicas como aquellas no basadas en la I+D para lograr innovaciones radicales que pudiesen fomentar una introducción exitosa de los productos provenientes de estos países en mercados globales y competitivos.

Los resultados sobre las innovaciones de proceso muestran que la cooperación en actividades no basadas en la I+D no influye en la generación de innovaciones de proceso ya sean estas nuevas para el mercado o nuevas para la empresa, mientras que la cooperación combinada tiene un efecto positivo sobre la innovación de procesos nuevos para la empresa aunque solamente al 90% de significancia. Estos resultados muestran que en el caso de Ecuador, las empresas que cooperan están en mayor medida orientadas al mejoramiento de la calidad y menos a la reducción de costos o al mejoramiento de equipos. El hecho de que la cooperación combinada tenga efecto sobre la innovación de procesos nuevos para la empresa se asocia con lo reportado por autores como Huang *et al.* (2008), Santamaría *et al.* (2009) y Polder *et. al.* (2010) quienes muestran que la innovación de procesos no se asocia específicamente a la realización de actividades no relacionadas a la I+D.

Finalmente, los resultados muestran que tanto la cooperación exclusiva en actividades no basadas en la I+D, como la cooperación combinada ejercen un efecto positivo sobre la innovación organizacional y la innovación de comercialización. Este resultado es esperable dado que en el contexto de la presente investigación, la mayoría de la cooperación se realiza con clientes y proveedores. Autores como Radicic *et al.* (2015), Barroso, Gouveia y Madeira (2016) y Sánchez – González (2013) han encontrado que la cooperación con este tipo de socios tiene un efecto positivo sobre la introducción de innovaciones organizacionales y de comercialización. El trabajo conjunto con los proveedores promueve la introducción de innovaciones organizacionales a través de la reorganización de la estructura de la empresa, la

introducción de nuevas prácticas de gestión y la mejora en la organización del trabajo, mientras que la cooperación con los clientes motiva el desarrollo de innovaciones organizacionales orientadas a la intensificación de la comunicación vertical y lateral (entre el personal de la empresa), así como al fomento del intercambio de experiencias entre la empresa y sus clientes (Sánchez - González, 2013). Además, tanto la cooperación con clientes como con los proveedores está asociada a la reducción del riesgo en la introducción de productos a través de nuevas estrategias de mercado y a la obtención de información sobre nuevas oportunidades de mercado, canales y tecnologías de venta, lo que promueve la innovación de comercialización (Sánchez - González, 2013).

Es importante notar también que el coeficiente obtenido para la cooperación combinada es mayor que el obtenido para la cooperación exclusiva en actividades de innovación para ambos tipos de innovación no tecnológica. Este resultado muestra un efecto sinérgico entre la realización de actividades de I+D y actividades no basadas en I+D que refuerza la capacidad de la empresa para la introducción de este tipo de innovaciones. Como ha sido demostrado por algunos estudios (Camisón y Villar – López, 2014; Battisti y Stoneman, 2010), las innovaciones no tecnológicas son un vehículo para la generación de innovaciones de proceso y producto, por lo que este tipo de innovación reviste gran importancia en el contexto de un SIE, dado que puede constituir una fuente importante de capacidades para la generación de innovaciones tecnológicas (productos y procesos).

Anteriormente se describieron los efectos de la cooperación de forma agregada. Sin embargo, esto puede enmascarar algunos efectos dado que existen diferencias en los *outputs* dependiendo del socio cooperante y el tipo de actividad en que se coopera (Belderbos *et al.*, 2004; Huang *et al.*, 2011). En la Tabla 14 se muestran los efectos de la cooperación tecnológica tomando en cuenta la desagregación por socio de cooperación vertical (clientes y proveedores) y por el tipo de actividad innovadora más utilizada (cooperación en información).

Tabla 14. Efectos de la cooperación tecnológica sobre el esfuerzo y desempeño innovador por tipo de socio y tipo de actividad

	<i>Solo_coop_información</i>	<i>Solo_coop_vert_innov</i>	<i>Solo_vertical_información</i>
<i>Intensidad_I+D</i>	-0.334 (0.182)*	-0.279 (0.186)	-0.316 (0.201)
<i>Intensidad_gastos_innov</i>	0.015 (0.233)	0.069 (0.225)	0.138 (0.253)
<i>Producto_nuevo_mercado</i>	0.021 (0.039)	0.018 (0.038)	0.009 (0.043)
<i>Producto_nuevo_empresa</i>	0.182 (0.043)***	0.163 (0.042)***	0.179 (0.048)***
<i>Proceso_nuevo_mercado</i>	-0.012 (0.036)	-0.002 (0.037)	0.007 (0.041)
<i>Proceso_nuevo_empresa</i>	-0.045 (0.044)	0.012 (0.041)	-0.061 (0.048)
<i>Organizacional</i>	0.091 (0.039)**	0.069 (0.037)*	0.075 (0.043)*
<i>Comercialización</i>	0.044 (0.039)	0.062 (0.038)	0.029 (0.043)

