

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

“EL EFECTO DE LA INNOVACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD: EVIDENCIA PARA LAS EMPRESAS ECUATORIANAS 2009-2014”

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

JONATHAN RAFAEL QUIJIA PILLAJO
jonathanmejia_7s@hotmail.com

OSCAR OMAR ACERO ALMACHI
oscar.acero@epn.edu.ec

DIRECTORA: GRACE CAROLINA GUEVARA ROSERO, Ph.D.
carolina.guevara@epn.edu.ec

CO-DIRECTOR: JOSÉ FERNANDO RAMÍREZ ÁLVAREZ, Ph.D.
jose.ramirez@epn.edu.ec

QUITO, FEBRERO 2020

Declaración

Nosotros, Jonathan Rafael Quijia Pillajo y Oscar Omar Acero Almachi, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa institucional vigente.



Jonathan Rafael Quijia Pillajo



Oscar Omar Acero Almachi

Certificación

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jonathan Rafael Quijia Pillajo y Oscar Omar Acero Almachi, bajo mi supervisión.



Grace Carolina Guevara Rosero, Ph.D.

DIRECTORA



José Fernando Ramírez Álvarez, Ph.D.

CO-DIRECTOR

Agradecimientos

Agradezco a DIOS por bendecir mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Agradezco a mis padres: Juan Quijia y Narcisa Pillajo, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis virtudes, por los consejos, valores, principios que me inculcaron.

Agradezco a mis docentes de la Escuela Politécnica Nacional, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera, de manera especial a la Dra. Carolina Guevara, y al Dr. José Ramírez, tutores de mi proyecto de investigación quienes han guiado con su paciencia, y rectitud como docentes.

Agradezco a mi amigo Oscar por todo el esfuerzo en la realización de este trabajo de investigación, que fue arduo, continuo y desafiante.

Finalmente, Agradezco a Nathaly Cango por todo el apoyo incondicional que me brindo, no solo en los momentos de felicidad, sino que en los momentos más duros mi vida.

Jonathan

Agradecimientos

A mis directores, Dra. Carolina Guevara, y Dr. José Ramírez, quienes me brindaron el respaldo y la motivación que duró el presente trabajo de investigación.

A mis padres; Francisca Almachi y Juan Acero, que con su esfuerzo y apoyo incondicional me alentaron a no rendirme y luchar por lograr mis metas.

A mis profesores en general, quienes a lo largo de la carrera universitaria me brindaron su conocimiento y experiencia.

A mi compañero y amigo, Jonathan, por el temple y la entrega en la realización de esta investigación. “Gracias”.

Oscar

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres: Juan Quijia y Narcisa Pillajo quien con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos: Juan Clemente, Juan Carlos y Lucero Mishel por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Jonathan

Dedicatoria

A la memoria de mi madre; Francisca Almachi, que con su esfuerzo, cariño y paciencia supo educarme y guiarme; y, cada recuerdo de ella siempre los mantuve presente, siendo fuente de mi motivación diaria.

A mi padre; Juan Acero, que con esfuerzo, sacrificio y sabios consejos me ha guiado y motivado a terminar mis estudios con éxito.

Oscar

Índice General

Índice de tablas.....	XII
Resumen.....	XIII
Abstract.....	XIV
1 Capítulo 1.- Introducción	1
2 Capítulo 2.- Revisión de la Literatura	5
2.1 La productividad	5
2.2 Innovación.....	6
2.2.1 Innovación en producto.....	7
2.2.2 Innovación en proceso	7
2.2.3 Innovación en organización	8
2.3 El efecto de la innovación sobre la productividad	9
2.4 Otros factores que afectan la productividad.....	12
2.4.1 Tamaño	12
2.4.2 Edad	13
2.4.3 Multiplanta.....	13
2.4.4 Estatus exportador.....	13
2.4.5 Grupo empresarial.....	14
2.4.6 Capital extranjero.....	15
2.4.7 Capital humano	15
2.4.8 Sector industrial	15
2.4.9 Capital fijo	16
2.4.10 Maquinaria y equipo	16

2.4.11	Economías de aglomeración, urbanización, competencia y densidad	16
2.5	Factores que afectan a la innovación	18
2.5.1	Tamaño	18
2.5.2	Edad	18
2.5.3	Estatus exportador.....	19
2.5.4	Grupo empresarial.....	19
2.5.5	Multiplanta.....	19
2.5.6	Capital extranjero.....	20
2.5.7	Actividades de investigación y desarrollo interno	20
2.5.8	Capital humano	21
2.5.9	Sector industrial	21
2.5.10	Inversión en capital fijo	22
2.5.11	Capacitación.....	22
2.5.12	Estudio de mercado.....	22
2.5.13	Consultoría.....	23
2.5.14	Maquinaria y equipo	23
2.5.15	Economías de aglomeración, urbanización, competencia y densidad	24
3	Capítulo 3.- Datos y Metodología	26
3.1	Metodología	26
3.2	Expectativas condicionales y efectos de tratamiento.....	32
3.3	Descripción de las variables.....	34
3.3.1	Variables Dependientes	34
3.3.2	Variables independientes	34
3.3.3	Instrumentos de selección.....	39

