

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Desarrollo, Ambiente y Territorio

Convocatoria 2015 – 2017

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

Sinergias interdepartamentales y desempeño innovador: evidencia desde Ecuador

William Enrique Echeverría Tigse

Asesor: Juan Fernández-Sastre

Lectores: Wilson Pérez y Fernando Martín

Quito, noviembre de 2021

Dedicatoria

A mi mamá, Myrian.

Tabla de contenidos

Resumen	VI
Agradecimientos.....	VII
Introducción	1
Capítulo 1	4
Revisión de la literatura.....	4
1. El papel de los distintos departamentos en el proceso innovador	4
2. Teoría de la contingencia e innovación: complementariedades interdepartamentales	6
3. Innovación y capacidades tecnológicas en países en desarrollo.....	9
Capítulo 2	12
Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis.....	12
Capítulo 3	15
Datos y marco metodológico.....	15
1. Datos y variables	15
2. Supermodularidad y teoría de <i>lattices</i>	23
2.1. Dominancia estocástica.....	29
2.2. Estrategia empírica.....	32
Capítulo 4	37
Resultados	37
1. Función de innovación de producto.....	37
1.1. Complementariedades interdepartamentales	41
1.1.1. Complementariedades en duplas de departamentos.....	42
1.1.2. Complementariedades en triadas de departamentos.....	43
Conclusiones y discusión	48
Lista de referencias.....	50

Ilustraciones

Figuras

Figura 3.1: Lattice X	26
Figura 3.2: Lattice Y	27
Figura 3.3: Funciones de distribución de la variable dependiente de la función objetivo	35
Figura 4.1: Lattice de la combinación del Departamento de producción y otras empresas o... casa matriz	42
Figura 4.2: Resultados de las combinaciones en triadas departamentales; Error! Marcador no definido.	
Figura 4.3: Lattice de las triadas departamentales	46

Tablas

Tabla 3.1: Variables de control de la función de innovación de producto.....	18
Tabla 3.2: Departamentos de las empresas	19
Tabla 3.3: Frecuencia relativa del nivel de importancia de los departamentos..... en la innovación	19
Tabla 3.4: Correlaciones de los departamentos que participan de procesos de innovación.....	20
Tabla 3.5: Promedios y desviaciones estándar de las variables	21
Tabla 3.6: Promedios y desviaciones estándar de las variables por uso del..... departamento de la empresa.....	22
Tabla 3.7: Utilización de departamentos por sector económico. Parte I.....	23
Tabla 3.8: Utilización de departamentos por sector económico. Parte II	23
Tabla 4.1: Estimación del desempeño innovador de las empresas ecuatorianas	38

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesis

Yo, William Enrique Echeverría Tigse, autor de la tesis titulada “Sinergias interdepartamentales y desempeño innovador: evidencia desde Ecuador” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de maestría de Investigación en Economía del Desarrollo concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

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

Quito, noviembre de 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'William Enrique Echeverría Tigse', written over a horizontal line.

William Enrique Echeverría Tigse

Resumen

Utilizando datos de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación de Ecuador del año 2015 (ENAI-2015), esta investigación analiza si existen complementariedades entre los distintos departamentos (departamento de I+D; marketing; producción; distribución; administración y finanzas; TICs y otras empresas del grupo o casa matriz) que forman parte del proceso innovador de las empresas, en relación con la introducción de nuevos productos en el mercado. La metodología empleada combina la teoría de la supermodularidad con un enfoque estocástico de segundo orden. En comparación con otros estudios sobre complementariedades, esta metodología se enfoca en examinar si la función de desempeño innovador (introducción de nuevos productos) es supermodular en las combinaciones de los departamentos de la empresa de manera condicional a una serie de variables de control relacionadas con la introducción de nuevos productos. Los resultados indican que, cuando en el proceso innovador de las empresas únicamente participan dos departamentos, solo existen complementariedades entre el departamento de producción y otras empresas del grupo o casa matriz. Sin embargo, cuando se integran tres departamentos en el proceso innovador de las empresas, todas las combinaciones en triadas de los departamentos de I+D, marketing, producción y otras empresas del grupo reflejan complementariedades.

Palabras clave: complementariedad, supermodularidad, dominancia estocástica, integración interdepartamental.

Agradecimientos

No hay tal cosa como la invención individual desarraigada de un contexto social específico e históricamente determinado. La frase “a hombros de gigantes” lleva al paroxismo la verdad que implica que el conocimiento se construye colectivamente.

Lo comprobé en esta parte del camino, en la que aprendí a preguntar y esbocé una respuesta que conlleva más preguntas, gracias al inmenso apoyo de profesores y compañeros. Mi reconocimiento y admiración para mi asesor Juan Fernández-Sastre y mis lectores Wilson Pérez y Fernando Martín-Mayoral. En un punto meseta, cuando la investigación se estancó, Wilson nos compartió su idea para abordar el problema con un enfoque estocástico y luego de eso la investigación siguió, paradójicamente, una dirección bien determinada. Los comentarios y observaciones de Juan en las primeras revisiones, me enseñaron a sostener una idea guardando la coherencia interna de cada párrafo y manteniendo un hilo conductor a lo largo de la historia que se quiere contar. Y cómo no agradecer a Víctor Oñate, compañero cuyos conocimientos en estadística y sus habilidades en programación fueron decisivas para afrontar el problema empíricamente. Estoy consciente que estos aprendizajes, estas experiencias en definitiva, me guiarán cuando enfrente nuevamente un desafío académico en un grado académico superior, más profundamente, tal vez. Muchas gracias por todo.

Complementariamente, como aprendí con el enfoque teórico de esta investigación, fueron muy importantes las experiencias personales que hice durante mi paso por el programa de Economía del Desarrollo. Conocí a gente buena que siempre recordaré y a quienes tengo gratitud. A mis compañeras y compañeros, permitiéndome la infidencia, Nilo, Christian, Alejandro, Leidy, Carolina, Rodrigo, Andrés, Pedro: ¡Gracias por los buenos momentos! Como la mayoría de estudiantes, trabajé y estudié durante todo el programa. Por eso, mi sincera gratitud a Mónica Peñaherrera y Holger Capa que siempre hicieron notorio su apoyo constante en los ámbitos profesional y académico.

Para concluir, gracias siempre y con mucho amor a mi familia: a mi mamá, Myrian, mi papá, Willian y mi hermano, Anthony. Y, por supuesto, gracias al pueblo ecuatoriano por financiar a FLACSO Ecuador y con ello apoyar a miles de jóvenes a seguir formándose: ¡Aguante la educación pública!

Introducción

Las empresas son organizaciones complejas compuestas por diferentes departamentos, cada uno de ellos especializado en una de las múltiples funciones que desarrollan las empresas (Nelson 1991, Simon 2002). No obstante, pese a dicha especialización, las empresas tienen la necesidad de integrar y coordinar los distintos departamentos, de manera tal que se facilite la actividad empresarial en su conjunto (Tjosvold 1986, Foss 2001, Lee y Walsh 2011). En este sentido, el análisis de cómo la integración de los distintos departamentos contribuye en la efectividad de los procesos innovadores ha sido un tema que ha cobrado especial relevancia en la literatura reciente (Lee y Walsh 2011). Esto es así debido a que la generación de conocimientos tácitos, a través de intercambios de información entre los distintos departamentos, puede contribuir positivamente al desempeño innovador (Chuma 2006, De Luca y Atuahene-Gima 2007, Swink y Song 2007, Hage, et al. 2008, Troy, Hirunyawipada y Paswan 2008, Cuijpers, Guenter y Hussinger 2011).

De acuerdo con la literatura, la integración interdepartamental contribuye al desempeño innovador porque aumenta la cantidad de ideas potencialmente innovadoras (Milliken y Martins 1996), fomenta el intercambio y generación de información (Troy, Hirunyawipada y Paswan 2008) y mejora el desempeño funcional de los nuevos productos (Olson et al. 2001). No obstante, algunos estudios sugieren que la integración departamental podría dificultar la toma de decisiones puesto que en ocasiones se generan conflictos interdepartamentales (Troy, Hirunyawipada y Paswan 2008), debido a los diferentes objetivos que éstos persiguen (Souder y Chakrabarti 1978, Dougherty 1992).

El hecho de que las empresas utilicen información proveniente de distintos departamentos en su proceso innovador, plantea la cuestión sobre si existen efectos sinérgicos entre los distintos departamentos en lo que se refiere a la introducción de nuevos productos; es decir, resulta relevante analizar si incorporar a un departamento adicional en el proceso innovador aumenta el desempeño innovador de los otros departamentos que participan en dicho proceso. Dicha sinergia o “complementariedad”, se produce si la integración de un nuevo departamento, en el proceso innovador, incrementa el retorno marginal de los otros departamentos (Milgrom y Roberts 1990). En consecuencia, la presente investigación pretende analizar entre qué departamentos de las empresas existen complementariedades respecto a la introducción de nuevos productos.

Aunque existen investigaciones que analizan la existencia de complementariedades entre diversas estrategias innovadoras de las empresas (Arora y Gambardella 1990, Mohnen y Röller 2005, Belderbos, Carree y Lokshin 2006, Love, Roper y Vahter 2014, Martin-Rios, Parga-Dans y Pasamar 2019, Cassiman y Veugelers 2002) o entre los obstáculos que dificultan el desarrollo de proyectos de innovación (Mohnen y Rosa 2002, Galia y Legros 2004); no existe evidencia de cara a la existencia de complementariedades entre los distintos departamentos internos de las empresas. En consecuencia, la presente investigación contribuye a la literatura sobre la existencia de complementariedades en las estrategias innovadoras de las empresas. Además, se presenta un aporte metodológico, dado que, en lugar de emplear un enfoque de supermodularidad que estudie directamente la complementariedad entre más de dos variables mediante un test de complementariedad condicional, se emplea una metodología que permite evaluar si la función de innovación es supermodular en las diferentes integraciones interdepartamentales, así como considerar el grado de importancia que tienen los departamentos en la generación de innovaciones, en lugar de su mera utilización.

Se ha decidido delimitar la investigación a Ecuador, un país de ingreso medio-bajo, que se destaca entre los países con mayor tasa de formalidad de negocio en América Latina (Lederman et al. 2013). Así como otros países de la región, existe un crecimiento lento de las actividades de I+D y otras actividades de aprendizaje, una infraestructura de ciencia y tecnología débil y bajos niveles de inversión (Cimoli, Dosi y Stiglitz 2008). Su estructura productiva se enfoca en el desarrollo de productos de escaso valor agregado y se caracteriza por un sistema de innovación en estado emergente (Fernández-Sastre y Martín-Mayoral 2015), por tanto, sus capacidades tecnológicas son limitadas y la inversión pública en I+D es incipiente (Fernández-Sastre y Gavilanes 2017). Los patrones de innovación característicos corresponden al desarrollo de actividades innovadoras diferentes al I+D intramural, con una presencia predominante de estrategias de adaptación e imitación de tecnologías existentes (Fernández-Sastre y Reyes 2019). Además, si bien las capacidades de aprendizaje no posibilitan un cambio de matriz productiva por las características del sector empresarial y las interacciones con los agentes científico-tecnológicos (Fernández-Sastre 2018), en los últimos años Ecuador ha experimentado un crecimiento económico importante, asociado a los altos precios de los *commodities* en el mercado internacional (Calderón Hoffmann 2017).

Además, la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación de Ecuador presenta algunas adaptaciones interesantes para el análisis de la innovación en un contexto en desarrollo (Fernández-Sastre y Reyes 2019). En particular, recoge en la sección VIII una desagregación de las fuentes internas y su importancia en la generación de innovaciones de producto y proceso: departamento de I+D; áreas correspondientes al marketing; producción; distribución; administración y finanzas; sistemas (TICs); y, otras empresas del grupo o casa matriz (INEC 2016). De acuerdo con la versión disponible más actual de esta encuesta (2015), el 94.7 % de las empresas que introdujeron alguna innovación de producto durante el periodo 2012 – 2014, emplearon al menos uno de sus departamentos en la generación de innovaciones. De entre ellas, el departamento más valorado corresponde al área de Administración y finanzas (80 %), mientras que únicamente el 20.9 % de las empresas valoró, en algún grado, la importancia de otras empresas del grupo o de la casa matriz; un porcentaje similar al del departamento de I+D (26.8 %).

El resto de la tesis está organizado de la siguiente manera: el Capítulo II desarrolla la revisión de la literatura pertinente. El capítulo III presenta los objetivos, preguntas de investigación e hipótesis. El capítulo IV discute los datos, las variables y la metodología. Finalmente, en los dos últimos capítulos se presentan y discuten los resultados y las principales conclusiones de esta investigación.

Capítulo 1

Revisión de la literatura

1. El papel de los distintos departamentos en el proceso innovador

El departamento de I+D es una de las fuentes de información más relevantes para la innovación de una empresa (Santarelli y Sterlacchini 1990) porque realiza un trabajo creativo sistemático para incrementar la base de conocimientos y el uso del conocimiento en el desarrollo de nuevas aplicaciones (RICYT OEA CYTED 2001). Por tanto, el departamento de I+D contribuye a la innovación en su sentido más esencial, que tiene que ver con la búsqueda y el descubrimiento, la experimentación, el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías y configuraciones organizacionales (Dosi 1988). La inversión en I+D puede abordar la investigación básica, aplicada y el desarrollo experimental (INEC 2016). La investigación básica se caracteriza por un horizonte temporal a largo plazo y se ocupa de la comprensión de un fenómeno y nuevos descubrimientos, mientras que la investigación aplicada tiene un enfoque orientado al corto plazo (Dodgson, Gann y Salter 2008). Por su parte, el desarrollo experimental se refiere a la fabricación y puesta a prueba de un prototipo (INEC 2016).

Ahora bien, aunque el departamento de I+D es una fuente de información fundamental para que las empresas desarrollen nuevas tecnologías, muchas empresas logran innovar sin tener un departamento de I+D (Rammer, Czarnitzki y Spielkamp 2009). Es decir, existen otras fuentes internas de conocimiento que proveen de información relevante para el desarrollo de nuevas tecnologías (Dodgson, Gann y Salter 2008). En este sentido, uno de los departamentos más influyentes en el proceso innovador es el departamento de marketing (Prabhu 2014). En esta línea, Drucker (1974) señala que el marketing junto a la I+D son las funciones esenciales de las empresas. Mientras que el departamento de I+D desarrolla nuevas tecnologías, el marketing proporciona información importante para adaptarlas a las necesidades de los consumidores a través de la segmentación de mercados (Prabhu 2014). Así, el departamento de marketing puede contribuir a que toda la organización tenga una orientación al mercado que resulta clave para el éxito del proceso innovador (Slater y Narver 1998). Esto es así puesto que los consumidores pueden ser una fuente relevante para el desarrollo de nuevos productos (Von Hippel 1978). Por otro lado, el departamento de marketing contribuye al proceso de difusión de la innovación en los mercados (Prabhu 2014).

El departamento de distribución también puede aportar de información relevante al proceso innovador mediante nuevas formas de entrega de productos tecnológicamente mejorados (RICYT OEA CYTED 2001). En este sentido, el departamento de distribución también se preocupa de abaratar costos de producción e innovar en la comercialización de productos de la empresa. Por ejemplo, Twede (1992) reporta que la adopción de la innovación en el embalaje de productos de la empresa *Kimball* fue facilitada por una estrecha relación entre los concesionarios y transportistas contractuales de la empresa y su departamento de distribución, lo que disminuyó los costos en la compra y eliminación de materiales de embalaje.

El departamento de producción también puede proveer de información relevante para la innovación. Esto es así dado que gran parte de las innovaciones de proceso consisten en dar respuesta a los problemas específicos del proceso de producción, lo que a menudo implica mejoras operativas bastante rutinarias (Reichstein y Salter 2006). Así también, el departamento de producción puede proveer de información sobre los aspectos que deberían mejorarse en el desarrollo de nuevos productos cuando se integra con el departamento de I+D (Nihtilä 1999). El departamento de producción es el encargado de emplear tecnologías, maquinaria y equipos que adoptan las empresas y, por tanto, es factible que genere nuevas ideas derivadas en las mejoras en los procesos productivos (Reichstein y Salter 2006).

Otro departamento que puede contribuir a la innovación, más aun considerando el paradigma tecnológico¹ actual, es el departamento de tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El uso creciente de herramientas TIC en los procesos de diseño en ingeniería por ejemplo, así como la adopción de nuevas tecnologías, requiere de conocimientos tácitos e interacciones cara a cara entre el personal de las empresas para resolver problemas e innovar (Salter y Gann 2004). De esta manera, las TIC pueden beneficiar la I+D de las empresas de dos formas: primero, incrementando los rendimientos de la I+D mediante la generación de cadenas de nuevas innovaciones tecnológicas y, en segundo lugar, mejorando la efectividad de la I+D a través de la obtención, documentación e intercambio de conocimientos e información (Mohnen, Polder y Van Leeuwen 2018). Además, gracias a las oportunidades para el uso del internet y las tecnologías de visualización y acceso a ideas distribuidas en el mundo, el proceso de innovación ha sido estimulado (Dodgson y Gann 2018).

¹ Dosi (1982) define a un paradigma tecnológico como un “modelo” o “patrón” de soluciones a problemas tecnológicos seleccionados, basados en ciertos principios derivados de las ciencias naturales y tecnologías materiales seleccionadas.