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia

Los resultados muestran que las empresas que cooperan únicamente para la obtención de información tienen una menor intensidad de I+D que las empresas que no cooperan. Este hallazgo refuerza la idea de que las empresas que están en búsqueda de información en el medio externo, se encuentran en una fase inicial de desarrollo de capacidades tecnológicas y que por lo tanto no están ejecutando actividades de investigación y desarrollo, dado que sus actividades se centran en los procesos rutinarios y en la competencia basada en las capacidades productivas (Albu, 1997; Dutrénit, 2004). Además, los resultados obtenidos muestran que las empresas utilizan esta información para la realización de innovaciones en productos que ya se encuentran establecidos en el mercado así como también para la generación de innovaciones organizacionales. Como se dijo anteriormente, la obtención de información especialmente de clientes y proveedores promueve el cambio y mejoramiento de estructuras organizacionales, en los canales de vinculación con el medio externo para capturar de manera más eficiente la

información proveniente de estos socios y en la manera en que dicha información es procesada y redirigida al interior de la empresa (Sánchez - González, 2013).

Por otra parte se observa que las empresas que cooperan con los clientes y proveedores en actividades de innovación no basada en la I+D (*Solo_coop_vert_innov*) son más propensas a introducir productos nuevos para la empresa, así como innovaciones organizacionales. De igual forma, la desagregación por tipo de socio y tipo de actividad innovadora (*Solo_vertical_información*) muestra resultados muy parecidos, ya que produce efectos positivos sobre los mismos *outputs* de la innovación. Estos resultados muestran que las actividades de innovación no basadas en la I+D que se llevan a cabo con los clientes y proveedores son utilizadas por las empresas para realizar innovaciones incrementales, es decir, para el desarrollo de mejoras en productos que ya existen en el mercado con el fin de mantener su posición frente a la competencia. Además, la principal motivación para la cooperación está en la necesidad de identificar y absorber información proveniente de los clientes y proveedores lo cual conlleva además a la generación de innovaciones organizacionales que les permita mayor eficiencia en el uso y difusión del conocimiento proveniente del exterior.

Estudios como el de Kaufmann y Tödtling (2001) y Landry y Amara (2002) señalan que la cooperación vertical influye en la innovación incremental de productos más que en la innovación radical, debido a que los clientes por una parte, suelen tener apegos hacia lo que conocen y, por otra a que usualmente no están dispuestos o preparados para evaluar una innovación radical, así como tampoco a expresar sus necesidades para dicha innovación. Por su parte, Radicic *et. al.* (2015) y Barroso *et al.* (2016) señalan que la cooperación con los proveedores y clientes estimula la introducción de innovaciones organizacionales en particular a través de prácticas como la comunicación vertical y lateral, el fomento para que los empleados adquieran y compartan nuevo conocimiento, así como comunicación e interacción con los actores de la cadena de suministro.

La metodología utilizada y los resultados encontrados permitieron cumplir con el objetivo central de la presente investigación, dado que se analizaron adecuadamente los efectos de las relaciones de cooperación tecnológica no basada en la I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un SIE. En este sentido, los resultados corroboran parcialmente la hipótesis 1 dado que la cooperación tecnológica no basada en la I+D no tiene efectos sobre la intensidad de I+D pero no se encontraron efectos sobre la intensidad de gastos de innovación. Un argumento para este resultado se encuentra en la teoría de generación de capacidades tecnológicas, dado que, las empresas que cooperan para la obtención de información se

encuentran en una fase inicial de desarrollo de capacidades. Por lo tanto, esta información necesita ser entendida, procesada e incorporada en la organización antes de que se refleje un efecto sobre las inversiones que la empresa realiza en innovación no basada en la I+D.

Por otra parte, los resultados corroboran la hipótesis 2 dado que los resultados muestran que la cooperación tecnológica no basada en la I+D tiene un efecto positivo sobre la introducción de productos y procesos nuevos para la empresa, la innovación organizacional y de comercialización, sin embargo, este tipo de cooperación no tiene efectos sobre la innovación radical, es decir, sobre la introducción de productos o procesos nuevos para el mercado.

De forma complementaria la hipótesis 3 se mantiene a la luz de los resultados alcanzados. En este sentido se observa que la cooperación en actividades no basadas en I+D y la cooperación en I+D ejercen un efecto sinérgico que se refleja sobre la intensidad de I+D, la introducción de productos nuevos para el mercado, procesos nuevos para la empresa, innovaciones organizacionales y de comercialización.