3.4	Estadísticos descriptivos	40
3.4.1	Variables dependientes	40
3.4.2	Variables independientes	41
4	Capítulo 4.- Resultados.....	44
4.1	Ecuación de selección de la innovación.....	45
4.2	El efecto de los distintos tipos de innovación sobre los niveles de la productividad	
	49	
5	Capítulo 5.- Conclusiones y Recomendaciones	54
5.1	Conclusiones	54
5.2	Recomendaciones	57
6	Bibliografía	59
	Anexos	71
A.	Test para la validación de los instrumentos de selección	71
B.	Análisis de la estimación de los instrumentos de los esfuerzos de innovación por medio de un modelo probit multivariado	72
C.	Descripción de las variables explicativas para la ecuación de innovación y productividad	73
D.	Cálculo de los índices de especialización, diversidad, competencia y densidad	75
E.	Análisis de la correlación entre las variables dependientes y las variables explicativas	76
F.	Análisis de los estadísticos descriptivos de las variables dependientes	77
G.	Análisis de los estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las variables independientes para las empresas innovadoras y no innovadoras en producto.	77
H.	Análisis de los estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las variables independientes para las empresas innovadoras y no innovadoras en proceso.	78

I. Análisis de los estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las variables independientes para las empresas innovadoras y no innovadoras en organización.	79
J. Esquema de los diferentes tipos de modelos.	80
K. Resultados y análisis de la estimación de la ecuación de productividad de las empresas innovadoras en producto, proceso y organización.	81
L. Resultados y análisis de la estimación de la ecuación de productividad de las empresas no innovadoras en producto, proceso y organización.	83
M. Análisis de la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza de la innovación en producto y ecuación de la productividad.	85
N. Análisis de la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza de la innovación en proceso y ecuación de la productividad.	86
O. Análisis de la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza de la innovación en organización y ecuación de la productividad.	87

Índice de tablas

Tabla 4.1. Estimación de las ecuaciones de innovación	47
Tabla 3.1. Estimación de los instrumentos de selección.	71
Tabla 3.2. Estimación de los instrumentos de esfuerzos de innovación.	72
Tabla 3.3. Descripción de las variables explicativas	73
Tabla 3.4. Correlación entre las variables dependientes y las variables explicativas	76
Tabla 3.5. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes.	77
Tabla 3.6. Estadísticos descriptivos de las variables independientes para la innovación en Producto.	77
Tabla 3.7. Estadísticos descriptivos de las variables independientes para la innovación en proceso	78
Tabla 3.8. Estadísticos descriptivos de las variables independientes para la innovación en organización.	79
Tabla 3.9. Variables explicativas utilizadas en cada de modelo	80
Tabla 4.2 Ecuación de la productividad para las empresas innovadoras	81
Tabla 4.3. Ecuación de la productividad para las empresas no innovadoras	83
Tabla 4.4. Factor de la inflación (VIF) para la innovación en producto y ecuación de la productividad.	85
Tabla 4.5. Factor de la inflación (VIF) para la innovación en proceso y ecuación de la productividad.	86
Tabla 4.6. Factor de la inflación (VIF) para la innovación en organización y ecuación de la productividad.	87

Resumen

Este trabajo de investigación estudia el efecto de las actividades de innovación sobre la productividad laboral de las empresas ecuatorianas, diferenciando entre los distintos tipos de innovación. Utilizando la información a nivel de empresas de la encuesta de ciencia, tecnología e innovación de los años 2011 y 2014, se empleó un modelo de conmutación endógena. Esta metodología permite controlar la endogeneidad y el problema de sesgo de selección. El hallazgo más importante es que hay efectos positivos y estadísticamente significativos de los diferentes tipos de innovación sobre la productividad laboral, es decir, se encontró que no solo las empresas que realmente innovaron serían menos productivas si no innovaran, sino también que las empresas no innovadoras podrían ser más productivas si innovaran.

Palabras clave: Empresas, Endógeno, Innovación, Productividad

Abstract

This research paper studies the effect of innovation activities on labor productivity of Ecuadorian firms, differentiating the types of innovation. Using the information at the firm level of the science, technology and innovation survey for 2011 and 2014, an endogenous switching model is used. This methodology allows to control the endogeneity and the problem of selection bias. The most important finding is that there are positive and statistically significant effects of different types of innovation on labor productivity, that is, not only the firms that really innovated would be less productive if they did not innovate; but also, the Non-innovators firms could be more productive if they innovate.

Keywords: Firms, Endogeneity, Innovation, Productivity

Capítulo 1

Introducción

La innovación se considera como el motor del desarrollo y crecimiento económico de los países (Romer, 1994; Schumpeter, 1934). Si bien, la innovación ha sido estudiada a nivel macroeconómico, esta toma lugar en la esfera industrial. La innovación constituye un recurso clave para las empresas, para aumentar su productividad mediante la apertura de nuevos mercados, reducción de costos unitarios de producción y costos administrativos. La posibilidad de introducir nuevas tecnologías, y permitir el desarrollo de las empresas se ve ahora como un elemento fundamental no solo para las economías de países desarrollados, sino para las economías de países en vías de desarrollo puesto que es una herramienta crucial en los procesos de industrialización y modernización (Chataway & Wield, 2000).