El departamento de administración y finanzas también puede ser una fuente de información relevante para la innovación, ya que en cierto modo se encarga de coordinar la integración de las distintas fuentes internas y por tanto, de proveer de información que podría resultar relevante como parte de este proceso. En esta línea, la sola configuración y asignación de recursos a los departamentos involucrados en la innovación de la empresa no crean la innovación, si la gerencia no busca seguir la visión e impulso general de la empresa, así como asegurarse de que la innovación se basa en la realidad de la organización (Itonics-innovation 2019). Por su parte, el rol del departamento de finanzas es conseguir los recursos necesarios para poner en marcha los proyectos de innovación, así como maximizar el flujo de recursos y el valor para los accionistas de la empresa, lo cual es crucial para conectar al marketing y la innovación (Prabhu 2014).

Finalmente, en el caso de las empresas que forman parte de un grupo empresarial, la casa matriz u otras filiales del grupo podrían aportar al desarrollo de innovaciones. Si bien estas unidades no forman estrictamente parte de la empresa pueden ser consideradas como una de las fuentes internas de información para el desarrollo de innovaciones.

Como se ha visto, las fuentes de información relevantes para la innovación no sólo provienen del departamento de I+D (Dodgson, Gann y Salter 2008) sino que otras áreas funcionales pueden contribuir al proceso innovador. No obstante, la clave para el éxito innovador está relacionada con la integración de estas diversas fuentes de innovación (Cuijpers, Guenter y Hussinger 2011). En este sentido, el siguiente apartado discute, desde la teoría de la contingencia, la integración interdepartamental y el desempeño innovador para abordar cómo esta integración puede beneficiar o perjudicar el desempeño innovador de las empresas.

2. Teoría de la contingencia e innovación: complementariedades interdepartamentales

Desarrollada en las décadas de los 60s y 70s, la teoría de la contingencia analiza la diversidad de las formas organizacionales de las empresas y sus variaciones como respuesta a las demandas del contexto (Lam 2004). Sus autores plantean que la estructura más apropiada para la organización es la que se ajusta mejor o calza adecuadamente con una contingencia dada, como el contexto (Burns y Stalker 1961, Lawrence y Lorsch 1967), la tecnología (Woodward 1965, Perrow 1970) y la escala de operaciones (Pugh et al. 1969, Blau 1970). En tal sentido, la teoría de la contingencia contribuye a entender las relaciones entre la estructura de la

organización, su desempeño y la naturaleza de sus actividades y el contexto tecnológico. No obstante, pocos estudios analizan como la estructura de la empresa se relaciona con la innovación (Lam 2004).

Para abordar cómo las diferencias en la tecnología y el entorno del mercado influyen en la estructura de la organización y la gestión, Burns y Stalker (1961) investigaron las diferencias entre empresas manufactureras e identificaron dos tipos de organizaciones. Unas con estructuras rígidas, inmersas en ambientes estables y predecibles, que los autores describen como organizaciones mecánicas y, otras con disposiciones más flexibles para adaptarse a contextos cambiantes y complejos, que definieron como organizaciones orgánicas. En esta línea, Lawrence y Lorsch (1967a) ampliaron esta perspectiva, planteando que las organizaciones no responden como “un todo” a las demandas externas, sino que dentro de las organizaciones pueden coexistir diferentes partes o subsistemas, mecánicos y orgánicos, que atienden a las demandas funcionales de contextos específicos. En consecuencia, la estructura de la organización responde a las diferentes condiciones ambientales mediante la diferenciación y la integración (Lawrence y Lorsch 1967a, 1967b).

Lawrence y Lorsch (1967a) definen la diferenciación como la segmentación del sistema organizacional en subsistemas especializados con atribuciones específicas relacionadas con la división formal del trabajo, mientras que la integración implica la coordinación de estos subsistemas, es decir, la integración de las unidades o departamentos de la organización (Lawrence y Lorsch 1967). En este contexto, Lee y Walsh (2011) destacan que el nivel óptimo de integración en una organización es contingente con su nivel de diferenciación (especialización). Para esto, la integración de diferentes unidades funcionales de la organización requiere de una adecuada coordinación que supere las dificultades generadas por la especialización. Además, el nivel óptimo de integración depende de contingencias como la naturaleza del conocimiento que se comparte entre dichas unidades y las incertidumbres del contexto en el que se inserta la organización (Lee y Walsh 2011).

Por su parte, Teece (1999) sugiere que las diferencias en los arreglos organizacionales de las empresas además de adecuarse a los distintos contextos competitivos, también difieren por los tipos de innovación. Para desarrollar su argumento, el autor distingue dos tipos principales de innovación: autónoma y sistémica. La innovación autónoma es aquella que puede introducirse sin modificar el producto relacionado o sus procesos, tal como lo fue, por ejemplo, la

introducción en la década de 1950 de la dirección asistida en los automóviles. Inicialmente esta innovación no requería la modificación del diseño de los automóviles o sus motores, por tanto, se pudieron hacer con pequeñas estructuras autónomas que no requirieron una integración compleja. Al contrario, la innovación sistémica demanda una coordinación compleja entre los distintos subsistemas de la organización y, en consecuencia, beneficia a las organizaciones cuyas unidades internas están altamente integradas. Este es el caso de la tracción delantera de los automóviles en los años 80; innovación que requirió una reingeniería y mayor coordinación entre varios sistemas presentes en la fabricación de automóviles.

En esta línea, Nemetz y Fry (1988) y Berends, Vanhaverbeke y Kirschbaum (2007) sugieren que en un ambiente más complejo e incierto, la organización ve cómo se incrementa la necesidad de gestionar su ambiente a través de actividades integradoras entre sus diferentes unidades funcionales. Por su parte, Ettlie (1995) recalca la importancia de la integración entre las diferentes disciplinas y funciones de la organización frente a un contexto cambiante y competitivo con alta incertidumbre, complejidad y flexibilidad. Así también, el desarrollo de las tecnologías actuales, con un alto nivel de complejidad, necesita de conocimientos tácitos que se generan a través de la coordinación de distintos departamentos de la empresa (Chuma 2006). En este sentido, la teoría de la contingencia postula que las empresas requieren lograr un mayor grado de integración para mantener sus ventajas competitivas (Lam 2004).

Varios estudios sugieren que la integración de unidades organizacionales resulta fundamental para promover un adecuado desempeño de la organización, en particular, en la generación rápida de innovaciones (Burns y Stalker 1961, Lawrence y Lorsch 1967, Hage et al. 2008). De esta manera, se reconoce la necesidad de integrar, por ejemplo, los departamentos de I+D, marketing y producción para que las empresas puedan introducir productos de alta tecnología en el mercado (Song, Montoya-Weiss y Schmidt 1997). No obstante, también hay que tomar en cuenta que un proceso integrador interfuncional es insuficiente para acelerar el desarrollo de innovaciones en ausencia de una visión clara del producto esperado (Tessarolo 2007).

Por otro lado, existe evidencia de que la integración interdepartamental es positiva para la comercialización de la tecnología mediante el desarrollo de habilidades multidisciplinarias y diferentes funciones necesarias para la comercialización de estas innovaciones (Zahra y Nielsen 2002). Así también, la integración exitosa de los distintos departamentos genera

beneficios mediante la introducción de productos de mayor calidad y la reducción de los costos debido a la innovación de proceso (Cuijpers, Guenter y Hussinger 2011).

Ahora bien, los departamentos de las empresas pueden desarrollar separadamente perspectivas propias que actúan filtrando selectivamente la información y las ideas (Dougherty 1992). En tal sentido, existen orientaciones cognitivas que pueden constituirse en barreras para la integración interdepartamental exitosa, tales como los objetivos, plazos y formalidad (Lawrence y Lorsch 1967), los lenguajes (Tushman 1978), las percepciones (Dearborn y Simon 1958), las culturas ocupacionales (Van Maanen 1979, Barley 1984) y el poder (Riley 1983). Un ejemplo cotidiano corresponde a los conflictos que pueden generarse entre el departamento de I+D, con una visión a largo plazo enfocada en desarrollar nuevas tecnologías y la aplicación de las últimas tecnologías para sus productos y el departamento de marketing con una visión más interesada en ganar beneficios a corto plazo y dirigida a obtener mejoras incrementales en los productos de la empresa para satisfacer las demandas de sus consumidores (Lee y Walsh 2011). En consecuencia, la integración interdepartamental también puede tener efectos negativos en el desempeño innovador en términos de retraso y terminación de proyectos (Cuijpers, Guenter y Hussinger 2011).

Además, la integración de los distintos departamentos puede aumentar la carga administrativa y burocrática del proyecto innovador (Lee y Walsh 2011), lo que puede dificultar los procesos de creatividad y por ende, el proceso innovador (Souder y Chakrabarti 1978, Dougherty 1992). De hecho, podría resultar muy costoso coordinar las distintas fuentes de información y hacer que diferentes personas de distintos departamentos y con distintos antecedentes educativos formen parte del mismo proyecto, forzando el proyecto y ocasionando incrementos en los costes superiores a los esperados (Cuijpers, Guenter y Hussinger 2011).

3. Innovación y capacidades tecnológicas en países en desarrollo

Si bien existe evidencia que sugiere la existencia de complementariedades entre las distintas fuentes de información de las empresas (Serrano-Bedia, López-Fernández y García-Piqueres 2018), es importante contextualizar sus conclusiones a países desarrollados. Esto implica que las empresas innovadoras en estos contextos tienen suficientes capacidades de gestión y estructuras organizacionales flexibles como para permitir la integración multifuncional de trabajadores y departamentos en un proceso innovador exitoso (Lazonick y West 1998).

Ahora bien, en los países en desarrollo la mayoría de las empresas se encuentran en una fase de construcción de capacidades de gestión y tecnológicas que faciliten, posteriormente, procesos de innovación más sofisticados (Chaminade et al. 2011). En tal sentido, las capacidades técnicas de las empresas, particularmente las capacidades de ingeniería y diseño que permitan absorber la tecnología, son fundamentales en etapas tempranas del desarrollo (Bell 1984). Es luego de un proceso de aprendizaje en el que prima la prueba y el error, que las competencias de gestión de la innovación pueden contribuir a que las empresas locales aprovechen las capacidades tecnológicas que ya han desarrollado (Chaminade y Vang 2008).

Al respecto, Bell y Figueiredo (2012), señalan que las empresas manufactureras en contextos en desarrollo deben seguir progresivamente varios pasos para introducir procesos de innovación de mayor complejidad. Las fases iniciales comienzan implementando adaptaciones menores a las tecnologías existentes a través de personal técnico cualificado, continuando con la innovación incremental realizada por ingenieros en unidades organizadas para el desarrollo de producción y la introducción de mejores prácticas de marketing y de gestión (Bell y Figueiredo 2012). En consecuencia, las capacidades relacionadas con prácticas de gestión del conocimiento, estructuras organizacionales más flexibles y nuevas prácticas de comercialización son fundamentales para las empresas innovadoras.

De esta manera, la innovación en los países en desarrollo está relacionada con la construcción de capacidades internas (Viotti 2002). Además, la mayoría de las empresas se encuentran acumulando competencias y capacidades necesarias para involucrarse en diferentes formas de aprendizaje interactivo (Chaminade, Lundvall, et al. 2011). Frente a este contexto, es de esperar que las empresas en contextos en desarrollo tengan dificultades para conseguir sinergias interdepartamentales en su proceso innovador, puesto que las interrelaciones entre sus procesos, así como sus rutinas, son contingentes con el estado de desarrollo de sus capacidades de cara a la innovación. En países como Brasil y otros de la región, por ejemplo, no es fácil convencer a las organizaciones que se enfocan en el corto plazo, del inmenso valor de los procesos de aprendizaje de las empresas y, por ende, de la importancia de las interacciones entre el personal técnico especializado y los planificadores, que facilitan las conexiones y sinergias entre departamentos y equipos de trabajo (Arbix 2010). Asimismo, en varias economías latinoamericanas, las innovaciones consisten básicamente en cambios incrementales basados en la adquisición de maquinaria, equipo y tecnología desincorporada

para la producción (Crespi y Zuñiga 2012) más que en el desarrollo de capacidades de gestión de la innovación que corresponden a una etapa posterior (Bell 1984).

Capítulo 2

Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis

Antes de plantear el objetivo sobre la existencia de complementariedades entre los departamentos de la empresa que forman parte del proceso innovador, resulta pertinente analizar qué departamentos internos son relevantes para la innovación en el contexto de un país en desarrollo como Ecuador. Para ello se plantea el primer objetivo de investigación:

Objetivo 1. Determinar cuáles son los departamentos relevantes para la introducción de innovaciones de producto en el contexto de un país en desarrollo.

Para cumplir con el objetivo 1, se formula la siguiente pregunta de investigación:

Pregunta 1: ¿Cuáles son los departamentos que influyen en la introducción de innovaciones de producto en un contexto de país en desarrollo?

Considerando que en los países en desarrollo la innovación es de carácter imitativo e incremental (Arocena y Sutz 2002, Viotti 2002) es de esperar que la mayoría de las empresas no desarrollen estrategias basadas en el departamento de I+D. No obstante, es lógico suponer que aquellas empresas que desarrollan actividades formales de I+D, en un departamento de I+D, tengan una mayor probabilidad de introducir innovaciones de producto. Por su parte, los patrones innovadores más exitosos, de las empresas en contextos en desarrollo, se refieren a aquellos centrados en innovaciones organizacionales y de marketing (Fernández-Sastre y Reyes 2019). Por ende, es de esperar que el departamento de marketing tenga un rol importante en la introducción de innovaciones de producto en empresas de contextos en desarrollo. Finalmente, la mayoría de las empresas en contextos en desarrollo que forman parte de grupos empresariales pueden adoptar una estrategia dependiente de la casa matriz, (Freeman y Soete 1997), que se traduce como el seguimiento de los mandatos de la casa matriz o de la empresa líder del grupo. Por tanto, se esperaría que las otras empresas del grupo o la casa matriz sean una fuente interna relevante para la innovación en estos contextos. Asimismo, considerando que la innovación en países en desarrollo frecuentemente está asociada con la inversión en maquinaria y equipos para la producción (Arocena y Sutz 2002) se esperaría que el departamento de producción contribuya al desarrollo de ideas innovadoras para la introducción de nuevos productos. La hipótesis que se plantea entonces es:

Hipótesis 1. Los departamentos de I+D marketing, producción y otras empresas del grupo o casa matriz impactan positivamente en la introducción de innovaciones de producto en Ecuador.

Respecto a la existencia de complementariedades interdepartamentales, tal y como se ha señalado, la innovación es un proceso complejo y dinámico (Dosi y Nelson 2010), colectivo (Cuijpers, Guenter y Hussinger 2011) e interactivo (Love y Roper 2009) que requiere la participación de distintas unidades de la empresa encargadas de la investigación, diseño, desarrollo y producción de un producto nuevo (Gibson y Gibbs 2006). En tal sentido, desde un enfoque de gestión de la innovación, las interdependencias de dichas unidades son fundamentales para la introducción de innovaciones (Lewin, Massini y Peeters 2011).

Ahora bien, siguiendo los aportes de la teoría de la contingencia (Lam 2004), la integración de dichas unidades depende de una relación contingente que surge como respuesta a, por un lado, la diferenciación derivada de la división del trabajo (Lawrence y Lorsch 1967a) y la burocracia interna (Souder y Chakrabarti 1978, Dougherty 1992) y, por otro lado, a las características del ambiente (Burns y Stalker 1961, Lawrence y Lorsch 1967b, Teece 1999, Lee y Walsh 2011) como la incertidumbre y la complejidad (Ettlie 1995).

Por otro lado, si bien existe una considerable evidencia empírica sobre las complementariedades entre diversos elementos relevantes en los procesos innovadores, principalmente contextualizada en países desarrollados (ver por ejemplo: Arora y Gambardella 1990, Milgrom y Roberts 1995, Mohnen y Röller 2005, Cassiman y Veugelers 2006, entre otros), no existe un estudio que se refiera a las interdependencias de los departamentos de las empresas en contextos en desarrollo, así como tampoco en países desarrollados. Esto a su vez, lleva a la pregunta de investigación ¿las empresas innovadoras en el contexto de un sistema emergente de innovación consiguen complementariedades entre sus departamentos? Por tanto, el objetivo general de esta tesis es el siguiente:

Objetivo 2. Analizar la existencia de complementariedades entre los departamentos de las empresas en relación con la introducción de innovaciones de producto en un sistema emergente de innovación.

En tal sentido, la pregunta de investigación asociada a dicho objetivo quedaría formulada así:

Pregunta 2: ¿Qué integraciones interdepartamentales reflejan complementariedades en relación con la introducción de innovaciones de producto en un sistema emergente de innovación?

De acuerdo con la teoría de la contingencia, frente a la continua evolución del conocimiento aumenta el grado de complejidad de los nuevos productos; lo que requiere de la generación de interdependencias entre las diferentes áreas funcionales de las empresas (Lee y Walsh 2011). Por tanto, en un ambiente más complejo se incrementa la necesidad de integrar los diferentes departamentos de las empresas (Nemetz y Fry 1988, Ettlie 1995, Berends, Vanhaverbeke y Kirschbaum 2007). Así, se esperaría que en los países en desarrollo, la necesidad de las empresas generar complementariedades entre sus departamentos sea menor. Esto es debido a la innovación, en los países en desarrollo es de carácter adaptativo e incremental (Arocena y Sutz 2002, Viotti 2002, Fernández-Sastre y Reyes 2019). Además, el hecho de que las empresas de los países en desarrollo se encuentren en una fase de construcción de capacidades tecnológicas y de gestión sugiere que las empresas en estos contextos no tienen las capacidades necesarias para integrar las distintas fuentes internas en el proceso innovador, de tal manera que dicha integración genere sinergias y efectos sistemas en la introducción de productos innovadores (Kessler, Bierly y Gopalakrishnan 2000). Por tanto, la hipótesis quedaría formulada de la siguiente manera:

Hipótesis 2: Las empresas innovadoras en contextos en desarrollo no generan complementariedades entre los distintos departamentos de las empresas.