Finalmente, la desagregación de la cooperación por tipo de socio permitió observar las diferencias existentes. En primer lugar se hace evidente que en el contexto de un SIE, los socios de cooperación más relevantes son aquellos ubicados en la cadena de producción de la empresa, es decir, los clientes y proveedores. Son estos los que proveen la información que las empresas en un SIE necesitan para mejorar sus capacidades tecnológicas, cuando ellas se encuentran en un estado inicial de desarrollo. Tal es así, que la cooperación vertical en información permite a las empresas la generación de productos nuevos para la empresa, es decir, introducir innovaciones incrementales que les permiten mantener sus cuotas de mercado y por ende mantenerse con un grado adecuado de competitividad para sobrevivir en mercados ya establecidos. De igual forma, este tipo de cooperación fomenta cambios organizacionales en las empresas muy probablemente para lograr una mayor eficiencia en la búsqueda, asimilación e incorporación de la información externa en las rutinas internas de la empresa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Varios estudios han sobre enfatizado el rol de la I+D como principal determinante de la innovación (Hervas *et al.*, 2011), probablemente debido a una visión lineal del proceso innovador y a que la mayoría de estudios al respecto se han llevado a cabo en países desarrollados y en sectores de alta tecnología donde las empresas tienen las suficientes capacidades y recursos para el desarrollo de I+D. No obstante, aún en estos países, existe una importante presencia de empresas y sectores de baja tecnología que no recurren a la I+D pero que presentan un elevado desempeño innovador (Arundel *et al.*, 2008). No obstante, existe todavía un vacío de información con respecto al efecto y la importancia de las actividades innovadoras que no se basan en el desarrollo de I+D sobre la innovación empresarial, vacío que es más grande cuando se analiza el efecto de la cooperación entre actores para el desarrollo de dichas actividades.

En este contexto se enmarcó el presente trabajo, el cual estuvo orientado a analizar los efectos de la cooperación tecnológica no basada en I+D sobre el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un sistema de innovación emergente (SIE). Para esto se utilizó la información proveniente de la Encuesta Nacional de Innovación 2009 – 2011 realizada en Ecuador, la cual fue publicada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). El caso del Ecuador es tomado como un buen ejemplo de un SIE, debido a un conjunto de características de la economía del país, así como indicadores de desempeño en innovación que permiten definirlo como tal. En este sentido, el Ecuador tiene una relación de gasto en I+D sobre PIB de 0,3%, la participación privada en actividades de I+D sobre el PIB es de 0,2% (The Global Innovation Index, 2017), mientras que el porcentaje de exportaciones de alta tecnología llega apenas a un 7,17% (The World Bank, 2017).

Con el propósito de estimar el efecto causal de las relaciones de cooperación, el presente estudio utilizó el método *Inverse Probability Weight* (IPW), el cual permitió eliminar el problema de sesgo de selección. Además, para evitar que los resultados se vean afectados por tratamientos ocultos, dado que las empresas pueden llevar a cabo varios acuerdos de cooperación al mismo tiempo, se mantuvo el enfoque sobre aquellas empresas que tuvieron exclusivamente un tipo de cooperación. Igualmente, con el fin de obtener una buena estimación de los errores estándar, el análisis se realizó sobre aquellos tipos de socio y tipo de actividad innovadora más representativos y que contaron con un número adecuado de observaciones en

la muestra utilizada. A pesar de que el método estadístico se basa en un supuesto muy fuerte sobre la distribución de las características de base tanto observadas como no observadas de las empresas, los resultados obtenidos en la investigación son compatibles con algunos de los resultados reportados en la literatura disponible, por lo que se puede tener un adecuado grado de confianza en los mismos y en las conclusiones que se derivan de ellos.

En esta investigación se plantearon algunos objetivos e hipótesis orientados a entender de mejor manera el efecto que tiene la cooperación para el esfuerzo y desempeño innovador de las empresas en un SIE. De esta manera, los resultados presentados permiten en resumen dar cuenta de lo siguiente: las relaciones de cooperación no basadas en la I+D que las empresas en un SIE establecen tienen un efecto diferenciado sobre el esfuerzo y desempeño innovador en función del tipo de socio y del tipo de actividad. Además la cooperación tecnológica no basada en I+D tiene mayor efecto sobre la innovación incremental, tanto de productos como de procesos, así como en la introducción de innovaciones no tecnológicas organizacionales y comercialización. La realización de actividades de cooperación en I+D y actividades no basadas en I+D generan un efecto de complementariedad especialmente relevante para incrementar la inversión empresarial en I+D, generar innovaciones con mayor grado de novedad y el mejoramiento de las innovaciones organizacionales y de comercialización.

Los resultados alcanzados revelan algunos aspectos interesantes de la cooperación tecnológica más allá de la I+D, que contribuyen al entendimiento de la importancia de la cooperación en diferentes tipos de actividades y sus efectos sobre la innovación en el contexto de un sistema de innovación emergente, donde se espera que existan bajos niveles de cooperación y escaso desarrollo tecnológico (Melo, 2001).

Lo primero que debe notarse es que en el caso estudiado, al contrario de lo mencionado en la literatura, las relaciones de cooperación son un fenómeno difundido entre las empresas. No obstante, la gran mayoría de estas relaciones de cooperación se establecen en actividades que no están relacionadas directamente al desarrollo de I+D, sino más bien a la identificación y absorción de información proveniente del medio externo. En este sentido, la evidencia empírica encontrada en este estudio está en línea con otros trabajos (Anlló y Suárez, 2008; Arundel *et al.*, 2008; Huang *et al.*, 2008; Hervás *et al.*, 2011) que demuestran que las actividades de innovación no basadas en I+D son fundamentales para el proceso innovador de una empresa.