Según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual, el Ecuador ocupó el puesto 126, de 132 países en temas de innovación en el año 2009, el puesto 115 de 143 en el año 2014 y el puesto 99 de 126 países en el año 2019. Además, según el Euromonitor International, para el año 2013, Ecuador tuvo una productividad laboral de apenas \$ USD 15,370, mientras que el

promedio para América latina fue de \$ USD 18,351, y el promedio para los países de la OECD fue de \$ USD 77,929. Pese a que, en la Constitución del Ecuador de 2008, se expresa en el artículo 385 que el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales tendrá como finalidad desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir, se evidencia que los niveles de innovación y de la productividad aún son relativamente bajos, en relación con países desarrollados y con el contexto sudamericano. En este sentido, el presente trabajo de investigación se enfoca en medir el impacto de la innovación en la productividad laboral de las empresas. A través del uso de la metodología de conmutación endógena, es posible identificar los factores que hacen que las empresas sean más propensas a innovar (ya sea en producto, proceso y organización), y permite determinar el efecto de la innovación (producto, proceso y organización) sobre los niveles de productividad.

Al mismo tiempo, esta metodología permite controlar la endogeneidad y el problema de sesgo de selección. El presente trabajo de investigación utiliza la encuesta de Ciencia, Tecnología e Innovación realizada por el INEC para el año 2011 y 2014. Este conjunto de datos contiene información importante sobre las actividades de innovación de las empresas a nivel micro.

La medición del efecto causal de la innovación sobre la productividad laboral tanto para las empresas innovadoras, así como para las empresas no innovadoras es la principal contribución de este trabajo de investigación.

La innovación en producto tiene un efecto positivo y significativo en la productividad laboral de las empresas innovadoras y el valor de este efecto es del 98%. La introducción de

una nueva línea de servicio o un nuevo bien en el mercado puede crear y expandir una nueva fuente de demanda, como consecuencia se podría explotar las economías de escala (Villareal, Arias, Salas & Holguin, 2015; Mairesse, Mohnen & Kremp, 2005; Griffith, Huergo, Mairesse & Peters, 2006; Parisi, Schiantarelli & Sembenelli, 2006; Raffo, Lhuillery & Miotti, 2008; Hall, Lotti & Mairesse, 2009; Hall, Mairesse & Lotti, 2012; Mairesse & Robin, 2009). Además, las empresas que no innovaron en producto podrían ser más productivas si innovaran, más específicamente en un 78%.

En cuanto a la innovación en procesos, se tiene un efecto positivo y significativo en la productividad laboral de las empresas innovadoras y el valor de este efecto es del 112%. La literatura empírica establece que la innovación en procesos está relacionada con la reducción de costos unitarios de producción y, por lo tanto, el efecto del ahorro de insumos producto de la innovación en procesos puede generar reducción de precios y mejoras adicionales en la productividad (Mohnen & Hall, 2013; Huergo & Jaumandreu, 2004; Mairesse, Mohnen & Kremp, 2005; Griffith, Huergo, Mairesse & Peters, 2006; Parisi, Schiantarelli & Sembenelli, 2006; Chudnovsky, López & Pupato, 2006; Masso & Vahter, 2008; Janz, Lööf & Peters, 2004; Crowley & Mccann, 2015). Además, la innovación en procesos tiene un efecto positivo sobre la productividad de las empresas no innovadoras, el valor de este efecto es del 28%.

Finalmente, la innovación organizacional tiene un efecto positivo y significativo en la productividad laboral de las empresas innovadoras y el valor de este efecto es del 57%. Las innovaciones organizativas mejoran la calidad y flexibilidad de las operaciones de la empresa, además pueden reducir costos administrativos y por lo tanto aumentar la productividad (Masso & Vahter, 2008; Fazlıoğlu, Dalgıç & Yereli, 2018; Armbruster, Bikfalvi, Kinkel & Lay, 2008; Piva & Vivarelli, 2002). Además, se determinó que las empresas que no innovaron en organización podrían incrementar su productividad en un 38% si innovaran.

Estos resultados indican que mientras las empresas innovadoras se benefician de la innovación, las empresas no innovadoras están incurriendo en pérdidas de productividad por no innovar en producto, proceso y organización.

Los resultados de esta investigación permiten a los empresarios y hacedores de política tener una base que contribuya a la toma de decisiones con miras a fomentar actividades innovadoras en las empresas. Así también, permite a los investigadores tener una base para el análisis de la relación entre la innovación y productividad que contribuya a la generación de nuevo conocimiento en este tema.

La presente investigación se estructura de la siguiente manera: en el capítulo 2 se hace una revisión de la literatura concerniente a la innovación y a la productividad. El capítulo 3 muestra de la metodología y estadísticas descriptivas básicas de los datos a utilizar: se presenta la fuente de datos, se expone la técnica econométrica a utilizarse y se describen las variables de análisis. A continuación, en el capítulo 4 se muestran los resultados de las variables en la decisión de innovar y el efecto que tiene la innovación sobre la productividad. Finalmente, en el capítulo 5 se presentan las conclusiones de la investigación, y se hace algunas recomendaciones de política.