Capítulo 3

Datos y marco metodológico

1. Datos y variables

Se emplea la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación (ENAI) del año 2015, implementada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en Ecuador desde el 2011, a través de un cuestionario basado en el Manual de Bogotá (RICYT OEA CYTED 2001) y el Manual de Oslo (OECD/Eurostat 2005). La información más actualizada corresponde al periodo 2012 – 2014, con una muestra de 7.055 empresas (INEC 2016) en cuatro sectores económicos del Directorio de Empresas y Establecimientos Económicos (DIEE - INEC). La ENAI está estructurada en 15 secciones. En la octava sección, la más relevante para esta investigación, las empresas encuestadas valoran las fuentes de información internas y externas, y la cooperación con distintos tipos de socios en el desarrollo de innovaciones de producto y proceso.

Se depuró la base empleada de datos atípicos, observaciones perdidas en las variables relacionadas con la valoración de la importancia de las fuentes internas¹ y otras inconsistencias descritas a continuación. En primer lugar, se eliminaron las empresas que no registraron empleo y ventas en el periodo considerado. Además, las observaciones con inversiones atípicas en I+D y en otros gastos relacionados con innovación. Aquí están las empresas con un porcentaje promedio de inversión en I+D respecto a las ventas, mayor al 30 % y, las que invirtieron en capital fijo 5 veces más que los ingresos obtenidos por ventas. Finalmente, se eliminaron las empresas cuya cuota de mercado fue mayor al 95 % de las ventas promedio del sector al que pertenecen. De esta manera se obtuvo un total de 2609 empresas.

En la ENAI de Ecuador, la importancia de las fuentes internas de las empresas para las actividades de innovación se expresa como variables categóricas, por lo que no se puede derivar un conjunto de restricciones como desigualdades derivadas a partir de la teoría de la Supermodularidad y testear si las restricciones son aceptadas por los datos (Mohnen y Röller 2005). Con las variables seleccionadas se propone emplear una regresión logística, tal que:

¹ Las empresas que no realizaron actividades innovadoras ni lograron innovaciones de producto y proceso no completan la sección VIII de la ENAI.

$$\text{logit}(f) = X\beta + Z\theta + \Pi\alpha + \varepsilon \quad (1)$$

Donde X representa los niveles de importancia de los departamentos de las empresas en la generación de innovaciones, Z las variables de control recogidas por la literatura y Π las interacciones entre las variables Z incluidas en la estimación *logit*. Este modelo empírico tiene como variable de resultado una variable dicotómica que se refiere a la *innovación de producto*, es decir, que captura si la empresa ha introducido alguna innovación de producto durante el periodo 2012 – 2014 (*Tabla 3.1*). Para la inclusión de variables de control se siguen como base las estimaciones realizadas por Cassiman y Veugelers (2006) y Fernández-Sastre y Martín-Mayoral (2015).

Entre las variables de control se considera la *intensidad innovadora*, que se refiere a otros gastos innovadores que van más allá del I+D, tales como los esfuerzos innovativos de las empresas en: adquisición de maquinaria y equipos, hardware, software, tecnología desincorporada, contratación de consultorías y asistencia técnica, actividades de ingeniería y diseño industrial, capacitación del personal y estudios de mercado (Santamaría, Nieto y Barge-Gil 2009). La variable *intensidad I+D interno* recoge el monto per cápita de I+D invertido por la empresa en el 2014. Usualmente, esta variable se refiere a las mayores posibilidades de generar nuevos conocimientos en el desarrollo de productos nuevos o mejorados que tienen las empresas de I+D interno (Caloghirou, Kastelli y Tsakanikas 2004). Por otro lado, la variable *Fuentes externas de mercado* toma en cuenta la importancia promedio durante el 2014, de los clientes, consumidores, proveedores y competidores como fuentes de conocimiento. Con esta lógica, también se incluyen la variable *Fuentes externas institucionales* en tanto las universidades como fuentes de conocimiento externas valoradas por las empresas; así como, las fuentes públicas de conocimiento científico, tales como conferencias, bases de datos y revistas indexadas, que se capturan con la variable *Fuentes externas públicas* (Vega-Jurado et al. 2008). Asimismo, se considera la *intensidad de I+D externo* (Belderbos, Carree y Lokshin 2006).

La variable *Grupo internacional* refleja si la empresa forma parte de una multinacional y la variable *Grupo*, si la empresa forma parte de un grupo empresarial. Se incluye una variable dicotómica si la empresa es *Pública*. Si la empresa fue creada durante el 2012 – 2014 tiene el valor de 1 en la variable *Nueva* y, así también en *Establecida* si tiene más de 20 años de

operaciones. De igual manera si empleó la variable *Patente* si protegió las innovaciones durante el 2014. El tamaño de la empresa (*Tamaño*) se obtiene como el logaritmo natural del total de empleados. El porcentaje de trabajadores que se dedican a las áreas relacionadas con la innovación tales como I+D, sistemas y diseño e ingeniería también, es empleado como un *proxy* del *talento humano especializado*. La competitividad del ambiente en el que opera la empresa se recoge por el porcentaje de *exportaciones*.

Adicionalmente, se construyen variables *dummies* sectoriales con el objetivo de distinguir el desempeño de la empresa en los distintos sectores, junto con la robustez de dicho desempeño en los sectores incluidos que son nueve de acuerdo con la *Tabla 3.1*. En la siguiente tabla se presentan estas variables.

Tabla 3.1. Variables de control de la función de innovación de producto

Etiqueta	Descripción
Innovación de producto	1 si la empresa ha introducido bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados para la empresa o el mercado en el periodo 2012 – 2014
Grupo internacional	1 si la empresa forma parte de un grupo empresarial no localizado en Ecuador.
Grupo empresarial	1 si la empresa forma parte de un grupo empresarial.
Empresa pública	1 si la empresa es pública
Nueva	1 si la empresa comenzó sus actividades entre los años 2012 – 2014
Establecida	1 si la empresa tiene más de 20 años desde que opera
Tamaño	Logaritmo natural del total de empleados en 2014
Patente	1 si la empresa ha utilizado patentes para proteger sus innovaciones de producto o proceso durante el 2012 – 2014
Intensidad I+D interna	Logaritmo natural del promedio durante los años 2012 – 2014 del monto invertido en I+D interno dividido para el total de empleados.
Intensidad I+D externa	Logaritmo natural del promedio durante los años 2012 – 2014 del monto invertido en I+D externo dividido para el total de empleados.
Intensidad innovadora	Logaritmo natural del promedio durante los años 2012 – 2014 del monto invertido en esfuerzos innovativos: adquisición de maquinaria y equipos, hardware, software, tecnología desincorporada, contratación de consultorías y asistencia técnica, actividades de ingeniería y diseño industrial, capacitación del personal y estudios de mercado.
Fuentes externas institucionales	Promedio de la importancia de universidades, laboratorios de I+D
Fuentes externas de mercado	Promedio de la importancia de clientes, proveedores y competidores
Fuentes externas públicas	Promedio de la importancia de conferencias, publicaciones, bases de datos
Capital humano especializado	Porcentaje de empleados dedicados a las áreas funcionales de Informática y sistemas, Investigación y desarrollo e Ingeniería y Diseño Industrial.
Exportaciones	Porcentaje de exportaciones durante el 2012 – 2014
Manufactura Media baja	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector manufactura de media-baja intensidad tecnológica
Manufactura Media alta	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector manufactura de media-alta intensidad tecnológica
Manufactura Alta	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector manufactura de alta intensidad tecnológica
KNIBS	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector servicios no intensivos en conocimiento
KIBS	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector servicios intensivos en conocimiento
Proveedoras	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector suministro
Extractivas	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector minas y canteras
Construcción	Dummy sectorial. 1 si la empresa opera en el sector construcción

Fuente: ENAI, 2015.

En cuanto a los departamentos se incluyen todos los considerados en la ENAI – 2015, *Tabla 3.2*, por su importancia en el desarrollo de innovaciones en contextos en desarrollo (RICYT OEA CYTED 2001).

Tabla 3.2. Departamentos de las empresas

Etiqueta	Fuente interna	Descripción
I+D	Departamento de I+D	
Marketing	Áreas de marketing	Variables categóricas sobre el nivel de importancia de los departamentos en la generación de innovaciones de producto: 1 no utilizada, 2 baja, 3 media y 4 alta.
Producción	Área de producción	
Distribución	Área de distribución	
Finanzas	Área de administración y finanzas	
TICs	Área de sistemas	
Otras empresas del grupo	Otras empresas del grupo o casa matriz	

Fuente: ENAI, 2015.

En la **Tabla 3.3**

Tabla 3.3 se resume el porcentaje de empresas consideradas de acuerdo con el nivel de importancia de cada una de las fuentes internas consideradas en la generación de innovaciones de producto. Las fuentes internas más empleadas corresponden a las áreas de administración y finanzas (80 %), de producción (56 %) y de sistemas (55.7 %). Considerando el nivel alto de importancia el orden es: producción, finanzas y sistemas. Al contrario, el 26 % de las empresas ecuatorianas valoran con algún nivel de importancia al departamento de I+D y apenas el 20 % a otras empresas del grupo o la casa matriz.

Tabla 3.3. Frecuencia relativa del nivel de importancia de los departamentos en la innovación

Departamentos	No uso	Uso	Nivel de importancia del uso		
			Bajo	Medio	Alto
1. I+D	73.15	26.85	3.52	8.58	14.75
2. Marketing	53.66	46.34	10.19	18.15	18
3. Producción	43.93	56.07	6.4	18.38	31.29
4. Distribución	53.58	46.42	10.57	19.84	16.01
5. Finanzas	19.99	80.01	9.08	29.49	41.44
6. TICs	44.27	55.73	12.03	20.38	23.32
7. Otras empresas del grupo o casa matriz	79.02	20.98	5.32	6.51	9.15

Nota: La columna "Uso" es la suma de las columnas Bajo, Medio y Alto.

Fuente: ENAI, 2015.

En la **Tabla 3.4** se reportan las correlaciones de todas las fuentes internas para la generación de innovaciones. Como se observa, estas son mayores para las parejas de departamentos de Marketing y Distribución; Marketing y TICs; Finanzas y TICs; y Producción y Distribución. Es importante considerar que estas correlaciones son un primer indicio favorable para detectar

la presencia de complementariedades en estas parejas de departamentos; aunque, como se ha dicho previamente, esto es insuficiente para referirse a la complementariedad (Cassiman y Veugelers 2006, Miravete y Pernias 2006).

Tabla 3.4. Correlaciones de los departamentos que participan de procesos de innovación

	I+D	Marketing	Producción	Distribución	Finanzas	TICs	Casa matriz
I+D	1						
Marketing	0.307***	1					
Producción	0.304***	0.158***	1				
Distribución	0.183***	0.353***	0.333***	1			
Finanzas	0.0238	0.206***	0.0573**	0.256***	1		
TICs	0.172***	0.358***	0.0717***	0.268***	0.339***	1	
Casa matriz	0.1.60***	0.236***	0.0673***	0.161***	0.0963***	0.243***	1
<i>N</i>	2611						

Nivel de significancia: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Se señalan en gris los coeficientes significativos mayores.

Fuente: ENAI, 2015.

En las siguientes tablas se presentan estadísticas descriptivas de las variables empleadas en la estimación (**Tabla 3.5**) por departamentos (**Tabla 3.6**) y por sectores económicos (**Tabla 3.7** y **Tabla 3.8**).

Tabla 3.5. Promedios y desviaciones estándar de las variables

	Promedio	Desviación estándar
Innovación de producto	0.594	0.491
Grupo internacional	0.075	0.264
Grupo empresarial	0.199	0.399
Empresa pública	0.016	0.127
Nueva	0.048	0.214
Establecida	0.332	0.471
Tamaño	0.143	0.350
Patente	3.889	1.404
Intensidad I+D interna	1.575	2.444
Intensidad I+D externa	0.664	1.764
Intensidad innovadora	5.731	2.262
Fuentes externas institucionales	1.300	0.549
Fuentes externas de mercado	2.732	0.906
Fuentes externas públicas	1.873	0.744
Capital humano especializado	0.069	0.151
Exportaciones	0.049	0.183
Total de observaciones	2609	

Fuente: ENAI, 2015.

Tabla 3.6. Promedios y desviaciones estándar de las variables por uso del departamento de la empresa

	I+D	Marketing	Producción	Distribución	Finanzas	TICs	Otras
Innovación de producto	0.753 (0.431)	0.680 (0.467)	0.647 (0.478)	0.622 (0.485)	0.604 (0.489)	0.626 (0.484)	0.669 (0.471)
Grupo internacional	0.0884 (0.284)	0.0975 (0.297)	0.0710 (0.257)	0.0768 (0.266)	0.0714 (0.257)	0.0949 (0.293)	0.254 (0.436)
Grupo empresarial	0.270 (0.444)	0.249 (0.432)	0.213 (0.410)	0.220 (0.414)	0.194 (0.396)	0.237 (0.425)	0.527 (0.500)
Pública	0.0128 (0.113)	0.0124 (0.111)	0.0171 (0.130)	0.0149 (0.121)	0.0163 (0.127)	0.0199 (0.140)	0.0128 (0.113)
Nueva	0.0357 (0.186)	0.0273 (0.163)	0.0437 (0.205)	0.0380 (0.191)	0.0455 (0.208)	0.0358 (0.186)	0.0512 (0.221)
Establecida	0.421 (0.494)	0.392 (0.488)	0.378 (0.485)	0.371 (0.483)	0.334 (0.472)	0.360 (0.480)	0.404 (0.491)
Patente	0.217 (0.412)	0.196 (0.397)	0.168 (0.374)	0.187 (0.390)	0.157 (0.364)	0.181 (0.385)	0.208 (0.407)
Tamaño	4.452 (1.485)	4.202 (1.460)	4.115 (1.452)	4.069 (1.418)	3.921 (1.405)	4.171 (1.421)	4.515 (1.493)
Intensidad I+D interna	3.401 (2.699)	2.015 (2.653)	2.030 (2.619)	1.946 (2.624)	1.621 (2.453)	1.824 (2.573)	1.878 (2.658)
Intensidad I+D externa	0.998 (2.181)	0.838 (2.006)	0.768 (1.895)	0.745 (1.887)	0.714 (1.826)	0.807 (1.945)	0.846 (2.029)
Intensidad innovadora	6.106 (2.313)	5.986 (2.215)	5.936 (2.264)	5.926 (2.237)	5.826 (2.181)	5.914 (2.152)	6.147 (2.303)
Fuentes externas institucionales	1.539 (0.687)	1.447 (0.646)	1.383 (0.603)	1.424 (0.624)	1.348 (0.584)	1.423 (0.629)	1.516 (0.690)
Fuentes externas de mercado	2.941 (0.820)	3.027 (0.775)	2.874 (0.846)	3.067 (0.773)	2.871 (0.853)	2.978 (0.816)	2.955 (0.846)
Fuentes externas públicas	2.131 (0.793)	2.137 (0.757)	2.015 (0.761)	2.127 (0.755)	1.975 (0.744)	2.104 (0.735)	2.156 (0.781)
Talento humano especializado	0.102 (0.180)	0.0863 (0.169)	0.0712 (0.147)	0.0709 (0.145)	0.0676 (0.146)	0.0835 (0.165)	0.0795 (0.173)
Exportaciones	0.0692 (0.201)	0.0466 (0.168)	0.0674 (0.208)	0.0506 (0.181)	0.0493 (0.183)	0.0465 (0.172)	0.0562 (0.180)
<i>N</i>	701	1210	1464	1211	2088	1454	547

Entre paréntesis se muestra la desviación estándar

Fuente: ENAI, 2015.

Tabla 3.7. Utilización de departamentos por sector económico. Parte I

Sector Económico	Total		I+D		Marketing		Producción	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Baja	567	21.72	196	27.96	275	22.73	502	34.29
Media baja	151	5.78	53	7.56	72	5.95	125	8.54
Media alta	177	6.78	93	13.27	98	8.10	166	11.34
Alta	29	1.11	22	3.14	22	1.82	28	1.91
KNIBS	957	36.65	151	21.54	442	36.53	314	21.45
KIBS	478	18.31	135	19.26	232	19.17	187	12.77
Proveedoras	43	1.65	6	0.86	13	1.07	20	1.37
Extractivas	35	1.34	8	1.14	5	0.41	32	2.19
Construcción	174	6.66	37	5.28	51	4.21	90	6.15
Total	2611	100.00	701	100.00	1210	100.00	1464	100.00

La columna n se refiere a la frecuencia absoluta de empresas, mientras que % indica el porcentaje.

Fuente: ENAI, 2015.

Tabla 3.8. Utilización de departamentos por sector económico. Parte II

Sector Económico	Distribución		Finanzas		TICs		Otras	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Baja	348	28.71	450	21.54	268	18.42	111	20.26
Media baja	84	6.93	115	5.51	82	5.64	35	6.39
Media alta	109	8.99	136	6.51	100	6.87	43	7.85
Alta	23	1.90	26	1.24	25	1.72	14	2.55
KNIBS	431	35.56	780	37.34	549	37.73	214	39.05
KIBS	138	11.39	389	18.62	326	22.41	107	19.53
Proveedoras	21	1.73	32	1.53	24	1.65	4	0.73
Extractivas	12	0.99	24	1.15	6	0.41	4	0.73
Construcción	46	3.80	137	6.56	75	5.15	16	2.92
Total	1212	100.00	2089	100.00	1455	100.00	548	100.00

La columna n se refiere a la frecuencia absoluta de empresas, mientras que % indica el porcentaje.