La cooperación en actividades no basadas en I+D afecta positivamente la introducción de productos nuevos para la empresa, así como a la generación de innovaciones organizacionales y de comercialización, mientras que la realización combinada de cooperación

en I+D y actividades de innovación no basadas en I+D produjo efectos positivos sobre el esfuerzo y desempeño innovador dado que se obtuvo un efecto positivo sobre la intensidad de I+D, la intensidad de gastos en innovación, la generación de productos nuevos para el mercado, la generación de procesos nuevos para la empresa, la innovación organizacional y la innovación de comercialización.

A la luz de estos resultados se puede argumentar que la cooperación en actividades no basadas en I+D permite a las empresas construir una base mínima de conocimiento que les asegure su permanencia en el mercado, dado que es utilizada para la generación de innovaciones que sus competidores ya poseen. Además, este tipo de cooperación contribuye al desarrollo de capacidades de gestión y la generación de estructuras que favorecen el aprendizaje por medio de “usar – hacer – interactuar” las cuales son la base necesaria para mejorar las capacidades innovadoras en el futuro.

Por otro lado, el desarrollo de I+D es un factor importante para las empresas aún en el contexto de sistemas de innovación emergentes. Estas empresas son aquellas que han desarrollado un grado más avanzado en sus capacidades tecnológicas y son capaces de competir sobre la base del conocimiento, mejorando paralelamente sus capacidades productivas, lo cual se ve reflejado en la capacidad de estas empresas para generar innovaciones con mayor grado de novedad, así como innovaciones de proceso nuevas para la empresa. Al igual que en los países con sistemas de innovación desarrollados, las innovaciones de proceso no están ligadas únicamente a la realización de actividades no basadas en I+D, por el contrario la evidencia para el contexto de un SIE demuestra que tanto las innovaciones de producto como de proceso se ven favorecidas por el desarrollo de I+D como resultado de mayores capacidades tecnológicas internas y de capacidades de absorción que les permite a las empresas aprovechar el conocimiento externo disponible e invertir más en este tipo de actividades.

Este resultado reviste de gran importancia dado que demuestra que en sistemas de innovación emergentes, las empresas son capaces de evolucionar, acumulando y mejorando sus capacidades tecnológicas y productivas, lo que les permite el desarrollo de actividades científicas, lo que a su vez se traduce en un mayor grado de novedad en las innovaciones. Adicionalmente, las actividades de I+D mejoran la capacidad de las empresas en el desarrollo de innovaciones organizacionales y de comercialización en comparación a las empresas que realizan únicamente actividades no basadas en la I+D. En el contexto de un SIE el desarrollo de innovaciones no tecnológicas es de gran relevancia dado que estas son a su vez, medios para

el desarrollo de innovaciones tecnológicas de producto y proceso (Camisón y Villar – López, 2014).

Por otra parte, los resultados alcanzados muestran también algunas características interesantes cuando se consideran las diferentes fuentes externas de cooperación. A este respecto, las empresas en un SIE cooperan mayoritariamente con los clientes y proveedores, resultado que también es mostrado en otros estudios enfocados en las actividades de innovación no basadas en la I+D (Hervas *et al.*, 2011). Por consiguiente, se puede argumentar que en los países en desarrollo con sistemas de innovación emergentes, la mayoría de empresas establecen acuerdos de cooperación con los clientes y proveedores con el propósito de obtener la información requerida para la introducción de productos que ya se encuentran en el mercado y, por consiguiente, mantener su base competitiva. Además, este tipo de innovación se asocia a la generación de cambios organizacionales en las estructuras internas de la empresa, probablemente como requisito para aprovechar el conocimiento generado externamente. Además, la cooperación que se establece con este tipo de socios no afecta el esfuerzo innovador de las empresas, dado que la obtención de información es probablemente un paso previo en el proceso de construcción de capacidades tecnológicas que las empresas utilizarán para el desarrollo futuro de nuevas innovaciones.

Los resultados alcanzados en este estudio permiten contribuir con algunos aspectos en cuanto al diseño de política pública. El señalar que los países con SIE deben realizar únicamente actividades de innovación no basadas en la I+D o únicamente actividades de I+D podría ser un juicio apresurado. Los resultados encontrados en este estudio indican que la complementariedad es importante especialmente para lograr innovaciones con mayor grado de novedad, así como para potenciar la generación de innovaciones no tecnológicas, lo que refuerza lo señalado por Chaminade *et al.* (2011) quienes indican que los países deben llegar a un adecuado balance entre las formas de aprendizaje DUI (*doing, using, interacting*) y STI (*science, technology and innovation*). No obstante, en estos países la mayoría de empresas se encuentran en una fase inicial de desarrollo de capacidades tecnológicas, por lo que es necesario el diseño de políticas públicas orientadas al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas y de absorción de las empresas.