Capítulo 2

Revisión de la Literatura

2.1 La productividad

La productividad es una medida de cuán eficiente es el trabajo para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo. La productividad laboral es el resultado productivo generado por el desempeño de los empleados en un lugar de trabajo y está relacionado con la optimización de los recursos materiales, financieros y tecnológicos de la organización (Cequea & Rodríguez, 2012).

En términos económicos, la productividad está relacionada con la capacidad de una economía para convertir inputs en outputs. Es decir, la productividad podría definirse como la relación entre el producto y el insumo, o la relación de lo que se produce versus lo que se requiere para elaborarlo. Suponga que se tiene un único insumo, trabajo (L), para producir una cierta cantidad de producción (Q). En este caso, la producción se podría incrementar si más trabajo fuese contratado, si la mano de obra se usará de modo más eficiente o si se adoptara una nueva tecnología que aumente la cantidad de producción por trabajador (es decir, la productividad laboral).

2.2 Innovación

La innovación se considera como el motor del crecimiento económico de los países pues permite generar nuevos modos de producción y nuevos cambios tecnológicos (Schumpeter, 1934). Para Schumpeter (1934), el principal agente que es capaz de introducir innovaciones, permitiéndole a las empresas ser más competitivas, es el empresario. Para este autor, el empresario no es cualquier agente dueño del capital, o el que crea una empresa, ni un técnico. El empresario es la persona que tiene la habilidad, capacidad e inteligencia para desarrollar nuevas combinaciones de medios de producción a favor de la generación de innovaciones radicales dentro o fuera de la organización. Además, Schumpeter (1934) describe a la innovación en términos de procesos de “destrucción creativa” y que tal proceso es doble. Primero, los procesos competitivos en un contexto de cambio tecnológico sirven para reemplazar antiguas tecnologías y modos de producción a favor de nuevas ideas y métodos. Segundo, la competencia en sí misma sirve para conducir a nuevos cambios tecnológicos. Schumpeter (1942) sostuvo que “no es ese tipo de competencia (precio) lo que cuenta, sino la competencia del nuevo producto, la tecnología y la nueva fuente de suministro”.

Según el manual de Oslo desarrollado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2006), la innovación es la introducción de un nuevo o significativamente mejorado bien o servicio, proceso, o forma de organización en las prácticas internas de la empresa o de las relaciones exteriores. Además, la innovación es el resultado de la incorporación de nuevo conocimiento, la combinación del conocimiento existente, o la combinación de los dos. El proceso de innovar engloba diferentes campos tales como el científico, tecnológico, organizativo y financiero, debido a que es un proceso complejo. En esencia, la innovación es la creación de conocimiento que aún no existe y que es puesto en operación para la solucionar problemas de todo tipo.

Es importante recalcar que la invención no es lo mismo que la innovación, ya que el primero se refiere a realizar avances en los conocimientos, sin tener aplicaciones en el mundo, mientras que el segundo necesariamente debe tener la capacidad de operación, es decir plasmar una idea en un proyecto que sea capaz de solucionar problemas y que sea aceptado por el público. McCann & Gordon (2005) afirman que, las innovaciones consisten en tres elementos subyacentes, que incluyen la novedad (novedad para la empresa o el mercado), la mejora (superioridad que existe actualmente) y la superación de la incertidumbre (mejorando la cuota de mercado).

El Manual de Oslo de la OCDE (2006) identifica 3 tipos de innovación. Estos incluyen innovación en producto(bien/servicio), proceso y organizacional.

2.2.1 Innovación en producto

Según el manual de Oslo, la innovación en producto es la introducción de un nuevo o significativamente mejorado bien o servicio en cuanto a sus características, uso, o funcionalidades. Esto se logra con la incorporación de nuevo conocimiento o tecnología, con mejora en los materiales, componentes o informática agregada. La innovación en producto debe considerar otras características y rendimientos mejorados a los que ya se encuentran actualmente dentro de la empresa y/o en el mercado (OCDE, 2006).

2.2.2 Innovación en proceso

La innovación en proceso está relacionada con el sector de producción o de distribución. Este tipo de innovación está directamente relacionada con la reducción de coste unitarios de producción, y el mejoramiento de la calidad de productos nuevos o significativamente mejorados. Esto se logra mediante cambios importantes en las técnicas, materiales, métodos y/o programas informáticos. Las innovaciones de proceso incluyen también las técnicas nuevas

o sensiblemente mejoradas, así como equipos y programas informáticos utilizados en actividades auxiliares de apoyo tales como compras, contabilidad o mantenimiento (OCDE, 2006).