Fuente: ENAI, 2015.

2. Supermodularidad y teoría de *lattices*

Topkis (1998) introdujo la supermodularidad en el estudio de las complementariedades. Este enfoque matemático permite formalizar la idea intuitiva de sinergias o efectos sistema (Milgrom y Roberts 1995), ya que provee un fenómeno relacional sobre cómo las partes de un sistema crean más valor cuando se combinan simultáneamente, en lugar de su ejecución aislada (Serrano-Bedia, López-Fernández and García-Piqueres 2018). En otras palabras, la supermodularidad es el enfoque formal para afirmar que “el todo es más que la suma de las partes” (Milgrom and Roberts, 1990). En el campo de la Economía, Milgrom y Roberts (1990, 1995) emplearon este enfoque para analizar las estrategias de empresas de manufactura y los sistemas de mercado por complementariedad. En este contexto, la complementariedad tiene que ver con cómo el valor económico o novedad es creado colectivamente en la empresa, a través de distintos factores que cuando interactúan, producen efectos sistema e

interrelaciones que superan los rendimientos que individualmente podrían alcanzar (Milgrom y Roberts 1995).

En la literatura empírica sobre complementariedades en la innovación, se observa que Cassiman y Veugelers (2006)² emplearon el enfoque propuesto por Milgrom y Roberts (1995) en el estudio de las complementariedades entre las actividades de I+D internas y la adquisición de conocimiento por parte de un grupo de empresas en la Unión Europea. Los autores proponen dos métodos empíricos en su investigación seminal: el enfoque directo (ED) que evalúa la complementariedad en sí misma, y el enfoque indirecto (EI) que evalúa los efectos que se supone son producidos por la presencia de la complementariedad entre las variables consideradas. En el primer caso, se emplea la correlación existente entre un grupo de variables seleccionadas, controlando o no por otras características, observables y no observables, pero que no requieren datos en la variable objetivo (Mohnen y Röller 2005). En el enfoque indirecto se plantea que si un factor produce un efecto sobre una determinada acción y está correlacionado con otra acción diferente, entonces ambas acciones son complementarias (Cassiman y Veugelers 2006). De acuerdo con Mohnen y Röller (2005) este enfoque implica restricciones excluidas, aunque no se puede emplear con más de dos elementos.

En resumen, de estos métodos, el enfoque indirecto permite analizar la complementariedad de las estrategias de la empresa (A_j , donde J es el total de estrategias y $j = 1, \dots, J$) en una función del desempeño innovador ($I(A_j, \theta_{ij})$) que es supermodular en las estrategias (A_j) de manera condicional a las características de la empresa (θ_{ij} con $i = 1, \dots, n$; n representa el total de empresas) (Mohnen y Röller 2005). En esta línea, de acuerdo con Catozzella y Vivarelli (2014) la inclusión de los insumos y sus interacciones en los modelos de innovación “genera problemas de multicolinealidad, por lo que este enfoque se puede testear sólo introduciendo los insumos como variables discretas (“sí” o “no” en lugar de cuánto) y usándolos para crear categorías no solapadas que permitan identificar todas las combinaciones de los insumos” (Catozzella y Vivarelli 2014, 183).

² De acuerdo con el buscador “*Google Scholar*”, esta es la investigación más citada sobre complementariedades en la innovación.

Considerando que la literatura empírica ha empleado ampliamente estos métodos, el objetivo de esta investigación es extender el enfoque directo a una función con variables aleatorias que caracterice la innovación de producto de una empresa, manteniendo las bases teóricas y empíricas del enfoque matemático de supermodularidad propuestas por Milgrom y Roberts (1990, 1995). Por tanto, antes de definir cuándo una función es supermodular, es necesario partir de la teoría de *lattices* (Topkis, 1998). De hecho, como se verá más adelante, exploramos una solución gráfica para el método que proponemos, por lo que la teoría de *lattices* será fundamental.

Como un punto de partida también, conviene notar que la noción de complementariedad empleada por los autores y aplicada a esta investigación se puede entender a través de la caja de *Edgeworth*: si involucrando más a un departamento específico de la empresa se incrementa el rendimiento de los demás departamentos involucrados, entonces los departamentos que participan del proceso son complementarios según *Edgeworth*. En esta línea, Milgrom y Roberts (1990, 1995) emplean estas bases para formalizar la selección de un conjunto de elementos que están (parcialmente) ordenados. Los autores³ mencionan que esto constituye una crítica al enfoque empleado en estudios previos:

La teoría de *lattices* destaca las complementariedades, moldea los rendimientos a escala con un rol de apoyo secundario pero importante para las complementariedades, relega menos ideas importantes (como la suavidad) para los roles de menor apoyo, y muestra que no existe un papel importante para las condiciones como la concavidad que a menudo han sido considerada destacada en modelos económicos neoclásicos (Milgrom y Roberts 1995, 181).

Teoría de *lattices*

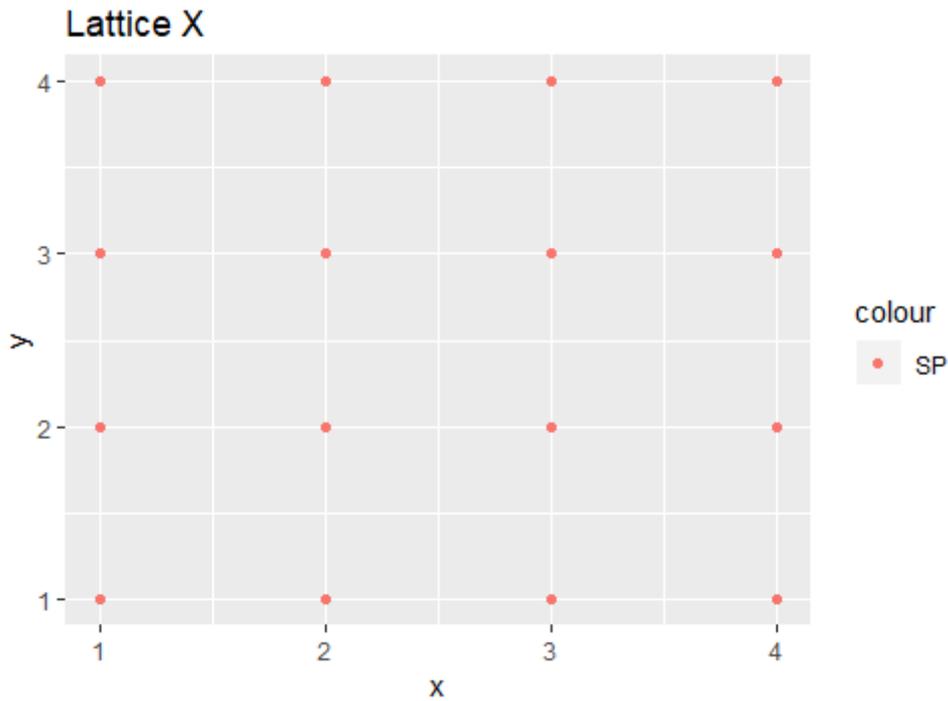
Un *lattice* (X, \geq) es un conjunto X con un orden parcial \geq que cumple la propiedad de que, para cada pareja de puntos $\{x, y\} \subset X$, existe el supremo⁴ para $\{x, y\}$ denotado por $x \vee y$ (llamado x unión y), así como el ínfimo⁵ para $\{x, y\}$ denotado por $x \wedge y$ (denominado x intersección y) en X . (Milgrom y Roberts 1990). El *lattice* es *completo* si para cada conjunto no vacío $T \subset X$, el ínfimo $(T) \in X$ y el supremo $(T) \in X$. Un *intervalo* es un conjunto de la forma $\{x, y\} \equiv \{z | y \geq z \geq x\}$. En la *Figura 3.1*, se muestra un ejemplo gráfico del *lattice* X .

³ Es importante notar que Milgrom y Roberts (1990, 1995) se refieren a *lattices* y *sublattices* euclídeos en \mathbb{R}^n .

⁴ El elemento más pequeño en el orden que es mayor que x y y .

⁵ El elemento más grande en el orden que es menor que x y y .

Figura 3.1. *Lattice X*



Fuente: ENAI, 2015.

Nótese que en este sentido, los números reales junto con un orden componente a componente forman un *lattice*, y cualquier subconjunto de la línea de los números reales es también un *lattice*. Así, en el espacio \mathbb{R}^n las operaciones de unión y de intersección están dadas por:

$$x \vee y = (\max\{x_1, y_1\}, \dots, \max\{x_n, y_n\})$$

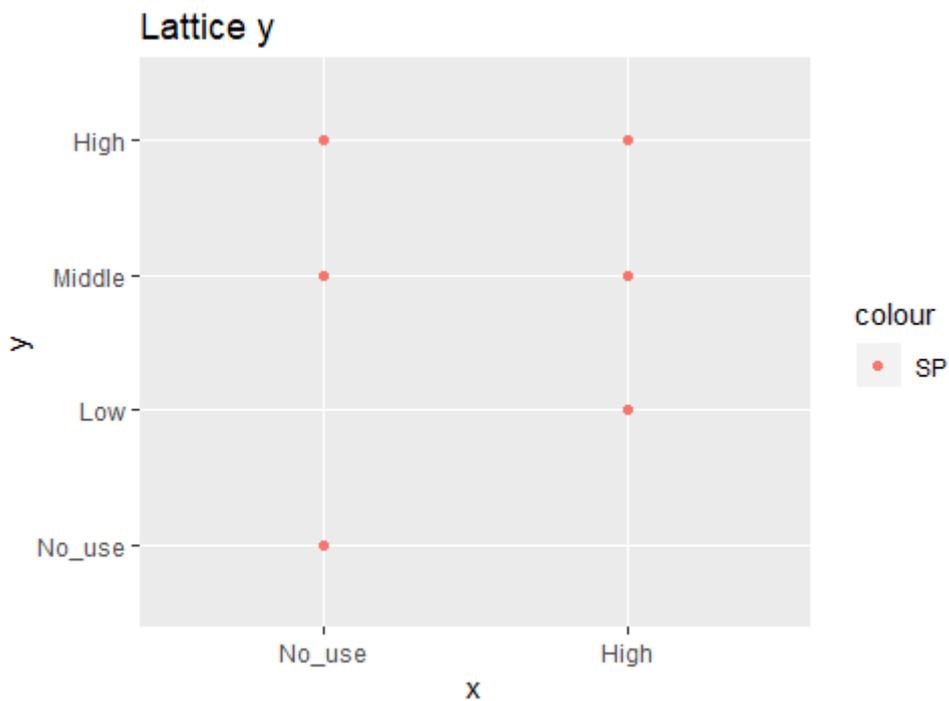
$$x \wedge y = (\min\{x_1, y_1\}, \dots, \min\{x_n, y_n\})$$

Dado un *lattice* (X, \geq) , un *sublattice* es un subconjunto S de X cerrado bajo las operaciones unión e intersección. Un *sublattice completo* S es un *sublattice* tal que el ínfimo y el supremo de cada subconjunto de S está en S . Un subconjunto que es un *lattice* o *lattice* completo en sí mismo no puede ser un *sublattice* o *sublattice* completo de un *lattice* más grande, porque los supremos e ínfimos relevantes están definidos en relación con el original, el *lattice* más grande (Milgrom y Roberts 1990).

Es decir, un subconjunto de \mathbb{R}^2 , por ejemplo, con un orden componente a componente es un *sublattice* si y solo si los límites no involucran porciones con pendientes negativas. Así, en la *Figura 3.1* por ejemplo, el espacio conformado por todos los puntos rojos (SP) conforma un

lattice. De igual manera, cualquier combinación de dichos puntos que se pueda graficar como un cuadrilátero (cuadrado o rectángulo) conforma un sublattice. Por otro lado, en la *Figura 3.2* únicamente la porción del espacio delimitada por los puntos $\{(no\ use, middle), (high, high)\}$ $\{(no\ use, high), (middle, high)\}$ representa un *lattice*. Todas las demás combinaciones y también los puntos individuales en esta figura no conforman un *lattice*, ni tampoco, un *sublattice* en su defecto.

Figura 3.2. *Lattice Y*



Fuente: ENAI, 2015.

Sobre lo anterior, se desarrolla el segundo elemento destacado por Milgrom y Roberts (1990, 1995) para el estudio de las complementariedades: la función objetivo.

Supermodularidad de la función objetivo

Dada una función f con valores reales en un *lattice* X , se dice que f es supermodular y sus argumentos son complementarios según *Edgeworth* si y sólo si para cualquier x y y en X :

$$f(x) - f(x \wedge y) \leq f(x \vee y) - f(y)$$

Donde $x \wedge y$ denota el elemento más pequeño mayor que x y y , $x \vee y$ denota el elemento más grande menor que x y y . Reordenando los términos e introduciendo los operadores \uparrow que se lee como máximo y \downarrow que indica el mínimo, la función f es supermodular si:

$$f(x \uparrow y) + f(x \downarrow y) \geq f(x) + f(y) \quad \text{Ec. (2)}$$

Nótese que en los ejemplos mencionados previamente (*Figura 3.1* y *Figura 3.2*) se tiene que cualquier movimiento paralelo de izquierda a derecha y abajo hacia arriba en un *sublattice* implica que el cambio en una función que va del componente con el menor elemento a cualquier otro elemento es menor que el cambio de cualquiera de estos elementos al componente con el mayor elemento. Milgrom y Roberts (1995) destacan en este punto que la complementariedad es simétrica: si haciendo más de una actividad x se incrementa el valor de incrementar una actividad y entonces, incrementar y también incrementa el valor de incrementar x . Como otro punto importante, los autores destacan que cualquier función de una sola variable real es trivialmente supermodular, ya que si f es diferenciable continuamente dos veces, la condición planteada en la definición equivale a que la función f tenga derivadas parciales mixtas no negativas (Milgrom y Roberts 1995).

Finalmente, se resalta una propiedad de la supermodularidad para continuar con el desarrollo de la metodología (Milgrom y Roberts 1995). La supermodularidad es equivalente matemáticamente a que, para cada x y y , el incremento de las ganancias de cada componente de y_i a x_i sea mayor que las ganancias producidas por los incrementos individuales, dados x y y (dos puntos en \mathbb{R}^n con x estrictamente mayor que y). Así se tiene que:

$$f(x) - f(y) \geq \sum_{i=1}^n [f(x_i, y_{-i}) - f(y)]$$

Este enfoque ha sido empleado a diversos estudios para explorar las complementariedades en estrategias de innovación, obstáculos a la innovación, e incluso, formas de innovación. Sin embargo, el objetivo metodológico es incluir un componente aleatorio de las variables económicas en la función de innovación. Por tanto, sobre esta base se propone emplear la Ec. 1, para una función f que sea supermodular sobre un *lattice* X . Siguiendo la pregunta de investigación, se plantea que f es una función de la innovación de producto de las empresas y

X es un *lattice* conformado por las combinaciones de las variables de interés, que corresponden a los vectores aleatorios de las fuentes internas de las empresas. En otras palabras, lo que interesa analizar para hacer referencia al rendimiento que producen las variables empleadas en la función que consideren un componente aleatorio es la distribución de probabilidad de f .

2.1. Dominancia estocástica

Shaked y Shanthikumar (1997) describen algunas propiedades para vectores aleatorios y posteriormente, Meyer y Strulovici (2013) desarrollan sobre una función objetivo la comparación de distribuciones multivariantes que siguen un “orden de supermodularidad estocástica”. Lo anterior conduce a que se emplee el concepto de dominancia estocástica en la condición de la función objetivo que es supermodular. Whang (2019) desarrolla el concepto de dominancia estocástica de primer orden y dominancia estocástica de segundo orden. Básicamente, la dominancia estocástica de segundo orden permite considerar el supuesto de concavidad de las variables económicas. De acuerdo con Whang (2019), se tiene que:

Sean x y y dos variables aleatorias continuas, cuyas funciones de distribución acumulada está dada por F_x y F_y respectivamente. Para $k = 1, 2$ sea $Q_k(\tau) = \inf\{x : F_{xk}(x) \geq \tau\}$ denotan la función cuantílica de F_{xk} . Finalmente, U_1 denota el tipo de todas las funciones monótonamente crecientes, que se expresa como:

$$U_1 = \{\mu(\cdot) : u' \geq 0\}$$

Dominancia estocástica de primer orden

Se dice que la variable aleatoria x domina en primer orden estocásticamente a la variable aleatoria y , denotado por $F_x \geq_1 F_y$, si cualquiera de las siguientes condiciones se mantiene:

1. $F_x(\varepsilon) \leq F_y(\varepsilon)$ para todos los $\varepsilon \in \mathbb{R}$.
2. $E[\mu(x)] \geq E[\mu(y)]$ para todo $u \in U_1$
3. $Q_x(\tau) \geq Q_y(\tau)$ para todo $\tau \in [0,1]$

Esta es la definición de dominancia estocástica débil. Si las desigualdades se mantienen como desigualdades estrictas para algunos $\varepsilon \in \mathbb{R}$, algunos $u \in U_1$ y algunos $\tau \in [0,1]$, entonces la

definición expresa dominancia estocástica fuerte; mientras que se tiene dominancias estocásticas estricta si en las desigualdades se mantiene la desigualdad estricta para todos los $\varepsilon \in \mathbb{R}$, todos los $u \in U_1$ y todos los $\tau \in [0,1]$.