Paralelamente, dado que los países con sistemas de innovación emergentes cuentan con empresas que han sido capaces de entrar en una fase de transición (Dutrénit, 2004) deben también buscar los mecanismos más efectivos para apoyar el desarrollo de capacidades tecnológicas avanzadas, entre los que se pueden mencionar: mejorar el intercambio de

información de alto valor tecnológico entre actores, el fortalecimiento de las capacidades de ingeniería y diseño, fomentar la formación de capital humano, incrementar la participación de la I+D con fines prácticos de aplicación industrial y el fomento a los mecanismos de transferencia de conocimiento y tecnología hacia las empresas. Esto es un reto que los países en el contexto de un SIE deben enfrentar, ya que se demuestra que la I+D es beneficiosa para el esfuerzo y desempeño innovador. Dado que estos países pugnan por ingresar exitosamente en los mercados globales y dado el acelerado ritmo de cambio tecnológico, el no implementar medidas de fomento a la I+D podría provocar un mayor alejamiento de la frontera tecnológica, brecha que puede ser cada vez más difícil de cerrar.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramovsky, L., Kremp, E., López, A., Schmidt, T., & Simpson, H. (2009). Understanding co-operative R&D activity: Evidence from four european countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 18(3), 243 - 265.
- Albu, M. (1997). Technological learning and innovation in industrial clusters in the south. *SPRU Electronic Working Paper Series. Paper No. 7.*
- Alm, H., & McKelvey, M. (2000). When and why does cooperation positively or negatively affect innovation? An exploration into turbulent waters. Oxford, Manchester, United Kingdom: Centre for Research on Innovation and Competition.
- Anlló, G., & Suárez, D. (2008). *Innovation: Something more than R&D. Latin American evidence from innovation surveys: building competitive business strategies.* Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología.
- Arocena , R., & Sutz, J. (2002). *Innovation systems and developing countries.* . DRUID Working Paper No. 02 - 05.
- Arocena, R., & Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the south. *Industry and Innovation*, 7(1), 55 - 75.
- Arundel, A., Bordoy , C., & Kanerva, M. (2008). *Neglected innovators: How do innovative firms that do not perform R&D innovate?* Inno Metrics.
- Aschhoff, B., & Schmidt, T. (2008). Empirical evidence on the success of R&D cooperation - Happy together? *Review of Industrial Organization*, 33, 41 - 62.
- Austin, P., & Stuart, E. (2015). Moving towards best practice when using inverse probability of treatment weighting using the propensity score to estimate causal treatment effects in observational studies. *Statistics in Medicine*, 33, 3661 - 3679.
- Austin, P., Grootendorst, P., & Anderson, G. (2007). A comparison of the ability of different propensity score models to balance measured variables between treated and untreated subjects: a Monte Carlo study. *Statistics in Medicine*, 26(4), 734 - 753.
- Balasubramanian, N., & Lee, J. (2008). Firm age and innovation. *Industrial and Corporate Change*, 17(5), 1019 - 1047.
- Barroso, L., Gouveia, R., & Madeira, M. (2016). External relationships in the organizational innovation. *Innovation & Management Review*, 13, 156 - 165.
- Battisti, G., & Stoneman, P. (2010). How inovative are UK firms? Evidence from the Fourth UK Community Innovation Survey on synergies between technological and organizational innovations. *British Journal of Management*, 21, 187 - 206.

- Becker, B. (2013). The determinants of R&D investment: A survey of the empirical research.
- Becker, W., & Dietz, J. (2004). R&D cooperation and innovation activities of firms - Evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy*, 33(2), 209 - 223.
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 10(33), 1477 - 1492.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 157 - 210.
- Benavente, J., & Lauterbach, R. (2007). R&D cooperation determinants, evidence with Chilean firms.
- Blundell, R., & Costa Dias, M. (2002). Alternative approaches to evaluation in empirical microeconomics. *Portuguese Economic Journal*, 1(2), 91-115.
- Bolli, T., & Wörter, M. (2013). Competition and R&D cooperation with universities and competitors. *Journal of Technology Transfer*, 38(6), 768 - 787.
- Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys*, 22(1), 31 - 72.
- Camisón, C., & Villar - López, A. (2014). Organizational innovation as an enabler of technological innovation capabilities and firm performance. *Journal of Business Research*, 67(1), 2891 - 2902.
- Cassiman, B., & Veugelers, R. (2004). In search of complementarity in the innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science*, 52(1), 68 - 82.
- Catozzella, A., & Vivarelli, M. (2014). The catalysing role of in-house R&D in fostering the complementarity of innovative inputs. *Industry and Innovation*, 21(3), 179 - 196.
- CELAC. (2011). National innovation surveys in Latin America: empirical evidence and policy implications. In CELAC, *National innovation surveys in Latin America: empirical evidence and policy implications*. Santiago: CELAC.
- Chaminade, C., Lundvall, B.-A., & Vang, J. (2011). Innovation policies for development: Towards a systemic experimentation based approach. In B.-A. Lundvall, K. Joseph, C. Chaminade, & J. Vang, *Handbook of Innovation systems and Developing Countries* (pp. 360 - 379). Northampton: Edward Elgar.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128 - 152.