Una distinción que con frecuencia se hace entre la innovación en producto y proceso radica en la comprensión del ciclo de vida del producto. Utterback & Abernathy (1975) propusieron en su modelo del “ciclo de vida del producto” que las empresas compiten predominantemente en la diferenciación de productos, donde la inversión en investigación y desarrollo (I+D) es alta para desarrollar características de productos que los clientes desean (Klepper, 1996). A medida que el mercado madura, y los gustos y preferencias de los consumidores se comprenden mejor, el enfoque de las empresas cambia para competir en costos y economías de escala, donde la innovación de procesos rige la mayoría de las actividades de innovación de las empresas. El ciclo de vida del producto indica una relación complementaria entre la innovación de productos y la innovación de procesos a lo largo del tiempo. Sin embargo, la literatura empírica ha encontrado una relación complementaria entre las diferentes formas de innovación, independientemente de la dimensión temporal propuesta por el ciclo de vida del producto (Doran, 2012). Por lo tanto, a diferencia de las ideas establecidas por Utterback & Abernathy (1975), la empresa puede verse obligada a considerar la innovación en procesos cuando introduzca nuevos productos. Por supuesto, esto dependerá del grado de complementariedad entre los procesos de producción de nuevos productos y productos antiguos. Además, el nuevo producto puede beneficiarse de la introducción de innovaciones de procesos no tecnológicos.

2.2.3 Innovación en organización

La innovación organizacional tiene como propósito mejorar la productividad mediante la reducción de costos de transacción o costos administrativos. Esto se logra mediante cambios

en las prácticas internas, procedimientos, modificación en el lugar de trabajo y en las relaciones externas. La actualización en la gestión del conocimiento también entra en este tipo de innovación, al igual que la introducción de sistemas de gestión de las operaciones de producción, de suministro y de gestión de la calidad (OCDE, 2006).

Mol & Birkinshaw (2009) identifican que la innovación organizativa a menudo es de naturaleza incremental y se diferencia claramente de la innovación de productos y de procesos.

2.3 El efecto de la innovación sobre la productividad

El crecimiento económico y los factores que lo originan han sido temas de gran interés en la historia económica. Solow (1957) planteaba que uno de los factores fundamentales para el crecimiento económico está relacionado con el cambio tecnológico pues aumenta la productividad. De igual manera los trabajos pioneros de Romer (1994) y Schumpeter (1934), han demostrado empíricamente el papel central de la innovación tecnológica en el crecimiento económico agregado.

A nivel microeconómico, la innovación también se torna importante, ya que la capacidad de diferenciar productos, mejorar procesos o introducir nuevas tecnologías permite aumentar los niveles de productividad y ganar competitividad en los mercados (Lugones, Suárez & Gregorini, 2007). Siguiendo la literatura empírica, generalmente se espera que la decisión de innovar tenga un efecto positivo en el rendimiento de la productividad de las empresas, ya que podría generar apertura de nuevos mercados, reducir costos de producción, y mejorar la calidad y la flexibilidad de las operaciones de la empresa (Mairesse, Mohnen & Kremp, 2005; Griffith, Huergo, Mairesse & Peters, 2006; Parisi, Schiantarelli & Sembenelli, 2006; Raffo, Lhuillery & Miotti, 2008; Hall, Mairesse & Lotti, 2012; Mairesse & Robin, 2009; Hall, Lotti & Mairesse, 2009).

Sin embargo, existe evidencia contradictoria acerca de los efectos de la innovación sobre la productividad de las empresas. Es decir, la innovación podría tener un efecto negativo sobre los niveles de productividad de las empresas. Una de las causas según Mohnen & Hall (2013) podría ser el efecto de la curva de aprendizaje y otra causa según Crowley & Mccann (2015) podría ser el efecto de demanda indirecta (efecto canibalismo).

Respecto a la innovación en producto, los resultados son diversos. Por un lado, hay estudios que determinan que la innovación en producto tiene efectos positivos sobre la productividad. La introducción de un nuevo producto en el mercado puede crear una nueva fuente de demanda, que puede dar lugar a economías de escala en su producción. Además, este efecto podría ser mayor si fuese posible vender los nuevos productos en paralelo a los productos antiguos. Entre los nuevos productos lanzados, algunos pueden tener más éxito que otros, porque satisfacen una necesidad inmediata o latente de los clientes, o porque se benefician de un servicio recientemente introducido en el mercado (efecto bola de nieve) (Villareal, Arias, Salas & Holguin, 2015; Mairesse, Mohnen & Kremp, 2005; Griffith, Huergo, Mairesse & Peters, 2006; Parisi, Schiantarelli & Sembenelli, 2006; Raffo, Lhuillery & Miotti, 2008; Hall, Lotti & Mairesse, 2009; Hall, Mairesse & Lotti, 2012; Mairesse & Robin, 2009).

Por otro lado, hay evidencia empírica que muestra que la innovación en producto tiene efectos negativos. Los nuevos productos pueden por supuesto canibalizar el negocio y las ganancias obtenidas de la producción de los productos antiguos (efecto de demanda indirecta). Además, pueden existir retrasos en el tiempo para traducir las innovaciones en ganancias de productividad, debido a los efectos de la curva de aprendizaje (Mohnen & Hall, 2013; Crowley & Mccann, 2015).