Por su parte, para definir la dominancia estocástica de segundo orden, sea:

$$U_2 = \{\mu(\cdot): u' \geq 0, u'' \leq 0\}$$

Dominancia estocástica de segundo orden

Se dice que la variable aleatoria x domina en segundo orden estocásticamente a la variable aleatoria y , denotado por $F_x \geq_2 F_y$, si cualquiera de las siguientes condiciones se mantiene:

1. $\int_{-\infty}^{\varepsilon} F_x(t) dt \leq \int_{-\infty}^{\varepsilon} F_y(t) dt$ para todos los $\varepsilon \in \mathbb{R}$.
2. $E[\mu(x)] \geq E[\mu(y)]$ para todo $u \in U_2$
3. $\int_0^{\tau} Q_x(p) dp \geq \int_0^{\tau} Q_y(p) dp$ para todo $\tau \in [0,1]$

Para la dominancia estocástica de segundo orden, el área acumulada bajo la función F_x debe ser menor que su contraparte bajo la función F_y sobre cualquier valor de x . Si x domina en primer orden estocásticamente a y , o equivalentemente, si $F_x(\varepsilon)$ es menor que $F_y(\varepsilon)$ para todo ε , entonces es fácil notar que x domina en segundo orden estocásticamente a y , pero lo inverso no es verdadero.

Aplicación de la dominancia estocástica de segundo orden a la condición de supermodularidad

En la búsqueda de una función supermodular sobre un *lattice* de variables aleatorias, es posible reformular la **Ec. 1**, en términos de dominancia estocástica de segundo orden. Para el efecto, se provee de un desarrollo que considera la condición 3 presentada previamente.

Nótese que:

$$E[\mu(x)] - E[\mu(y)] = \int_{-\infty}^{\infty} [F_y(\varepsilon) - F_x(\varepsilon)] u'(\varepsilon) d\varepsilon$$

Además, considerando que la función f tiene un conjunto de variables además del *lattice* X de interés, se puede reformular la **Ec. 1** también considerando el conjunto de variables z , de tal manera que la complementariedad de los elementos de X de la función f sea condicional a z . Así, se tiene que:

$$\begin{aligned}
E[\mu(x \uparrow y)] + E[\mu(x \downarrow y)] &\geq E[\mu(x)] + E[\mu(y)] && \text{Ec. (3)} \\
\int_{-\infty}^{\infty} [F_y(\varepsilon) \uparrow F_x(\varepsilon)] u'(\varepsilon) d\varepsilon + \int_{-\infty}^{\infty} [F_y(\varepsilon) \downarrow F_x(\varepsilon)] u'(\varepsilon) d\varepsilon &\geq \int_{-\infty}^{\infty} [F_y(\varepsilon) + F_x(\varepsilon)] u'(\varepsilon) d\varepsilon \\
\forall \hat{z}: P(z \geq \hat{z}|y) &\geq P(z \geq \hat{z}|x \downarrow y)
\end{aligned}$$

Por lo que, aplicado al test de supermodularidad se tiene que:

$$\begin{aligned}
P(z \geq \hat{z}|x \uparrow y) + P(z \geq \hat{z}|x \downarrow y) &\geq P(z \geq \hat{z}|x) + P(z \geq \hat{z}|y) \\
1 - F(z; x \uparrow y) + 1 - F(z; x \downarrow y) &\geq 1 - F(z; x) + 1 - F(z; y) \\
F(z; x \uparrow y) + F(z; x \downarrow y) &\leq F(z; x) + F(z; y) \\
\int_{-\infty}^{\varepsilon} G(\delta; x \uparrow y) + \int_{-\infty}^{\varepsilon} G(\delta; x \downarrow y) &\leq \int_{-\infty}^{\varepsilon} G(\delta; x) + \int_{-\infty}^{\varepsilon} G(\delta; y) && \text{Ec. (4)} \\
\text{Con } G(\delta; x \uparrow y) &= \frac{1}{T} \sum 1_{\{\varepsilon=\delta\}}
\end{aligned}$$

Tal que $\hat{\varepsilon} = h(\beta, \vartheta)$ que se refiere a los coeficientes de la función f .

Integrando este desarrollo y la definición de supermodularidad, se plantea que la función objetivo f es supermodular en un *lattice* X si y sólo si existe al menos un *sublattice* para el cual G cumple la condición Ec. 3 en cada punto del *sublattice*.

Con este enfoque, se relaja la restricción sobre la cantidad (usualmente hasta 4) y el tipo de elementos que conforman X (que en este caso corresponden a la valoración que las empresas hacen de sus fuentes internas en la generación de innovaciones de producto). En varias investigaciones como se ha reseñado previamente, este tipo de variable se trataría como dicotómica, y se testearían a lo sumo combinaciones de cuatro fuentes por la cantidad de desigualdades que se generan siguiendo el método denominado directo. Para este caso, por otro lado, este desarrollo permite emplear vectores x de dimensión n (es decir, tuplas de combinaciones en general) y en donde cada elemento de dicho vector corresponde a la valoración de una fuente en particular que toma valores diferentes a 0 y 1.

Así, para testear la complementariedad digamos de los siete departamentos consideradas por la ENAI con valores categóricos de 1 a 4, se tendría que $x_i = (F_{i1}, F_{i2}, F_{i3}, F_{i4}, F_{i5}, F_{i6}, F_{i7})$ y $y_j = (F_{j1}, F_{j2}, F_{j3}, F_{j4}, F_{j5}, F_{j6}, F_{j7})$ representan dos puntos del *lattice* X de las fuentes internas (departamentos). Por tanto, lo que requiere la metodología es encontrar una función objetivo que no sea trivialmente supermodular (Milgrom y Roberts 1995) y a su vez, construir las funciones de distribución acumulada en cada uno de los puntos del *lattice* de combinaciones de los departamentos que presenten una relación positiva y significativa con la variable de respuesta de la función de innovación. Para el primer caso, se plantea encontrar una función que incluya interacciones entre variables de control y de interés. En segundo lugar, para construir las funciones de distribución acumuladas que se emplearán en la Ec. 3 se emplea *bootstrapping*. Con este marco metodológico presentado hasta aquí, se construyó un algoritmo en R empleando la estrategia empírica que se describe a continuación.

2.2. Estrategia empírica

Siguiendo el objetivo de esta investigación, se busca testear todas las *tuplas* que se formen por la combinación de los departamentos que participen en la introducción de nuevos productos. Estas *tuplas* serán combinaciones de dimensión k dados n departamentos, con $n \leq k$:

$$C_n^k = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

Por tanto, en total se podrían tener 45 *tuplas* incluyendo duplas de departamentos ($k = 2$), triadas ($k = 3$), tétradas ($k = 3$), y así sustantivamente. Es decir, se pueden testear $n -$ *tuplas* en la búsqueda de complementariedades; no obstante, la solución gráfica directa es factible para duplas y triadas.

Asimismo, es importante considerar que los resultados se refieren al nivel de importancia (no utilizada= 1, baja=2, media=3 y alta=4) que la empresa otorga a la información proveniente de cada departamento en su proceso innovador. En consecuencia, las combinaciones interdepartamentales analizadas reflejan las posibilidades de valorar la importancia de cada departamento en la integración de manera condicional a la función de innovación. Por tanto, la cantidad de posibles puntos depende de k y se expresa como 4^k . Así por ejemplo, si se están analizando las duplas ($k = 2$) se tienen 16 puntos en el espacio conformado por cada pareja, en las triadas ($k = 3$) hay 64 puntos, y en la tupla de cuatro elementos ($k = 4$) 256. En

tal sentido, considérese el caso hipotético de que incrementando la importancia del departamento de I+D en la integración con el departamento de producción, se incrementen también los rendimientos de este último y, por ende, mejora el desempeño innovador. Entonces, se diría que los *departamentos de I+D y Producción* son complementarios en función de la relevancia otorgada a cada uno de ellos.

Por otro lado, cabe notar que incrementar el valor (en este caso la importancia) de uno de los departamentos nunca impide que uno aumente también los niveles de importancia del resto de departamentos que forman parte de la combinación analizada y, de manera similar, disminuir el nivel de importancia nunca impide que se requiera disminuir el de otros, lo que permite moverse en el espacio definido por cada combinación específica. Asimismo, nótese que el test de supermodularidad siempre considera dos puntos (x, y) del espacio conformado en cada combinación. Por ejemplo, si $x, y \in \mathbb{R}^3$ reflejan los niveles de importancia de la triada de departamentos: $\{Dep. 1, Dep. 2, Dep. 3\}$, tal que:

$$\begin{aligned} x &= \{Baja, Media, Media\} = (2,3,3) \\ y &= \{Media, Media, Media\} = (3,3,3) \end{aligned}$$

Entonces, el test propuesto considera los puntos (x, y) existentes en el espacio definido por los 64 puntos factibles de esta triada.

Teniendo en cuenta lo anterior, lo primero que se requiere es estimar un modelo econométrico de la función de innovación. La ecuación estimada es la siguiente:

$$f(I, X, Z) = X\beta + Z\theta + \Pi\alpha + \varepsilon \quad (Eq. 5)$$

Donde f es la innovación de producto expresada como una función lineal que considera el nivel de importancia de los departamentos sobre los que se testeará la complementariedad (X), las variables de control (Z) y las interacciones entre las variables del modelo (Π). β, θ, α , y ε se estiman mediante una regresión logística. Se incluyen las interacciones para evitar cualquier forma trivial de una función supermodular (Milgrom and Roberts 1995).

Dado que estas interacciones se derivan de las variables de la función objetivo se emplea un algoritmo iterativo de búsqueda de la mejor regresión.⁶

Una vez que la función objetivo ha sido identificada, se requiere construir funciones de distribución acumulada para implementar el test de supermodularidad con enfoque estocástico. Esta construcción es empírica con el objetivo de no tener que asumir formas para las distribuciones de las variables, sino estimar empíricamente la distribución completa de las muestras. Las muestras se obtienen mediante la estimación de coeficientes por *bootstrapping*. Se trata a la muestra como la población y se conduce un procedimiento de Monte-Carlo sobre las muestras, para conseguir n_boot “re-muestras” de la muestra original con muestreo aleatorio con reemplazo (Mooney y Duval 1993). Como resultado, se generan muestras de dimensión $n_boot \times \beta$, es decir n_boot muestras (o réplicas) para cada β estimado en la función objetivo.

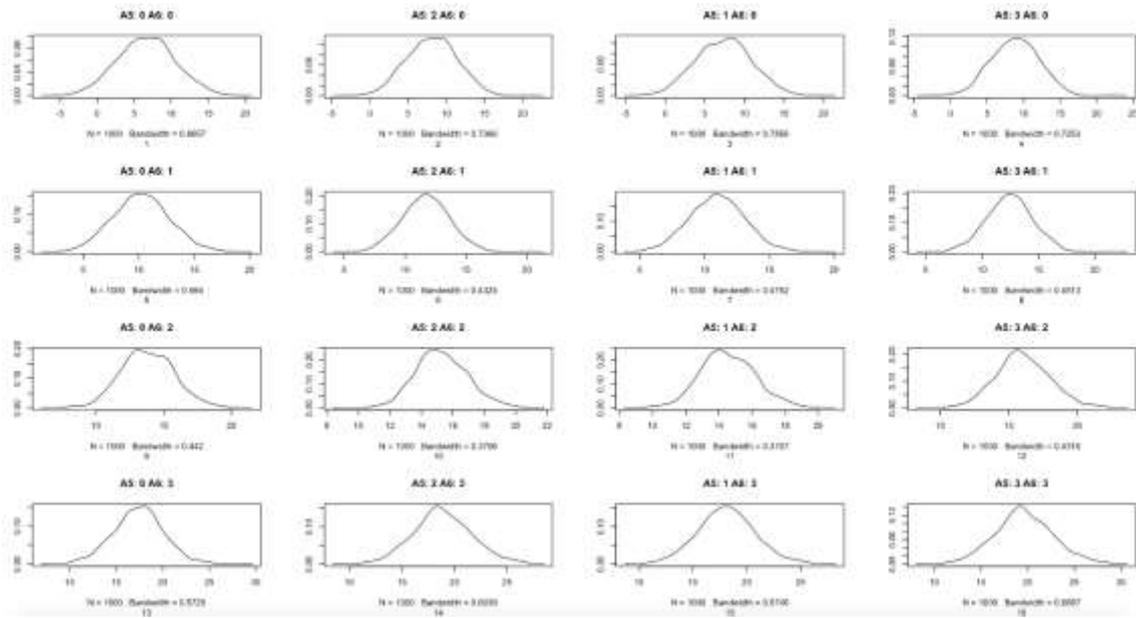
Es posible generar distintas funciones de distribución de la variable dependiente como el siguiente gráfico con el bootstrapping generado hasta el momento; no obstante, para que se pueda implementar el test considerando cada combinación posible de las variables de interés es importante que estas distribuciones recorran el espacio de las variables de interés. Es decir, cada uno de los puntos que conforman el *lattice* X . Por tanto el resultado estimado de la función objetivo se obtiene a partir de un cubo de datos cuya dimensión es el número de bootstrapping (n_boot), la cantidad de β estimados y el total de puntos que conforman el *lattice* X ; tal que:

$$d = n_boot \times (n \times k) \times \partial \times C_k^n \quad (5)$$

Donde n_boot es la cantidad de muestras generadas mediante bootstrapping, $n \times k$ es la dimensión de la matriz de las variables de control y sus interacciones y, $\partial \times C_k^n$ es el número de puntos de las parejas posibles de n fuentes internas tomadas tuplas de k . Nótese en este sentido que el test crece exponencialmente a medida que se incluyen más elementos.

⁶ Ver función *stepwise* en R.

Figura 3.3. Funciones de distribución de la variable dependiente de la función objetivo



Fuente: ENAI, 2015.

Una vez construido el cubo de datos se puede emplear el test presentado en la Ec. 3. Nótese que se obtienen las funciones de distribución acumuladas empíricas⁷ de f . El resultado del algoritmo provee de los puntos del *lattice* X para los que se cumple la Ec. 3. Como se ha mencionado previamente, se concluye que existe complementariedades entre los elementos considerados en X si y solo si los puntos que cumplen el *test* forman parte de un *lattice* o *sublattice* de X . Como se había planteado anteriormente, la razón para estar interesados en *sublattices* es que la elección X sobre un *sublattice* expresa una clase de complementariedad técnica (Milgrom y Roberts 1995). Como se mencionó previamente, es posible identificar gráficamente un *lattice* o *sublattice* para duplas y triadas, sin embargo las duplas de dimensión mayor o igual a 4 requieren una técnica diferente que no se propone desarrollar en esta investigación.⁸

A continuación, se resumen el algoritmo “FLACSO – EC” que se implementó en R:

- i. Encontrar la función objetivo (f) con interacciones de los parámetros. Los algoritmos de búsqueda iterativa pueden ser útiles (*forward*, *backward*, *stepwise*).

⁷ Se emplea la función ECDF en R: <https://www.rdocumentation.org/packages/Hmisc/versions/4.2-0/topics/Ecdf>

⁸ Se puede construir una función que construya una esfera a partir de un punto dado en un conjunto de elementos entre los que se está testeando las complementariedades. El punto de inicio, así como los puntos que vayan construyendo la esfera deben ser puntos en los se cumpla la condición de complementariedad. La formación de la esfera equivaldría a la existencia de un *lattice*.

- ii. Estimar el vector β mediante *bootstrapping* y almacenar sus coeficientes.
- iii. Generar un cubo de datos de dimensión d con los coeficientes estimados en el paso anterior. Este cubo tiene n_{boot} replicas de f .
- iv. Construir empíricamente funciones de distribución acumulada (ECDF) de las réplicas de f .
- v. Implementar el test de supermodularidad con enfoque estocástico en cada punto de X .
- vi. Graficar los puntos en los cuales se cumple la condición de supermodularidad. Si esos puntos forman un *lattice*, entonces la combinación específica de departamentos sugiere la existencia de complementariedades técnicas en la innovación de producto.

Capítulo 4

Resultados

1. Función de innovación de producto

La **Tabla 4.1** presenta los resultados de la estimación *logit* que muestra qué departamentos internos son relevantes de cara a la introducción de nuevos productos, así como del resto de variables de control. Antes de comenzar con la interpretación de los coeficientes asociados con los departamentos internos, empezaremos interpretando las variables de control que afectan significativamente a la introducción de nuevos productos. En primer lugar, se observa que el *Tamaño* de la empresa está positivamente relacionado con la probabilidad de introducir nuevos productos, aunque es sólo significativo al 90 %. Esto no resulta sorprendente dado que las grandes empresas tienen una serie de ventajas como mayor acceso a recursos y mercados de crédito, economías de escala en I+D, mayores niveles de diversificación, conexión con la economía internacional, entre otras, que aumentan la efectividad de los procesos de innovación de cara a la introducción de nuevos productos (Hagedoorn 1996). Por su parte, las empresas *Nuevas* tienen una mayor propensión a introducir nuevos productos en el mercado, también al 90 % de significancia. Esto sugiere que las empresas nuevas requieren de la introducción de un nuevo producto para poder competir con las establecidas (Freeman y Engel 2007). Por otro lado, la relación significativa del uso de *Patentes* con el desempeño innovador, sugiere que las empresas que protegen sus innovaciones tienen una mayor probabilidad de introducir innovaciones de producto puesto que la protección formal impide la imitación por parte de la competencia. Además, se observa que el esfuerzo en I+D interna (*Intensidad de la I+D interna*) afecta positivamente a la introducción de nuevos productos. Esto no resulta sorprendente puesto que este tipo de inversiones suelen ser de las más importantes de cara al desarrollo de nuevos productos; sin embargo, el resultado no significativo de la *intensidad en I+D externa* sugiere que las empresas todavía no tienen las suficientes capacidades de absorción como para integrar exitosamente la I+D desarrollada externamente en su proceso innovador (Cohen y Levinthal 1989). De igual manera, el esfuerzo en otros gastos diferentes a la I+D (*Intensidad innovadora*). Estas inversiones están principalmente relacionadas con la adopción tecnológica más que con el desarrollo de nuevos productos (Chaminade et al. 2011).