- Colombo, M., & Garrone, P. (1996). Technological cooperative agreements and firm's R&D intensity. A note on causality relations. *Research Policy*, 25(6), 923 - 932.
- Curtis, L., Hamill, B., Einsenstein, E., Kramer, J., & Anstrom, K. (2007). Using Inverse Probability - Weighted estimators in comparative effectiveness analyses with observational databases. *Medical Care*, 45(10), 103 - 107.
- D'Agostino, R. (1998). Propensity score methods for bias reduction in the comparison of a treatment to a non - randomized control group. *Statistics in Medicine*, 17(19), 2265 - 2281.
- De Faria, P., Lima, F., & Santos, R. (2010). Cooperation in innovation activities: The importance of partners. *Research Policy*, 39(8), 1082 - 1092.
- De Jong, J., & Marsili, O. (2005, Junio). The fruit flies of innovation: A taxonomy of innovative small firms. *Dynamics of Industry and Innovation: Organizations, Networks and Systems*. Copenhagen.
- Dutrénit, G. (2004). Building technological capabilities in latecomer firms: A review essay. *Science, Technology and Society*, 9(2), 209 - 241.
- Edquist, C. (2004). Systems of Innovation. Perspectives and Challenges. In J. Fagerberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 181 - 208). Oxford: Oxford University Press.
- Edquist, C., & Johnson, B. (1997). Institutions and Organizations in Systems of Innovation. In C. Edquist, *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 41 - 63). Oxon: Routledge.
- Edwards - Schachter, M., Anlló, G., Castro - Martínez, E., Sánchez - Barrioluengo, M., & Fernández de Lucio, I. (2012). *Motives for inter firm cooperation on R&D and innovation: empirical evidence from Argentina and Spain*. Working paper No. 2012/04, Valencia.
- Edwards, M., Castro, E., & Fernández de Lucio, I. (2011). International cooperation between firms on innovation and R&D: Empirical evidence from Argentina and Spain. *Journal of Technology Management and Innovation*, 6(3), 127 - 147.
- Fagerberg, J., & Godinho, M. (2004). Innovation and catching - up. In J. Fagerberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford handbook of innovation* (pp. 514 - 542). Oslo: Oxford University Press.

- Feller, I., Ailes, C., & Roessner, D. (2002). Impacts of research universities on technological innovation in industry: evidence from engineering research centers. *Research Policy*, 31(3), 457 - 474.
- Fernández - Sastre, J., & Martín - Mayoral , F. (2015). The effects of developing countries' innovation support programs: evidence from Ecuador. *Innovation. Management, Policy & Practice*, 17(4).
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation* (Tercera ed.). Oxon: Routledge.
- Frenz, M., & Ietto - Gillies, G. (2009). The impact on innovation performance of different sources of knowledge: Evidence from the UK Community Innovation Survey. *Research Policy*, 38(7), 1125 - 1135.
- Fritsch, M., & Lukas , R. (2001). Who cooperates on R&D? *Research Policy*, 30(2), 297 - 312.
- Fritsch, M., & Meschede, M. (2001). Product innovation, process innovation and size. *Review of Industrial Organisation*, 19, 335 - 350.
- Galli, R., & Teubal, M. (1997). Paradigmatic shifts in national innovation systems. In C. Edquist, *Systems of innovation technologies, institutions and organizations* (pp. 342 - 370). Londres: Pinter.
- Goedhuys, M., Hollanders, H., & Mohnen, P. (2015). Innovation Policies for Development. In S. Dutta, B. Lanvin, & S. Wunsch-Vincent, *The Global Innovation Index 2015* (pp. 81 - 89). Fontaineblau: WIPO.
- Gu, S. (1999). Implications of national innovation systems for developing countries - managing change and complexity in economic development. Maastricht, The Netherlands: United Nations University.
- Guaipatin, C., & Schwartz, L. (2014). *Ecuador: Análisis del Sistema Nacional de Innovación*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Guerzoni , M., & Raiteri , E. (2015). Demand-side vs. supply-side technology policies: Hidden treatment and new empirical evidence on the policy mix. *Research Policy*, 44(3), 726 - 747.
- Hagedoorn, J. (2002). Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. *Research Policy*, 31(4), 477 - 492.
- Harabi, N. (2002). The impact of vertical R&D cooperation on firm innovation: an empirical investigation. *Economics of Innovation and New Technology*, 11(2), 93 - 108.