En cuanto a la innovación en procesos, prevalece un efecto positivo sobre la productividad. Este tipo de innovación se encuentra relacionada directamente con la reducción de los costes unitarios de producción o entrega, el aumento de la calidad, y por tanto el aumento de la productividad. Además, una empresa típica puede obtener cierto poder de mercado a través de la innovación de procesos, si esta se encuentra operando en la parte elástica de su curva de demanda (Mohnen & Hall, 2013; Huergo & Jaumandreu, 2004; Mairesse, Mohnen & Kremp, 2005; Griffith, Huergo, Mairesse & Peters, 2006; Parisi, Schiantarelli & Sembenelli, 2006; Chudnovsky, López & Pupato, 2006; Masso & Vahter, 2008; Janz, Lööf & Peters, 2004; Crowley & Mccann, 2015).

Finalmente, respecto a la innovación organizacional, prevalece también un efecto positivo. De acuerdo a la literatura, la innovación organizacional puede renovar procesos, equipos, gestión de la información y la colaboración entre distintas áreas de la empresa, lo cual se traduce en reducción de costos y por tanto en una mayor productividad (Masso & Vahter, 2008; Fazlıođlu, Dalğıç & Yerele, 2018; Armbruster, Bikfalvi, Kinkel & Lay, 2008; Piva & Vivarelli, 2002).

Para estudiar el efecto de la innovación sobre la productividad de las empresas, se han utilizado varias metodologías, que van desde el modelo de Crepon, Duguet, & Mairesse (1998), hasta los modelos de conmutación endógena de Lokshin & Sajaia (2004). El modelo de Crepon et al. (1998), conocido en la literatura por las siglas CDM, utiliza un procedimiento secuencial para estimar el efecto de la innovación sobre la productividad. Primero, se determina la decisión y la intensidad de la inversión en innovación, luego se estima una función de resultados de la innovación usando las intensidades de las innovaciones como insumo, por último, se estima el impacto del resultado de la innovación sobre la productividad de la empresa. Fuera del contexto del modelo CDM, otros artículos como el de Crowley & Mccann

(2015) y Fazlıođlu, Dalgıç, & Yereli (2018), estudian este efecto con el modelo de conmutación endógena, que consiste en estimar dos ecuaciones de manera simultánea: una ecuación de innovación y una ecuación de productividad. La ventaja de esta metodología es que se puede cuantificar el rendimiento productivo de participar o no en actividades de innovación.

2.4 Otros factores que afectan la productividad

2.4.1 Tamaño

En el análisis econométrico realizado por Benavente (2005), se estudia los determinantes de las actividades de I+D y su impacto sobre la innovación tecnológica y la productividad de las empresas manufactureras en Chile. El estudio encuentra que las empresas de mayor tamaño, son más productivas que las empresas pequeñas. El autor sugiere que las empresas grandes tienen mayor acceso a recursos tecnológicos, financieros, capital humano, lo cual las hace más competitivas y más productivas. Además, las empresas de mayor tamaño pueden ser más productivas por la presencia de economías de escala (Bogetic & Olusi, 2013).

Por otro lado, Chudnovsky, López & Pupato (2006), en su trabajo acerca de la innovación y productividad para Argentina, encuentran una relación negativa y significativa con el tamaño de las empresas, es decir las pequeñas empresas son más productivas que las grandes empresas. Los autores sugieren que las empresas pequeñas tienen la capacidad de adaptarse a cambios en el mercado, lo cual es mucho más difícil para las grandes empresas que tienen por lo general un gran número de empleados y gran capital invertido. En la misma línea, Hall, Mairesse, & Lotti (2012) establecen que las empresas pequeñas pueden realizar productos individualizados, a diferencia de las grandes empresas que se enfocan más en la producción en masa de productos estándar.

2.4.2 Edad

Existen resultados diferentes acerca de cómo afecta la edad en la productividad de las empresas. Por un lado, en los trabajos de Bogetic & Olusi (2013) y Hall, Mairesse, & Lotti (2012), determinan que las empresas más jóvenes tienden a ser más eficientes que las antiguas, debido a que, para las empresas antiguas, el conocimiento, las habilidades y destrezas se vuelven obsoletos e inducen el deterioro de la organización. En cambio, Roper, Du, & Love (2008), en su estudio sobre la cadena de valor para China, determinan que a medida que los años de una empresa aumentan, las empresas son más productivas. El autor argumenta que las empresas con mayor tiempo en el mercado pueden acumular experiencia y conocimiento productivos, haciéndolas más eficientes, y por tanto más productivas.

2.4.3 Multiplanta

Crowley & Mccann (2015), en su estudio innovación y productividad para las empresas irlandesas, determinan que las empresas con características de multiplanta son más productivas. Sugieren que las empresas descentralizan su sistema de producción para mejorar su eficiencia, al dividir el proceso de producción en fases y localizar cada una de ellas en establecimientos separados y ubicados en lugares favorables. La localización de las unidades afecta tanto a la eficiencia y a la competitividad de las empresas, pues esto no solo está relacionado con el área de operaciones, sino también con la función comercial, la del personal, y financiera (Rosales, 2018).