Tabla 4.1. Estimación del desempeño innovador de las empresas ecuatorianas

	Innovación de producto	
I+D	0.176 ^{***}	(3.49)
Marketing	0.464 ^{***}	(5.49)
Producción	0.146 [*]	(2.24)
Distribución	-0.0697	(-0.54)
Finanzas	-0.110	(-1.49)
TICs	-0.111 [*]	(-2.52)
Otras empresas del grupo	0.222 [*]	(2.07)
Grupo internacional	0.146	(0.30)
Grupo empresarial	0.0681	(0.47)
Empresa pública	0.260	(0.65)
Nueva	1.369 [*]	(2.53)
Establecida	0.0447	(0.45)
Tamaño	0.304 [*]	(2.27)
Patente	0.121 ^{**}	(3.18)
Intensidad I+D interna	0.105 ^{***}	(4.90)
Intensidad I+D externa	0.0175	(0.66)
Intensidad innovadora	0.0186	(0.94)
Fuentes externas institucionales	-0.172	(-1.81)
Fuentes externas de mercado	0.279 ^{***}	(4.78)
Fuentes externas públicas	0.131	(1.70)
Capital humano especializado	0.754 [*]	(2.22)
Exportaciones	-1.136 ^{***}	(-4.36)
Manufactura Media baja	0.0506	(0.25)
Manufactura Media alta	0.318	(1.53)
Manufactura Alta	-0.0770	(-0.17)
KNIBS	-0.454 ^{***}	(-3.45)
KIBS	0.633 ^{***}	(3.90)
Proveedoras	0.132	(0.33)
Extractivas	-0.530	(-1.39)
Construcción	-0.378	(-1.95)
Marketing – Distribución	-0.136 ^{***}	(-4.18)
Producción – Casa matriz	-0.0830 [*]	(-2.35)
Distribución – Finanzas	0.0775 [*]	(2.09)
Finanzas – Emprendimiento	-0.368 [*]	(-2.12)
TICs – Grupo internacional	-0.287	(-1.81)
Casa matriz – Grupo internacional	0.285	(1.87)
Constante	-1.881 ^{***}	(-5.29)
<i>Total de observaciones</i>	<i>2609</i>	

Estadístico z entre paréntesis. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Fuente: ENAI, 2015.

Respecto a las fuentes externas de información, sólo aquella información proveniente del mercado (*Fuentes externas del mercado*: clientes, consumidores, proveedores y competidores) influye o se relaciona con la introducción de productos en el mercado. Sin embargo, la información proveniente de instituciones de ciencia y tecnología (*Fuentes externas institucionales*), así como otras fuentes de libre acceso (*Fuentes externas públicas*) no se relaciona con la introducción de nuevos productos en el mercado. Esto podría

indicar que, debido a la innovación de productos en países en desarrollo tienen un carácter imitativo o incremental, solo la información proveniente del mercado resulta relevante para el desarrollo de productos (Chandra y Neelankavil 2008) y que las empresas no tienen las suficientes capacidades para integrar las otras fuentes de información en su proceso innovador (Chaminade, Lundvall, et al. 2011, Niembro 2017). Además, como se ha dicho previamente, las empresas requieren desarrollar sus capacidades técnicas y de gestión de la innovación antes de que el conocimiento científico cobre una mayor relevancia en los procesos innovadores (Chaminade et al. 2011, Bell y Figueiredo 2012).

Finalmente, se observa también que el porcentaje de trabajadores dedicados a las áreas funcionales de Informática y sistemas, Investigación y desarrollo e Ingeniería y Diseño Industrial (*Capital humano especializado*) se relaciona con la introducción de productos nuevos. Esto sugiere que cuantos más trabajadores de una empresa están más dedicados a las áreas funcionales relacionadas con la innovación mayor es la probabilidad de introducir nuevos productos, lo que recalca la idea de que trabajadores más cualificados mejoran las capacidades de absorción de las empresas (Cohen y Levinthal 1989). Un resultado que parece contraintuitivo es que la intensidad de la exportación (*Exportaciones*) tiene una menor probabilidad de introducir innovaciones de producto en el mercado. Esto es así, puesto que desde un punto de vista teórico las empresas exportadoras deberían tener una mayor probabilidad de introducir nuevos productos dado que se enfrentan a una mayor presión competitiva en mercados internacionales (Acs y Amorós 2008) y porque pueden acceder a conocimientos sobre las mejores prácticas internacionales y tecnologías no disponibles en los mercados domésticos (Vivarelli 2014). Una posible explicación a este resultado contraintuitivo, podría ser que la capacidad de competir internacionalmente de las empresas de países en desarrollo esté más relacionada con la reducción de sus costes de producción a través de la introducción de innovaciones de proceso más que con la generación de valor mediante la introducción de nuevos productos (Acs y Amorós 2008), no es de extrañar que las empresas exportadoras tengan una menor probabilidad de introducir innovaciones de producto.

Los resultados de las variables sectoriales indican que, respecto a la categoría de referencia (manufacturas de baja intensidad tecnológica), sólo las empresas pertenecientes al sector de servicios intensivos en conocimiento (*KIBS*) tienen una mayor probabilidad de introducir

nuevos productos¹ en el mercado, mientras lo contrario ocurre en los servicios no intensivos en conocimiento (*KNIBS*). El resto de sectores no muestran diferencias significativas respecto a la categoría de referencia. Estos resultados evidencian la escasa capacidad tecnológica de las empresas pertenecientes a los sectores de manufactura de media y alta intensidad tecnológica en los países en desarrollo, puesto que, en estos sectores, en comparación con sectores de baja intensidad tecnológica, las empresas están más orientadas a la introducción de nuevos productos en el mercado.

En cuanto a las fuentes internas de información, los únicos departamentos que se relacionan positivamente con la introducción de productos son el *Departamento de I+D, Marketing, Producción y Otras empresas del grupo o casa matriz* (aunque estos dos últimos tienen un nivel de significancia del 90 %). Adicionalmente, se observa un efecto negativo, significativo al 90 %, del departamento de *TICs*. Esto podría sugerir que las empresas ecuatorianas no poseen las capacidades tecnológicas necesarias para aprovechar las ventajas que el departamento de *TICs* puede proveer de cara al desarrollo de nuevos productos y, en consecuencia, la integración de este departamento en el proceso innovador podría ser contraproducente. Además, la información proveniente de los departamentos de *Distribución y Administración & Finanzas* no se relaciona con la propensión a introducir nuevos productos en el mercado, lo que indica que la información que estos departamentos aportan no resulta relevante para el desarrollo de nuevos productos.

En relación a los departamentos cuya información influye positivamente en la introducción de nuevos productos en el mercado, en primer lugar, no resulta sorprendente que la información proveniente del *departamento de I+D* afecte positivamente en el desarrollo de nuevos productos (Nihtilä 1999). Tal y como se ha visto en el marco teórico, las actividades de I+D tienen el objetivo fundamental de generar y aplicar nuevo conocimiento de cara al desarrollo de nuevas tecnologías, en consecuencia, esta fuente de información resulta relevante al desarrollo de nuevos productos. No obstante, tal y como se puede observar en la tabla 9, el *departamento de marketing* también influye positivamente en este sentido, y su coeficiente es incluso mayor que el asociado al departamento de I+D. Esto podría indicar que debido a la innovación en los países en desarrollo tiene un carácter imitativo e incremental, estas modificaciones a los productos existentes resulten más beneficiadas por la información que

¹ Por innovación de producto se tiene en cuenta tanto a la introducción de bienes como servicios.

proveniente del departamento de marketing más que el departamento de I+D, el cual está más relacionada con el desarrollo de tecnologías no existentes en el mercado (Coleman 2007, Chandra y Neelankavil 2008). Además, se observa que el *departamento de producción* tiene una relación positiva y significativa con la innovación de productos. Si bien se ha mencionado que la información proveniente de este departamento está más vinculada con la innovación de procesos; dado que el departamento de producción va a ser el encargado de desarrollar el nuevo producto este puede proveer de información relevante de cara a su desarrollo Nihtilä (1999). Finalmente, los resultados indican que la información proveniente de *Otras empresas del grupo o la casa matriz* influyen positivamente en la introducción de nuevos productos. Esto no resulta sorprendente debido a que las empresas en países en desarrollo siguen una estrategia de innovación dependiente (Freeman y Soete 1997), en la que el desarrollo tecnológico viene determinado por el mandato y apoyo de la casa matriz. Además, de manera coherente con los hallazgos de Arocena y Sutz (2002), esto sugiere que las conexiones entre empresas de grupos empresariales, internacionales o locales, incrementan la probabilidad de introducir productos innovadores. En este sentido, también se podría plantear que las empresas subsidiarias en contextos en desarrollo consideran a otras empresas del grupo o casa matriz, como una fuente de conocimiento relevante para el desarrollo de productos nuevos (Almeida y Phene 2004). De esta manera, los resultados corroboran la hipótesis 1 dado que los departamentos de I+D, marketing, producción y otras empresas del grupo o casa matriz influyen en la introducción de innovaciones de producto.

1.1. Complementariedades interdepartamentales

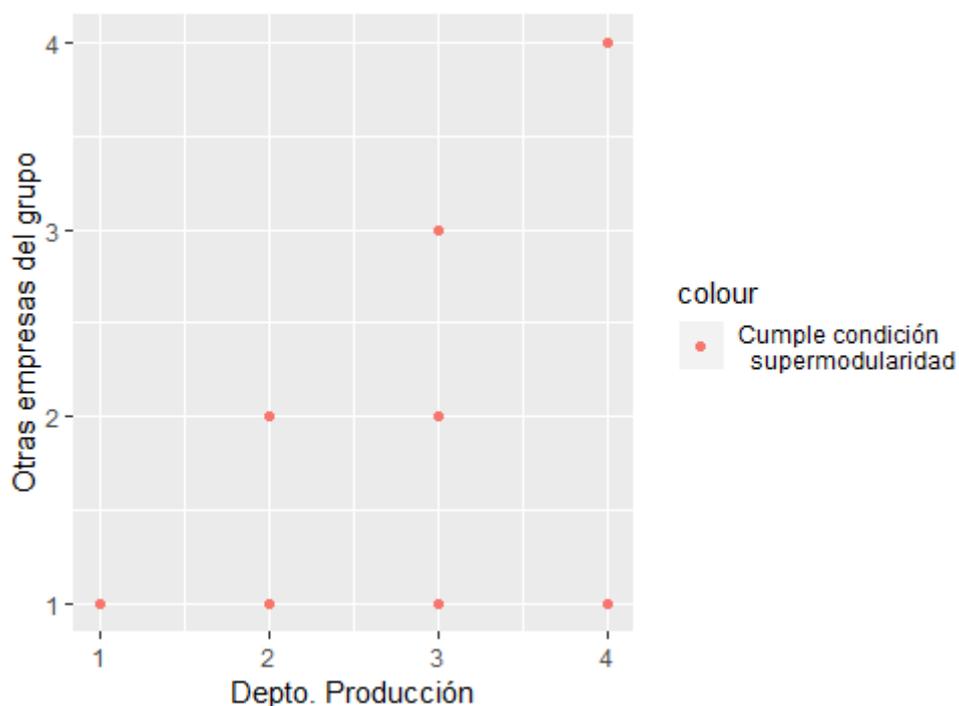
Considerando los resultados de la **Tabla 9**, se pueden formar 11 *tuplas* de los departamentos que influyen positiva y significativamente en la innovación de producto: I+D, marketing, producción y otras empresas del grupo o casa matriz. Es decir, se forman 6 *dulplas*, 4 *triadas* y 1 *tétrada*. Sin embargo, como se mencionó en la estrategia empírica, el interés de esta investigación es presentar soluciones gráficas directas. Por tanto, no se considera a la combinación de los 4 departamentos en la búsqueda de complementariedades. Además, los resultados se refieren al nivel de importancia de cada departamento en la combinación específica en el proceso de introducción de innovaciones de producto en las empresas innovadoras en Ecuador. Los resultados son los siguientes.

1.1.1. Complementariedades en duplas de departamentos

En el *Figura 4.1* se muestran los resultados de la combinación del departamento de producción y otras empresas del grupo o casa matriz. Los puntos rojos indican que la función de desempeño innovador es supermodular en cada combinación específica del nivel de importancia de los dos departamentos mencionados. Estos resultados sugieren que existen complementariedades dado que hay 4 puntos que conformen un *lattice* o en su defecto un *sublattice*, es decir, un subconjunto en \mathbb{R}^2 , donde sus límites no involucran porciones con pendientes negativas (Milgrom y Roberts 1995). Los siguientes puntos conforman un *lattice*:

$$\{A3 (\text{Producción}), A7 (\text{Casa matriz})\} = \{(2,1), (2,2), (3,1), (3,2)\}$$

Figura 4.1. *Lattice* de la combinación del Departamento de producción y otras empresas o casa matriz



Fuente: ENAI, 2015.

Esto sugiere la existencia de complementariedades entre el departamento de producción y otras empresas del grupo o casa matriz. Así, se interpreta que pasar de un proceso innovador, que no utiliza la información proveniente de otras empresas del grupo y que valora con baja relevancia a la información proveniente del departamento de producción; a otro en el que se valora con un nivel de importancia baja a otras empresas del grupo y media al departamento de producción tiene una mayor influencia en el desempeño innovador que cuando los niveles de importancia otorgados a cada uno de estos departamentos aumentan de forma aislada. Esto

evidencia la existencia de sinergias entre estas dos fuentes de información dados unos niveles de importancia otorgados a cada uno de ellos.

Esto a su vez, lleva a plantear que cuando se integra la información proveniente de otras empresas del grupo o casa matriz en el proceso innovador de la empresa, esta información resulta más relevante de cara al desarrollo de nuevos productos cuando a su vez se da más importancia al departamento de producción. O que valorar más la información del departamento de producción resulta complementario a la información de otras empresas del grupo. Esto podría sugerir que, dentro de una estrategia dependiente, los mandatos de la casa matriz son complementados cuando el departamento de producción también aporta a la introducción de nuevos productos en contextos en desarrollo. Esto podría sugerir que, en la relación matriz - subsidiarias, las complementariedades ocurren por la decisión de introducir productos con ligeras variaciones o que se puedan producir a menores costes si sendas fuentes se integran exitosamente.

Por otro lado, la figura anterior sugiere que ninguna otra integración interdepartamental entre duplas de departamentos presenta complementariedades. Una posible explicación a la falta de complementariedades entre el resto de los departamentos, podría ser que en un contexto de país en desarrollo las empresas no cuenten con las capacidades organizacionales suficientes como para integrar las fuentes de información en su desempeño innovador (Chaminade et al. 2011), no obstante, otra posible explicación es que las complementariedades se den cuando se combinan más de dos departamentos, que es lo que sigue en el apartado que viene.