- Heckman, J. (1997). Instrumental variables: A study of implicit behavioral assumptions used in making program evaluation. *The Journal of Human Resources*, 32(3), 441 - 462.
- Hervas, J., Albors, J., & Gil, I. (2011). Making sense of innovation by R&D and non R&D innovators in low technology contexts: A forgotten lesson for policy makers. *Technovation*, 31(9), 427 - 446.
- Hidalgo, A., & Albors, J. (2008). Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. *R&D Management*, 38(2), 113 - 127.
- Hirano, K., & Imbens, G. (2001). Estimation of causal effects using propensity score weighting: an application to data on right heart catheterization. *Health Services & Outcomes Research Methodology*, 2(3), 259 - 278.
- Houston, M. (1997). Hidden treatments in ecological experiments: re-evaluating the ecosystem function of biodiversity. *Oecologia*, 110(4), 449 - 460.
- Huang, C., Arundel, A., & Hollanders, H. (2008). *Non R&D innovation of manufacturing firms: theory and evidence from the third european community innovation survey*. Europe Innova.
- Huang, C., Arundel, A., & Hollanders, H. (2011, April 8). How firms innovate: R&D, non - R&D and technology adoption. *DIME Final Conference*. Maastricht, The Netherlands.
- Huergo, H., & Jaumandreu, J. (2004). How does probability of innovation change with firm age? *Small Business Economics*, 22(3), 193 - 207.
- Johnson, B. (2010). Institutional learning. In B.-A. Lundvall (Ed.), *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 23 - 46). New York: Anthem Press.
- Kadura, B., Langbein, J., & Wilde, K. (2011). *Strengthening Innovation Systems. Foundations, Concepts and Strategic Approach*. Hamburg: Dr. Kovac.
- Kaufmann, A., & Tödting, F. (2001). Science - industry interaction in the process of innovation: the importance of boundary crossing between systems. *Research Policy*, 30(5), 791 - 804.
- Landry, R., & Amara, N. (2002, Agosto). Effects of sources of information on novelty of innovation in Canadian manufacturing firms: Evidence from the 1999 Statistics Canada Innovation survey. Quebec, Canada.
- Laursen, K., & Salter, A. (2004). Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation? *Research Policy*, 33(8), 1201 - 1215.
- Lederman, D., & Maloney, W. (2003). *R&D and Development*. World Bank.

- Lööf, H., & Boström, A. (2008). Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness? *Journal of Technology Transfer*, 33(1), 73 - 90.
- Lundvall, B.-A. (2010). *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. New York: Anthem Press.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31, 247 - 264.
- Manzano, O., & Monaldi, F. (2008). The political economy of oil production in Latin America. *Economía*, 9(1), 59 - 98.
- Melo, A. (2001). *The innovation systems of Latin America and the Caribbean*. Inter American Development Bank, Washington.
- Miotti, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 32(8), 1481 - 1499.
- Molina-Domene, M., & Pietrobelli, C. (2012). Drivers of technological capabilities in developing countries: An econometric analysis of Argentina, Brasil and Chile. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 504 - 515.
- Moreira, J., & Aguilar, M. (2014). Cooperation between the consumer and firms as a determinant of marketing innovation: Empirical study of Portuguese firms. *Contemporary Management Research*, 10(3), 215 - 232.
- Myers, J., Rassen, J., Gagne, J., Huybrechts, K., Schneeweiss, S., Rothman, K., . . . Glynn, R. (2011). Effects of adjusting for instrumental variables on bias and precision of effect estimates. *American Journal of Epidemiology*, 174(11), 1213 - 1222.
- OECD. (2005). *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. The Measurement of Scientific and Technological Activities*. OECD.
- OECD. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* (Tercera ed.). Grupo Tragsa.
- Oerlemans, L., Meeus, M., & Boekema, F. (2001). Firm clustering and innovation: determinants and effects. *Regional Science*, 80, 337-356.
- Padilla - Pérez, R., Vang, J., & Chaminade, C. (2009). Regional innovation systems in developing countries: integrating micro and meso level capabilities. In B.-A. Lundvall, K. Joseph, C. Chaminade, & J. Vang (Eds.), *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building Domestic Capabilities in a Global Setting* (pp. 140 - 182). Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar.

- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13, 343-373.
- Pingel, R., & Waernbaum, I. (2013). *Effects of correlated covariates on the efficiency of matching and inverse probability weighting estimators for causal inference*. Uppsala: IFAU.
- Polder, M., Van Leeuwen, G., Mohnen, P., & Raymond, W. (2010, junio). Product, process and organizational innovation: drivers, complementarity and productivity effects. Montreal: CIRANO.
- Potters, L. (2009). Innovation input and output: differences among sectors. *IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation*. Luxemburg.
- Potts, J. (2003, Abril). Evolutionary economics: An introduction to the foundation of liberal economic philosophy. *Discussion paper No. 324*.
- Radacic, D., Douglas, D., Pugh, G., & Jackson, I. (2015). Cooperation for innovation and its impact on technological and non-technological innovations: empirical evidence for European manufacturing SMEs. ResearchGate.
- Rammer, C., Czarnitzki, D., & Spielkamp, A. (2009). Innovation success of non R&D performers. *Small Business Economics*, 33(1), 35 - 58.
- Rosenberg, N., & Nelson, R. (1993). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23(3), 323 - 348.
- Sakakibara, M. (1997). Heterogeneity of firm capabilities and cooperative research and development: an empirical examination of motives. *Strategic Management Journal*, 18(Summer Special Issue), 143 - 164.
- Sánchez - González, G. (2013, junio). Cooperation and non technological innovations. *Paper presentado en la 35ª Conferencia DRUID*. Barcelona, España.
- Santamaría, L., Nieto, M., & Barge - Gil, A. (2009). Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low and medium technology industries. *Research Policy*, 38(3), 507 - 517.
- Scandura, A. (2014). University - Industry R&D collaboration and firm innovativeness. *Druid Academy Conference*. Aalborg, Denmark.
- Schrader, S. (1991). Informal technology transfer between firms: cooperation through information trading. *Research Policy*, 20(2), 153 - 170.