2.4.4 Estatus exportador

La liberación y la intensificación del comercio desempeñan un papel importante sobre la productividad. Aquí, existen cinco canales potenciales: mayor variedad de los bienes intermedios, mejor calidad, difusión del conocimiento, amplificación de los efectos de

aprendizaje y aumento del tamaño del mercado (Echavarría, Arbeláez & Rosales, 2006; Álvarez & Gutiérrez, 2011). El entorno competitivo se vuelve más fuerte cuando se opera en los mercados internacionales, por tanto, las empresas necesitan mejorar su eficiencia a un ritmo mucho más rápido, a diferencia de las empresas que compiten en el mercado nacional (Silva & Africano, 2013).

2.4.5 Grupo empresarial

El lado positivo del grupo empresarial es que permite compensar los mercados imperfectos o subdesarrollados en finanzas, trabajo y productos, es decir los grupos empresariales pueden ayudar a facilitar los intercambios que de otro modo no podrían ocurrir a través de los mercados. Por lo tanto, desempeñan un papel positivo en el desarrollo y rendimiento de la empresa, entre otras cosas, reduciendo los costos de transacción y remplazando los “vacíos institucionales” (Khanna & Yafeh, 2007). Esto permite a las empresas dentro de los grupos emprender actividades económicas que no pueden ser mediadas a través de mercado.

Además de reemplazar tales vacíos, los grupos también pueden desempeñar un papel importante en la adquisición de tecnología a través de su experiencia en la adquisición de “capacidades de ejecución de proyectos” y mediante la transferencia de conocimientos de gestión, habilidades y los propios empleados (Amsden & Hikino, 1994). Como tal, la afiliación a grupos empresariales ha sido vista por algunos especialistas como una causa clave del rápido crecimiento de la productividad en el proceso dinámico de la industrialización. En este escenario, los grupos empresariales han jugado un papel clave en ayudar a desagregar y asimilar nuevas tecnologías.

2.4.6 Capital extranjero

Alderete & Gutiérrez (2012), en su estudio sobre la productividad para las empresas colombianas, determinan que el capital extranjero tiene un impacto positivo sobre la productividad laboral. Las empresas con capital extranjero tienen más acceso a las nuevas tecnologías por la relación con su casa matriz, la cual les ofrece asesoría técnica y otros servicios tecnológicos (Chong-Sup, 1997).

2.4.7 Capital humano

Las empresas que poseen personal con un alto nivel de estudios son más productivas. Cabría pensar que mayores niveles de formación se traducirían en mayores niveles de eficiencia (Álvarez & Gutiérrez, 2011). Además, los empleados con altos niveles de educación poseen habilidades, conocimientos y capacidades que ayudan a las empresas alcanzar objetivos y soluciones de toda índole (Yang, Lin & Ma, 2010; Yunus, Said & Law, 2014). Finalmente, los trabajadores con altos niveles de educación poseen conocimientos que les permite ser capaces de aplicar, desarrollar y conservar tecnologías más sofisticadas (Alderete & Gutiérrez, 2012).

2.4.8 Sector industrial

El sector donde se ubican las empresas también es un factor importante en la productividad. Los sectores difieren sustancialmente debido a la existencia de características particulares definidas por las oportunidades tecnológicas, las bases de conocimiento, y acumulación del avance técnico (Crowley & Mccann, 2015; Echavarría, Arbeláez, & Rosales, 2006; Željko & Olasupo, 2013).

2.4.9 Capital fijo

La inversión en capital fijo por parte de las empresas juega un papel importante en la productividad. Aquí se concluye que toda inversión destinada a los procesos de producción es clave para la productividad de las empresas, debido a que mejora la eficiencia de los procesos de producción (Benavente, 2005). Además, Faruq & Telaroli (2011) establecen que una mayor disponibilidad de capital físico en el proceso de producción permite a cada trabajador producir más en un periodo de tiempo determinado y, por lo tanto, ser más productivo.

2.4.10 Maquinaria y equipo

La adquisición de maquinaria y equipo juega un rol importante en la productividad. Los beneficios de la adquisición en maquinaria y equipo podrían traducirse en ahorros en la mano de obra, eficiencia de costos de operación y reducción de tiempos en los procesos de producción, provocando un incremento de la productividad (Ludym, Luzardo & Rojas, 2018; Álvarez & Gutiérrez, 2011).

2.4.11 Economías de aglomeración, urbanización, competencia y densidad

La literatura empírica demuestra que las economías de aglomeración también desempeñan un rol importante en la productividad (Guevara et al., 2015; Torrez & Ordoñez, 2019). Siguiendo a Glaeser et al. (1992), las economías de localización o las externalidades MAR¹, que operan dentro de una industria específica permiten el flujo de ideas entre ellos, permitiéndoles beneficiarse de las externalidades del conocimiento. Tales interacciones pueden influir positivamente en la productividad de las empresas y el crecimiento de las ciudades. En

¹ Las economías de localización o externalidades MAR, se refiere al modelo presentado por Marshall (1890), Arrow (1962) y Romer (1986).

la misma línea, Guevara et al. (2015), en su estudio sobre las externalidades de la aglomeración y urbanización en Ecuador, encuentra una relación positiva y significativa entre la especialización y la productividad laboral. Estos autores sugieren que la concentración espacial dada una industria podría facilitar los contactos cara a cara y las oportunidades de cooperar. Como consecuencia, ideas y métodos de producción de una empresa se extenderían sobre otras ubicadas en la misma región. Además, es importante resaltar que las economías de aglomeración incluyen ventajas tal como el fácil acceso a la mano de obra e insumos especializados que se requieren en la misma industria, a fin de reducir costos y mejorar la calidad del producto (Baldwin, Brown, & Rigby, 2008).