1.1.2. Complementariedades en triadas de departamentos

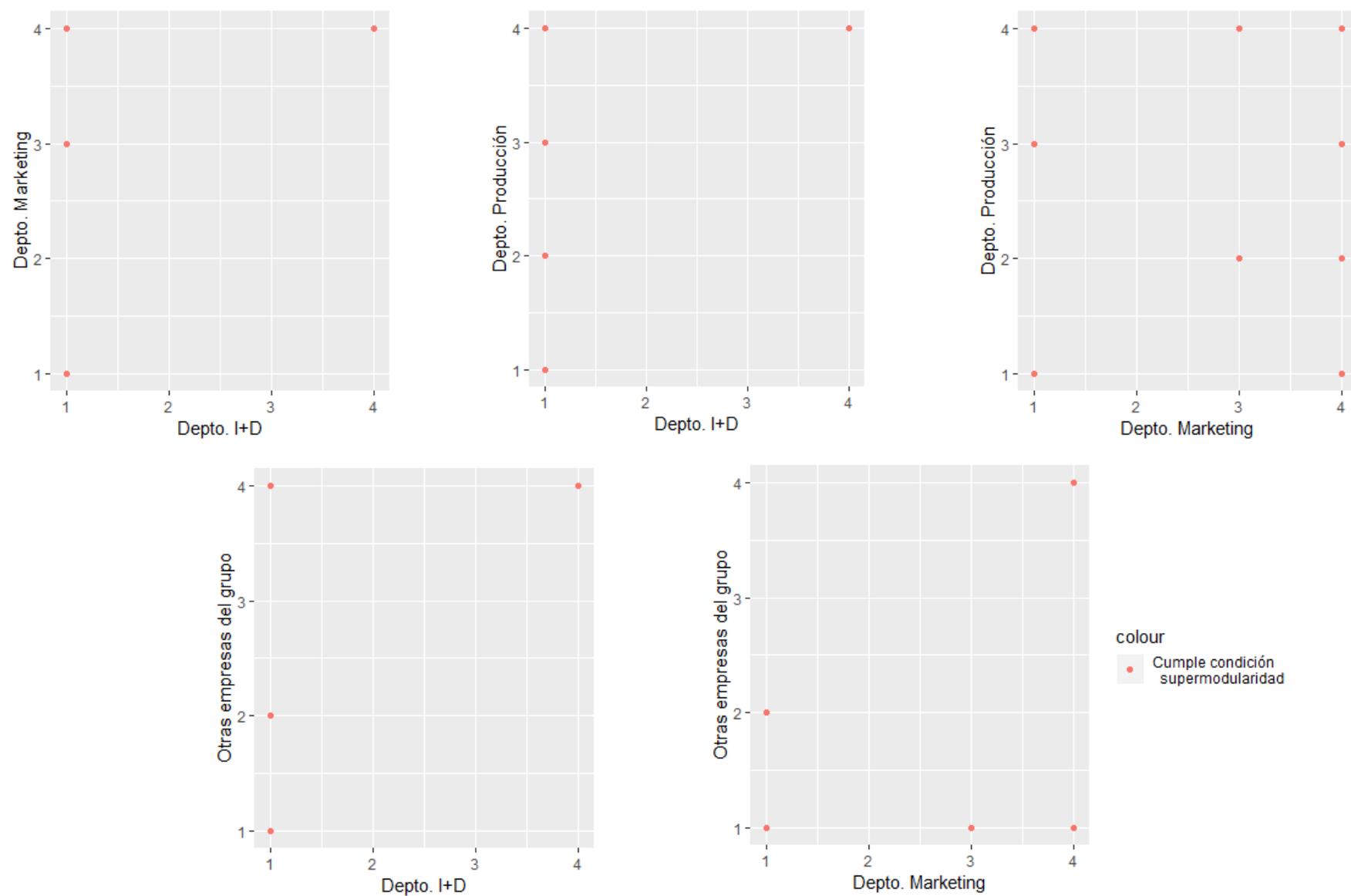
Por su parte, para analizar los resultados del test en el caso de las tuplas conformadas por tres departamentos (triadas), es importante considerar que se forman espacios en \mathbb{R}^3 . Como en el caso anterior, los puntos marcados reflejan los puntos donde la función de desempeño innovador es supermodular. En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra un mismo *lattice* desde dos perspectivas diferentes, a fin de que se pueda visualizar que todos los puntos del cubo cumplen con el test.

Esto permite también ejemplificar los resultados alcanzados en las triadas, ya que en el caso de la implementación del test para las cuatro triadas de departamentos, todas las

combinaciones arrojaron puntos que formaron *lattices completos*. Así, por ejemplo, la combinación interdepartamental:

$$\{A1 (I + D), A3 (Producción), A7(Casa matriz)\} = \{(x, y, z)\}$$

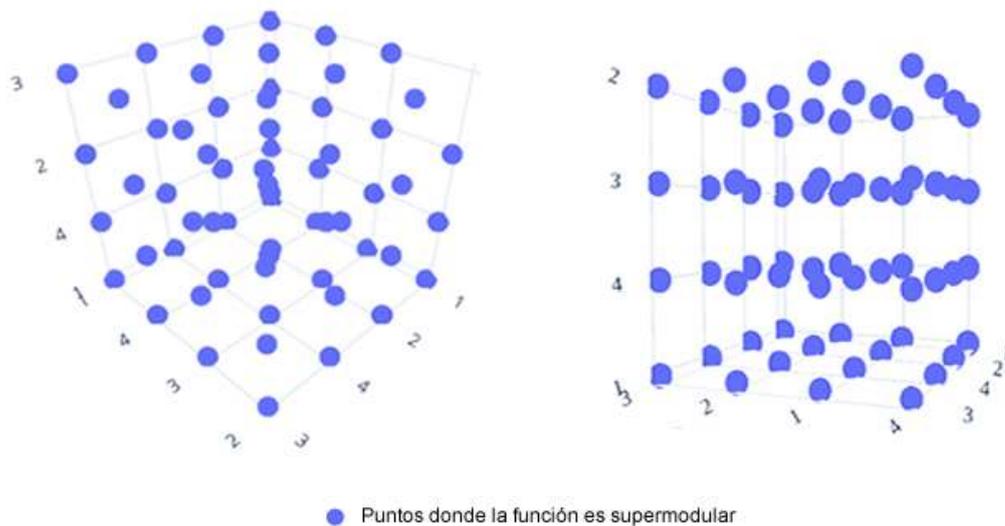
Figura 4.2. Resultados de las combinaciones en triadas departamentales



Fuente: ENAI, 2015

Que refleja un punto cualquiera del nivel de importancia de cada departamento en el cubo conformado por todas las triadas de la forma (x, y, z) . En consecuencia, dado que se cumple el test en todos los puntos de este espacio, esto sugiere la existencia de complementariedades técnicas entre estos tres departamentos (Milgrom y Roberts 1995).

Figura 4.3. *Lattice* de las triadas departamentales



Fuente: ENAI, 2015

En consecuencia, la *Figura 4.3* sugiere que existen sinergias interdepartamentales de cara a la introducción de nuevos productos cuando se integra la información proveniente de los siguientes departamentos en cualquier combinación en triadas, así:

- Departamentos de I+D, producción y otras empresas del grupo o casa matriz
- Departamentos de marketing, producción y otras empresas del grupo o casa matriz
- Departamentos de I+D, marketing y otras empresas del grupo o casa matriz
- Departamentos de I+D, marketing y producción

Estos resultados sugieren que aquellas empresas que pertenecen a un grupo empresarial y que utilizan la información de otras empresas provenientes a dicho grupo, consiguen generar sinergias con la información que proviene de los departamentos de I+D, producción y marketing de la propia empresa. Por otro lado, todas las empresas, incluso aquellas que no forman parte de grupos, encuentran efectos sinérgicos en la integración del departamento de I+D, marketing y producción en el proceso innovador de las empresas.

Además, esto sugiere que las complementariedades entre las fuentes internas de información se producen cuando se integran al menos tres departamentos relevantes para el proceso innovador de las empresas; con la excepción de aquellas empresas que pertenecen a un grupo que también consiguen efectos sinérgicos cuando se integran dos fuentes: departamento de producción y otras empresas del grupo. En consecuencia, los resultados revelan la existencia de efectos sinérgicos entre los departamentos de I+D, marketing y producción de cara a la introducción de nuevos productos, y adicionalmente, para las empresas que pertenecen a un grupo empresarial, la información proveniente a otras empresas del grupo se complementa con la información proveniente de los departamentos de I+D, marketing y producción.

Conclusiones y discusión

El objetivo central de esta investigación fue estudiar las complementariedades o sinergias interdepartamentales de cara a la introducción de nuevos productos en el mercado. Para ello se emplea una nueva metodología para el análisis de las complementariedades que permite considerar el nivel de importancia que se otorga a cada uno de los departamentos. En primer lugar, los resultados sugieren que los departamentos entre los cuales se podría generar complementariedades son los departamentos de I+D, marketing, producción y otras empresas del grupo o casa matriz, debido a que la información proveniente de estos departamentos es la única que está positiva y significativamente asociada con la introducción de innovaciones de producto. De manera adicional se observa que el departamento más relevante es el departamento de marketing dado el contexto de país en desarrollo sobre el que se limita esta investigación.

Respecto a la existencia de complementariedades interdepartamentales, los resultados sugieren que existen efectos sinérgicos sólo cuando se integra la información proveniente de al menos tres departamentos, e independientemente de qué departamentos se integran. No obstante, también se observa que existen complementariedades cuando se integra la información del departamento de producción con la información proveniente de otras empresas del grupo o casa matriz. Esto podría revelar la existencia de efectos sinérgicos en la estrategia dependiente de empresas que conforman grupos, cuando el mandato de la casa matriz se complementa con la información proveniente del departamento de producción que es el que va a desarrollar el nuevo producto. En consecuencia, los resultados sugieren que aquellas empresas que siguen una estrategia de innovación dependiente, dado que utilizan la información proveniente del grupo o casa matriz, consiguen sinergias con el departamento de producción o cuando la información proveniente de la casa matriz se integra con la información proveniente de los departamentos de marketing, I+D y producción. Por su parte, las empresas que no necesariamente pertenecen a un grupo y que, por tanto, no necesariamente están desarrollando una estrategia dependiente sólo consiguen complementariedades cuando se integran exitosamente los departamentos de I+D, marketing y producción. Es decir, no existen efectos sinérgicos cuando se integran dos departamentos, sino sólo cuando se conforma esta integración en triada de departamentos.

Finalmente, si bien esta investigación contribuye a la literatura en gestión de la innovación en contextos en desarrollo, es importante mencionar que existen varias limitaciones importantes que considerar. En primer lugar, podría comprobarse la bondad de este método frente a otros existentes en el estudio de complementariedades, a través de, por ejemplo, simulaciones. Además, el análisis de los resultados para *tuplas* con cuatro elementos o más, no se puede graficar, por lo que se requeriría desarrollar un mecanismo que permita comprobar la existencia de *lattices* o *sublattices*. Este es el caso de la *tupla* conformada por los cuatro departamentos que influyen en la introducción de productos nuevos o significativamente mejorados en este estudio y cuyos resultados no se mostraron. En principio, una alternativa para este problema podría involucrar la utilización de una función que construya una esfera con un radio progresivamente creciente alrededor de los puntos identificados como puntos supermodulares.

Lista de referencias

- Acs, Zoltan, J., y José Emilio Amorós. 2008. "Entrepreneurship and competitiveness dynamics in Latin America." *Small Business Economics* 31(3), 305-322.
- Acs, Zoltan, J., y José Emilio Amorós. 2008. "Introduction: The startup process." *Estudios de Economía* 35(2), 121-132.
- Adler, Paul, S. 1995. "Interdepartmental interdependence and coordination: The case of the design/manufacturing interface." *Organization science* 6(2), 147-167.
- Almeida, Paul, y Anupama Phene. "Subsidiaries and knowledge creation: The influence of the MNC and host country on innovation." *Strategic Management Journal* 25.8-9 (2004): 847-864.
- Arbix, Glauco. 2010. "Innovation and the development agenda." *economic sociology_the european electronic newsletter* (Max Planck Institute for the Study of Societies (MPIfG)) Vol. 11, Iss. 2, pp. 16-23.
- Arocena, Rodrigo, y Judith Sutz. 2002. "Innovation systems and developing countries." *DRUID (Danish Research Unit for Industrial Dynamics. Working paper No. 02-05.* Disponible en: http://www.druid.dk/uploads/tx_picturedb/wp02-05.pdf.
- Arora, Ashish., y Alfonso Gambardella. 1990. "Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology." *The Journal of Industrial Economics* 361-379.
- Autio, Erikko. 1998. "Evaluation of RTD in regional systems of innovation." *European Planning Studies* 6(2), 131-140.
- Baldwin, John Rusell, y Moreno Da Pont. 1996. *Innovation in Canadian Manufacturing Enterprises*. Statistics Canada, Ottawa: Catalogue 88-513-XPB.
- Belderbos, R., M. Carree, y B. Lokshin. 2006. "Complementarity in R&D cooperation strategies." *Review of Industrial Organization* 28(4), 401-426.
- Bell, Martin. 1984. "Learning and Accumulation of Technological Capacity of Developing Countries." En *Technological Capability in the Third World*, de Fransman M. y K. (eds) King. London: Macmillan.
- Bell, Martin, y Paulo N. Figueiredo. 2012. "Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research." *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement* 33(1), 14-40.

- Berends, Hans, Wim Vanhaverbeke, y Robert Kirschbaum. 2007. "Knowledge management challenges in new business development: Case study observations." *Journal of Engineering and Technology Management* 24(4), 314-328.
- Blau, Peter, M. 1970. "A formal theory of differentiation in organizations." *American sociological review* 201-218.
- Brettel, Malte and Heinemann, Florian y Engelen, Andreas and Neubauer, Steven. 2011. "Cross-functional integration of R&D, marketing, and manufacturing in radical and incremental product innovations and its effects on project effectiveness and efficiency." *Journal of Product In Product Innovation Management* 28(2), 251-269.
- Bruns, T., y G. M. Stalker. 1961. *The management of innovation*. London: Tavistock.
- Calderón Hoffmann, Alvaro. 2017. "Política industrial y tecnológica en Ecuador." En *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina*, editado por Mario Cimoli, M. Castillo, G Porcile y G. Stumpo, p. 315-368. Santiago: CEPAL, 2017. LC/TS. 2017/91.
- Caloghirou, Yannis, Ioanna Kastelli, y Aggelos Tsakanikas. 2004. "Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance?" *Technovation* 24(1), 29-39.
- Cassiman, Bruno, y Reinhilde Veugelers. 2002. "Complementarity in the innovation strategy: internal R&D, external technology acquisition and cooperation." *CEPR Discussion Paper No. 3284*.
- Cassiman, Bruno, y Reinhilde Veugelers. 2006. "In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition." *Management science* 52(1), 68-82.
- Catozzella, Alessandra, y Marco Vivarelli. 2014. "Beyond absorptive capacity: in-house R&D as a driver of innovative complementarities." *Applied Economics Letters* 21(1), 39-42.
- Chaminade, Cristina, Bengt-Åke Lundvall, Jan Vang, y KJ Joseph. 2011. "Designing innovation policies for development: towards a systemic experimentation-based approach." En *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: Building domestic capabilities*, editado por B. Å. Lundvall, K. J. Joseph, C. Chaminade y J. Vang, 360. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Chaminade, Cristina, y Jan Vang. 2008. "Globalisation of Knowledge Production and Regional Innovation Policy: Supporting Specialized Hubs in Developing Countries." *Research Policy* 37(10), pp. 1684-97.

- Chandra, Mahesh, y James P. Neelankavil. 2008. "Product development and innovation for developing countries: potential and challenges." *Journal of Management Development* 27(10), 1017-1025.
- Chuma, Hiroyuki. 2006. "Increasing complexity and limits of organization in the microlithography industry: implications for science-based industries." *Research Policy* 35(3), 394-411.
- Cimoli, Mario, Giovanni Dosi, y Joseph E. Stiglitz. 2008. "The political economy of capabilities accumulation: The past and future of policies for industrial development." En *In Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global*, editado por M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz. Working Paper Series.
- Cirera, Xavier, y William F. Maloney. 2017. *The innovation paradox: Developing-country capabilities and the unrealized promise of technological catch-up*. The World Bank.
- Cohen, Wesley, M., y Daniel A. Levinthal. 1989. "Innovation and learning: the two faces of R & D." *The economic journal* 99(397), 569-596.
- Coleman, Gary. 2007. "Leveraging emerging markets for commercial success." *Business Strategy Series* 8(2), 102-108.
- Conte, Andrea, y Marco Vivarelli. 2011. "Imported skill-biased technological change in developing countries." *The Developing Economies* 49(1), 36-65.
- Cooke, Phillip. 2001. "Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy." *Industrial and corporate change* 10(4), 945-974.
- Crespi, Gustavo, y Pluvia Zuñiga. 2012. "Innovation and productivity: evidence from a six Latin American countries." *World Development* 40(2), 273-290.
- Cuijpers, Maarten, Hannes Guenter, y Katrin Hussinger. 2011. "Costs and benefits of inter-departmental innovation collaboration." *Research Policy* 40(4), 565-575.
- De Luca, Luigi M., y Kwaku Atuahene-Gima. 2007. "Market knowledge dimensions and cross-functional collaboration: Examining the different routes to product innovation performance." *Journal of marketing* 71(1), 95-112.
- Dearborn, DeWitt C., y Herbert A. Simon. 1958. "Selective perception: A note on the departmental identifications of executives." *Sociometry* 21(2), 140-144.
- Dedrick, Jason, y Joel West. 2003. "Why firms adopt open source platforms: a grounded theory of innovation and standards adoption." In *Proceedings of the workshop on standard making: A critical research frontier for information systems* pp. 236-257.

- Dodgson, Mark, David Gann, y Ammon Salter. 2008. *The management of technological innovation: strategy and practice*. Oxford / New York: Oxford University Press on Demand.
- Dodgson, Mark, y David Gann. 2018. *Innovation: A very short introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- Dosi, Giovanni. 1988. "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation." *Journal of economic literature* 1120-1171.
- Dosi, Giovanni. 1982. "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change." *Research policy* 11(3), 147-162.
- Dosi, Giovanni, y Richard R. Nelson. 2010. "Technical change and industrial dynamics as evolutionary processes." En *Handbook of the Economics of Innovation (Vol. 1)*, de N. Rosenberg y B. H. Hall, pp. 51-127. North-Holland.
- Dougherty, Deborah. 1992. "Interpretive barriers to successful product innovation in large firms." *Organization science* 3(2), 179-202.
- Drucker, Peter. 1974. *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. New York: Harper & Row.
- Edquist, Charles. 1997. "Introduction: Systems of innovation approaches - their emergence and characteristics." En *Systems of Innovation: Technologies, Institutions, and Organizations*, de C. Edquist, 1 - 35. London: Pinter.
- Emmanuelides, Paul. 1993. "Towards an integrative framework of performance in product development projects." *Journal of Engineering and Technology Management* 10(4), 363-392.
- Ernst, Dieter. 2002. "Global production networks and the changing geography of innovation systems. Implications for developing countries." *Economics of innovation and new technology* 11(6), 497-523.
- Ettlie, John. 1995. "Product-process development integration in manufacturing." *Management Science* 41(7), 1224-1237.
- Ettlie, John, y Ernesto Reza. 1992. "Organizational integration and process innovation." *Academy of management journal* 35(4), 795-827.
- Eurostat. 2014. "Community Innovation Survey." *Sitio web de Eurostat*. 03 de Diciembre. Último acceso: 01 de 10 de 2019.
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/community-innovation-survey>.