- Shulin, G. (1999). *Implications of national innovation systems for developing countries: Managing change and complexity in economic development*. Maastricht: The United Nations University.
- Sloth Andersen, E. (2010). Approaching National Systems of Innovation from the Production and Linkage Structure. In B.-A. Lundvall, *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 71 - 96). New York: Anthem Press.
- Sloth Andersen, E., & Lundvall, B.-A. (1997). National Innovation Systems and the Dynamics of the Division of Labor. In C. Edquist, *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 242 - 265). Oxon: Routledge.
- Smith, K. (2005). Measuring innovation. In I. Fagerberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 148 - 178). Oxford: Oxford University Press.
- Souitaris, V. (2002). Technological trajectories as moderators of firm level determinants of innovation. *Research Policy*, 31, 877 - 898.
- Sousa, A., Braga, M., & Meyer, L. (2015). Impact of cooperation on the R&D activities of Brazilian firms. *Procedia Economics and Finance*, 24, 172 - 181.
- StataCorp. (2015). *Stata Treatment Effects Reference Manual: Potential Outcomes/Counterfactual Outcomes*. Texas: StataCorp LP.
- Stock, G., Greis, N., & Fischer, W. (2002). Firm size and dynamic technological innovation. *Technovation*, 22(9), 537 - 549.
- Stukel, T., Fisher, E., Wennberg, D., Alter, D., Gottlieb, D., & Vermeulen, M. (2007). Analysis of observational studies in the presence of treatment selection bias. Effects of Invasive Cardiac Management on AMI survival using propensity score methods and instrumental variable methods. *JAMA*, 297(3), 278 - 285.
- Tether, B. (2002). Who cooperates for innovation and why. An empirical analysis. *Research Policy*(31), 947 - 967.
- The Global Innovation Index. (2017, 02 25). *The Global Innovation Index*. Retrieved from <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>
- The World Bank. (2017, 03 29). *High Technology Exports*. Retrieved from <http://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS?locations=EC-JP-CR>
- Tödting, F., Lehner, P., & Kaufmann, A. (2009). Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29(1), 59 - 71.

- Ukaregi, A., Martinez-Indart, L., & Pijoán, J. (2014). Balancing properties: A need for the application of propensity score methods in estimation of treatment effects. *SORT*, 271 - 284.
- Vangelis, S. (2002). Technological trajectories as moderators of firm level determinants of innovation. *Research Policy*, 31, 877 - 898.
- Veugelers, R., & Cassiman, B. (2005). R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, 23(5-6), 355-379.
- Von Hippel, E. (1988). Cooperation between rivals: The informal trading of technical know-how. In E. Von Hippel, *The Sources of Innovation* (pp. 76 - 92). Oxford: Oxford University Press.

ANEXO

Anexo 1. Test de balance de covariables por diferencias estandarizadas

	<i>Solo_coop_información</i>				<i>Solo_coop_vert_innov</i>				<i>Solo_vertical_información</i>			
	Diferencias estandarizadas		Ratio de varianza		Diferencias estandarizadas		Ratio de varianza		Diferencias estandarizadas		Ratio de varianza	
	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW	Antes IPW	Después IPW
<i>Inversión_I+D_2009</i>	0,025	-0,021	1,108	1,003	0,099	-0,054	1,236	0,965	0,053	-0,043	1,242	1,035
<i>Inversión_innovación_2009</i>	-0,015	-0,003	1,040	0,997	0,105	-0,025	1,125	1,006	-0,028	-0,009	1,054	0,995
<i>Tamaño</i>	-0,253	-0,005	0,771	1,065	-0,131	0,024	0,925	1,094	-0,285	0,004	0,760	1,110
<i>Inversión</i>	0,129	0,009	0,982	1,059	0,235	0,023	1,023	1,146	0,093	0,003	0,979	1,044
<i>Startup</i>	0,056	-0,003	1,223	0,988	0,071	-0,029	1,285	0,911	0,092	-0,012	1,381	0,962
<i>Exportadora</i>	-0,200	0,008	0,639	1,021	-0,084	0,002	0,845	1,004	-0,219	0,006	0,606	1,017
<i>Grupo</i>	-0,053	0,008	0,887	1,019	-0,044	0,030	0,905	1,074	-0,107	0,014	0,777	1,039
<i>Trabajo_cualificado</i>	-0,141	0,004	0,611	1,017	-0,133	-0,006	0,631	0,977	-0,165	0,013	0,552	1,059
<i>Cooperación_sectorial</i>	0,038	0,008	0,976	0,988	0,135	-0,007	0,943	1,055	0,097	0,001	0,958	1,028
<i>Región_avanzada</i>	-0,233	0,007	1,197	0,996	-0,346	0,021	1,250	0,995	-0,310	0,028	1,239	0,991

Fuente: Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2009 – 2011. Elaboración propia