- Fernández-Sastre, Juan. 2018. "Is Ecuador ready to change its productive matrix?: an analysis of the Ecuadorian innovation system." *Latin American Journal of Computing Faculty of Systems Engineering Escuela Politécnica Nacional Quito-Ecuador*, 5(1), 37-42.
- Fernández-Sastre, Juan, y Fernando Martín-Mayoral. 2015. "The effects of developing-countries' innovation support programs: Evidence from Ecuador." *Innovation* 17(4), 466-484.
- Fernández-Sastre, Juan, y Juan Carlos Gavilanes. 2017. "Learning-by-importing in emerging innovation systems: evidence from Ecuador." *The Journal of International Trade & Economic Development* 26(1), 45-64.
- Fernández-Sastre, Juan, y Pablo Reyes. 2019. "The influence of the regional context on firms' innovation patterns: evidence from Ecuador." *Paper to be presented at DRUID19 Copenhagen Business School*. Copenhagen: DRUID. 1-35.
- Foss, Kirsten. 2001. "Organizing Technological Interdependencies: a coordination perspective on the firm." *Industrial and Corporate Change* 10(1), 151-178.
- Freeman, Chris, y Luc Soete. 1997. "Innovation and the strategy of the firm." En *The Economics of Industrial Innovation*, de C. Freeman y L. Soete, p. 265 - 285. Great Britan: MIT Press.
- Freeman, John, y Jerome S. Engel. 2007. "Models of innovation: Startups and mature corporations." *California Management Review* 50(1), 94-119.
- Galia, Fabrias, y Diego Legros. 2004. "Complementarities between obstacles to innovation: evidence from France." *Research policy* 33(8), 1185-1199.
- Gibson, Cristina. B., y Jennifer L. Gibbs. 2006. "Unpacking the concept of virtuality: The effects of geographic dispersion, electronic dependence, dynamic structure, and national diversity on team innovation." *Administrative science quarterly* 51(3), 451-495.
- Hadjimanolis, Athanasios. 2000. "An investigation of innovation antecedents in small firms in the context of a small developing country." *R&D Management* 30(3), 235-246.
- Hage, Jerald, Jordan Gretchen, Johnaton Mote, y Yuko Whitestone. 2008. "Designing and facilitating collaboration in R&D: A case study." *Journal of Engineering and Technology Management* 25(4), 256-268.
- Hagedoorn, John. 1996. "Innovation and entrepreneurship: Schumpeter revisited." *Industrial and Corporate Change* 5(3), 883-896.

- Hou, Jun, y Pierre Mohnen. 2013. "Complementarity between in-house R&D and technology purchasing: evidence from Chinese manufacturing firms." *Oxford Development Studies* 41(3), 343-371.
- Hou, Jun, y Pierre Mohnen. 2013. "Complementarity between internal knowledge creation and external knowledge sourcing in developing countries." *UNU-MERIT, Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology* UNU-MERIT Working Paper Series; No. 010.
- INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2016. *Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2012 - 2014: Metodología*. Metodología, Quito: INEC.
- INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2016. *INEC. Encuesta Nacional de Actividades de Innovación 2012 - 2014: Metodología*. Formulario, Quito: INEC: Metodología.
- itonics-innovation. 2019. *Sitio web de itonics: 6 Internal Sources of Innovation*. 18 de 09. <https://www.itonics-innovation.com/blog/6-internal-innovation-sources-you-should-know/>.
- Jensen, Morten Berg, Bjorn Johnson, Edward Lorenz, y Bengt-Åke Lundvall. 2007. "Forms of knowledge and modes of innovation." *he learning economy and the economics of hope* vol. 155.
- Kesidou, Effie, y Chris Snijders. 2012. "External knowledge and innovation performance in clusters: empirical evidence from the Uruguay software cluster." *Industry and Innovation* 19(5), 437-457.
- Kessler, Eric H., Paul E. Bierly, y S. Gopalakrishnan. 2000. "Internal vs. external learning in new product development: effects on speed, costs and competitive advantage." *R&d Management* 30(3), 213-224.
- Kuemmerle, Walter. 1999. "Foreign investment in industrial research in the pharmaceutical and electronics industries-results from a survey of multinational firms." *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology. Proceedings Vol-1: Book of Summaries*. Portland: IEEE. 402 - 411.
- Lam, Alice. 2004. "Organizational innovation." En *The Oxford Handbook of Innovation*, editado por J. Fagerberg, D. Mowery y R. Nelson, 115 - 147. Oxford: Oxford Handbooks.
- Lawrence, Paul R., y Jay W. Lorsch. 1967. "Differentiation and integration in complex organizations." *Administrative science quarterly* 1- 47.

- . 1967. *Organization and environment: Managing integration and differentiation*. Homewood, Illinois: Irwin.
- Lazonick, William, y Johnatan West. 1998. "Organizational Integration and Competitive Advantages." En *Technology, Organization and Competitiveness*, editado por G. Dosi, D. J. Teece y J. Chytry. Oxford: Oxford University Press.
- Le Bas, Christian, y Christophe Sierra. 2002. "Location versus home country advantages' in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies." *Research policy* 31(4), 589-609.
- Lederman, Daniel, Julián Messina, Samuel Pienknagura, y Jamele Rigolini. 2013. *Latin American entrepreneurs: Many firms but little innovation*. The World Bank.
- Lee, You-Na., y John P. Walsh. 2011. "Intra-organizational integration and innovation: organizational structure, environmental contingency and R&D performance." *Georgia Tech Ivan Allen College - Working Paper #65*.
- Lewin, Arie, Silvia Massini, y Carine Peeters. 2011. "Microfoundations of internal and external absorptive capacity routines." *Organization science* 22(1), 81-98.
- Llisterri, Juan J., y Carlo Pietrobelli. 2011. *Los sistemas regionales de innovación en América Latina*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Love, James H., Stephen Roper, y Priit Vahter. 2014. "Dynamic complementarities in innovation strategies." *Research policy* 43(10), 1774-1784.
- Love, James H., y Stephen Roper. 2009. "Organizing innovation: complementarities between cross-functional teams." *Technovation* 29(3), 192-203.
- Lundvall, Bengt-Åke. 1992. *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning (Vol. 2)*. London - New York: Anthem press.
- Lundvall, Bengt-Åke, y Björn Johnson. 1994. "The learning economy." *Journal of industry studies* 1(2), 23-42.
- Malerba, Franco, y Richard Nelson. 2011. "Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries." *Industrial and corporate change* 20(6), 1645-1675.
- Malerba, Franco, y Richard Nelson. 2009. "Sistemas sectoriales, alcance y desarrollo económico". *Economía: teoría y práctica*, (spe1), 41-62.
- Martin-Rios, C., E. Parga-Dans, y S. Pasamar. 2019. "Innovation strategies and complementarity between innovation activities: the case of commercial archaeological firms." *Service Business* 1-19.

- Meyer, Margareth A., y Bruno H. Strulovici. 2013. "The supermodular stochastic ordering." *CEPR Discussion Paper No. DP9486*.
- Milgrom, Paul, y John Roberts. 1995. "Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing." *Journal of accounting and economics* 19(2-3), 179-208.
- Milgrom, Paul, y John Roberts. 1990. "The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization." *American economic review* 80(3), 511-528.
- Milliken, Frances J., y Luis L. Martins. 1996. "Searching for common threads: Understanding the multiple effects of diversity in organizational groups." *Academy of management review* 21(2), 402-433.
- Miravete, Eugenio J., y José C. Pernias. 2006. "Innovation complementarity and scale of production." *The Journal of Industrial Economics* 54(1), 1-29.
- Moenaert, Rudy K, Souder, William E., De Meyer, Arnoud y Deschoolmeester, Dirk. 1994. "R&D-marketing integration mechanisms, communication flows, and innovation success." *Journal of Product Innovation Management* 11(1), 31-45.
- Mohnen, Pierre, Michael Polder, y George Van Leeuwen. 2018. "ICT, R&D and organizational innovation: exploring complementarities in investment and production ." *National Bureau of Economic Research (No. w25044)*.
- Mohnen, Pierre, y Julio Miguel Rosa. 2002. "Barriers to innovation in service industries in Canada." En *Institutions and Systems in the Geography of Innovation*, editado por M. P. Feldman y N. Massard, 231-250. Boston, MA: Springer.
- Mohnen, Pierre, y Lars-Hendrik Röller. 2005. "Complementarities in innovation policy." *European economic review* 49(6), 1431-1450.
- Mooney, Christopher y Robert Duvall. 1993. *Bootstrapping: A non parametric approach to statistical inference*. Newbury Park: Sage.
- Morrison, Andrea, Carlo Pietrobelli, y Roberta Rabellotti. 2008. "Global value chains and technological capabilities: a framework to study learning and innovation in developing countries." *Oxford development studies* 36(1), 39-58.
- Motta, Jorge, José Morero, Carina Borrastero, y Pablo Arnaldo Ortiz. 2013. "Complementarities between innovation policies in emerging economies. The case of Argentina's software sector." *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development (IJTLID)* Vol.6 No.4, pp.355 - 373.
- Mutinelli, Marco, y Lucia Piscitello. 1998. "The entry mode choice of MNEs: an evolutionary approach." *Research Policy* (27) 491 – 506.

- Nelson, Richard. 1993. *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press on Demand.
- Nelson, Richard. 1991. "Why do firms differ, and how does it matter?" *Strategic management journal* 12(S2), 61-74.
- Nemetz, Patricia L., y Luis. W. Fry. 1988. "Flexible manufacturing organizations: implications for strategy formulation and organization design." *Academy of Management Review* 13(4), 627-639.
- Niembro, Andrés. 2017. "Hacia una primera tipología de los sistemas regionales de innovación en Argentina." *Investigaciones regionales: Journal of Regional Research* (38), 117-149.
- Nihtilä, Jukka. 1999. "R&D-Production integration in the early phases of new product development projects." *Journal of Engineering and Technology Management* 16(1), 55-81.
- OECD/Eurostat. 2005. *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition, The Measurement of Scientific and Technological Activities*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264013100-en>.
- Olson, Eric M., Orville C. Walker Jr, Robert W. Ruekerf, y Joseph M. Bonnerd. 2001. "Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: Implications for project performance." *Journal of Product Innovation Management* 18(4), 258-271.
- Ozer, Muammer. 2006. "New product development in Asia: An introduction to the special issue." *Industrial Marketing Management* 35(3), 252-261.
- Perrow, Charles. 1970. *Organizational Analysis*. London: Tavistock.
- Prabhu, Jaideep. 2014. "Marketing and innovation." En *The Oxford Handbook of Innovation Management*, de M. Dodgson, D. M. Gann y N Phillips, p. 53. Oxford: Oxford University Press.
- Pugh, Derek. S., David J. Hickson, Christopher R. Hinings, y Christopher. Turner. 1969. "The context of organization structures." *Administrative science quarterly* 14(1).
- Rammer, Christian, Dirk Czarnitzki, y Alfred Spielkamp. 2009. "Innovation success of non-R&D-performers: substituting technology by management in SMEs." *Small Business Economics* 33(1), 35-58.
- Reichstein, Toke, y Ammon Salter. 2006. "Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms." *Industrial and Corporate change* 15(4), 653-682.

- RICYT OEA CYTED. 2001. *Manual de Bogotá: Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT), Organización de Estados Americanos (OEA), Programa CYTED.
- Riley, Patricia. 1983. "A Structurationist Account of Political Culture." *Administrative Science Quarterly* 28, 414-437.
- Salter, Ammon, y David Gann. 2004. "Sources of ideas for innovation in engineering design." *Research policy* 32(8), 1309-1324.
- Santamaría, Lluís, María Jesús Nieto, y Andrés Barge-Gil. 2009. "Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low-and medium-technology industries." *Research Policy* 38(3), 507-517.
- Santarelli, Enrico, y Alessandro Sterlacchini. 1990. "Innovation, formal vs. informal R&D, and firm size: Some evidence from Italian manufacturing firms." *Small Business Economics* 2(3), 223-228.
- Schmiedeberg, Claudia. 2008. "Complementarities of innovation activities: An empirical analysis of the German manufacturing sector." *Research Policy* 37(9), 1492-1503.
- Serrano-Bedia, Ana. M., María Concepción López-Fernández, y Gema García-Piqueres. 2018. "Complementarity between innovation knowledge sources: Does the innovation performance measure matter?" *BRQ Business Research Quarterly* 21(1), 53-67.
- Serrano-Bedia, Ana. M., María Concepción López-Fernández, y Gema García-Piqueres. 2012. "Complementarity between innovation activities and innovation performance: Evidence from Spanish innovative firms." *Journal of Manufacturing Technology Management* 23(5), 55.
- Shaked, Moshe, and J. George Shanthikumar. 1997. "Supermodular stochastic orders and positive dependence of random vectors." *Journal of Multivariate Analysis* 61(1), 86-101.
- Simon, Herbert Alexander. 2002. "Organizing and coordinating talk and silence in organizations." *Industrial and corporate change* 11(3), 611-618.
- Simon, Herbert Alexander, y James March. 1976. *Administrative behavior organization*. New York: Free Press.
- Slater, Stanley. F., y John C. Narver. 1998. "Customer-led and market-oriented: let's not confuse the two." *Strategic management journal* 19(10), 1001-1006.
- Song, X. Michael, Mitzi M. Montoya-Weiss, y Jeffrey B. Schmidt. 1997. "Antecedents and consequences of cross-functional cooperation: A comparison of R&D, manufacturing,

- and marketing perspectives.” *Journal of Product Innovation Management: An international publication of the product development & management association* 14(1), 35-47.
- Song, X. Michael, William E. Souder, y Barbara Dyer. 1997. “A causal model of the impact of skills, synergy, and design sensitivity on new product performance.” *Journal of Product Innovation Management* 14 (2): 88-101.
- Souder, William E., y Alok K. Chakrabarti. 1978. “The R&D/marketing interface: results from an empirical study of innovation projects.” *IEEE Transactions on Engineering Management* (4), 88-93.
- Stieglitz, Nils, y Klaus Heine. 2007. “Innovations and the role of complementarities in a strategic theory of the firm.” *Strategic management journal* 28(1), 1-15.
- Strube, Eduardo, y Marcelo Resende. 2014. “Complementarity of Innovation Policies in the Brazilian Industry: An Econometric Study.” *International Journal of Production Economics* Volume 158, Pages 9-17.
- Swink, Morgan, y Michael Song. 2007. “Effects of marketing-manufacturing integration on new product development time and competitive advantage.” *Journal of operations management* 25(1), 203-217.
- Tanriverdi, Hüseyin y N. Venkatraman. 2005. “Knowledge relatedness and the performance of multibusiness firms.” *Strategic management journal* 26(2), 97-119.
- Teece, David J. 1999. “Design issues for innovative firms: bureaucracy, incentives and industrial structure.” En *The dynamic firm: the role of technology, strategy, organization and regions*, editado por A. D. Chandler, P. Hagström y Ö. Sölvell, 134-165. Oxford: Oxford University Press.
- Tessarolo, Paolo. 2007. “Is integration enough for fast product development? An empirical investigation of the contextual effects of product vision.” *Journal of Product Innovation Management* 24(1), 69-82.
- Tjosvold, Dean. 1986. “The dynamics of interdependence in organizations.” *Human Relations* 39(6), 517-540.
- Troy, Lisa C., T. Hirunyawipada, y A. K. Paswan. 2008. “Cross-functional integration and new product success: an empirical investigation of the findings.” *Journal of Marketing* 72(6), 132-146.
- Tushman, Michael L. 1978. “Technical communication in R & D laboratories: The impact of project work characteristics.” *Academy of Management Journal* 21(4), 624-645.

- Twede, Diana. 1992. "The process of logistical packaging innovation." *Journal of business logistics* 13(1), 69.
- UNCTAD. 2007. *The Least Development Countries Report: Knowledge, Technological Learning and Innovation for Development*. Report, New York and Geneva: United Nations.
- Van Maanen, John. 1979. "On the Understanding of Interpersonal Relations." En *Essays in Interpersonal Communication*, de W. Bennis, J. Van Maanen, E Schein y F. I. (Eds.) Steele, 13-42. Homewood: Dorsey Press.
- Van Maanen, John, and Stephen R. Barley. 1984. "Occupational Communities: Culture and Control in Organizations." En *Research in Organizational Behavior*, 287-365. Greenwich: CT: JAI Press.
- Vega-Jurado, Jaider, Antonio Gutiérrez-Gracia, Ignacio Fernández-de-Lucio, y Liney Manjarrés-Henríquez. 2008. "The effect of external and internal factors on firms' product innovation." *Research policy* 37(4), 616-632.
- Viotti, Eduardo B. 2002. "National learning systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea." *Technological Forecasting and Social Change* 69(7), 653-680.
- Vivarelli, Marco. 2014. "Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature." *Journal of Economic Issues* 48(1), 123-154.
- Von Hippel, Eric. 1978. "Successful Industrial Products from Customer Ideas: Presentation of a new customer-active paradigm with evidence and implications." *Journal of marketing* 42(1), 39-49.
- Whang, Yoon-Jae. 2019. *Econometric Analysis of Stochastic Dominance: Concepts, Methods, Tools, and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Woodward, Joan. 1965. *Industrial Organization, Theory and Practice*. London: Oxford.
- Zahra, Shaker A., y Anders P. Nielsen. 2002. "Sources of capabilities, integration and technology commercialization." *Strategic Management Journal* 23(5), 377-398.