Las economías de urbanización se producen a través de las industrias, lo que motiva el argumento de Jacobs (1969), de que la variedad de industrias dentro de una región geográfica promueve la difusión del conocimiento, así como la disponibilidad de un gran panel de servicios que facilita la producción y da como resultado actividades innovadoras y crecimiento económico. Además, según Isard (1956) las economías de urbanización pueden albergar una serie de ventajas, tal como una gran disponibilidad de fuerza laboral, infraestructura y bienes públicos, que son características de zonas ampliamente pobladas (Harrison, Kelley, & Gant, 1996).

La intensidad de la competencia es el determinante más fuerte para el crecimiento regional, ya que la competencia local lleva a las empresas a innovar o adoptar nuevos procesos de producción más eficientes para mantenerse en el mercado (Porter, 1990; Porter, 1980).

Varios artículos dedicados a las economías de densidad tales como Combes & Gobillon (2015), Guevara et al. (2015), Ciccone & Hall (1996) y Abel, Dey & Gabe, (2011) encuentran una relación positiva con la productividad. Duranton & Puga (2003) establecen que la

proximidad geográfica entre las empresas y los empleados facilita los micromecanismos de cooperación, intercambio y aprendizaje.

2.5 Factores que afectan a la innovación

2.5.1 Tamaño

Existen tres factores que apoyan la hipótesis de que las empresas de mayor tamaño son más innovadoras que el resto de las empresas. En primer lugar, se tiene que estas empresas pueden acceder con mayor facilidad a financiamiento nacional o internacional; además poseen una mayor cantidad de capital propio que puede ser utilizado para innovación. En segundo lugar, estas empresas poseen una mayor diversificación de productos para enfrentar la incertidumbre de la innovación, es decir, si una empresa introduce un nuevo producto en el mercado, no hay un riesgo alto de quiebra, ya que tiene otros productos para superar la crisis en el caso que el producto nuevo fracase. En tercer lugar, la presencia de economías de escala en la función de I+D (Chudnovsky, López & Pupato, 2006; Mol & Birkinshaw, 2009; Roper, Du & Love, 2008; Fazlıoğlu, Dalgiç & Burçin, 2018; Crowley & Mccann, 2015).

2.5.2 Edad

En la literatura existen puntos de vista algo diferentes sobre la relación de la edad de la empresa y la innovación. Roper, Du & Love (2008), Crowley & Mccann (2015) y Hurley & Hult (1998) propusieron la idea de que las empresas jóvenes son más propensas a innovar, ya que las empresas se vuelven menos receptivas a las oportunidades de innovación, a medida que envejecen debido a la burocracia. Sin embargo, otra evidencia muestra que las empresas de mayor edad pueden acumular conocimientos y experiencias innovadoras, y como resultado generar más innovaciones (Sorensen & Stuart, 2000; Declan & O'Leary, 2008).

2.5.3 Estatus exportador

Salomon & Myles (2005) y Crowley & Mccann (2015) explican que la información de consumidores, la habilidad y experiencia de compradores son ventajas que se obtienen de operar en el mercado internacional. Además, estas empresas pueden cooperar con proveedores en la cadena de valor o apoyo para el desarrollo de nuevas técnicas productivas. Las empresas que operan en el mercado internacional también se enfrentan a un número mayor de competidores de todos los tamaños, por lo tanto, para hacer frente a la competencia las empresas deben implementar nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organización (Bachmann, 2016; Chudnovsky, López & Pupato, 2006; Fernández, Peña & Hernandez, 2008).

2.5.4 Grupo empresarial

El hecho de pertenecer a un grupo empresarial aumenta la probabilidad de introducir innovaciones. Pinto & Rodríguez (2018) y Declan & O'Leary (2008) argumentan que las empresas que pertenecen a un grupo empresarial suelen invertir una mayor cantidad de recursos económicos en actividades de investigación y desarrollo. Como bien es establecido en la teoría económica, el stock de conocimiento es la base para generar conocimiento y tecnología que redundan en mayores niveles de innovación (Roper, Du & Love, 2008).

2.5.5 Multiplanta

Las empresas de carácter multiplanta son más propensas a realizar actividades de innovación. La literatura establece que la innovación fluye porque es probable que la transferencia de conocimiento de cada unidad afecte el rendimiento general de innovación de la empresa (Crowley & Mccann, 2015).

2.5.6 Capital extranjero

La evidencia empírica con respecto a las empresas que poseen capital extranjero es contradictoria. Por un lado, hay evidencia que demuestra que las empresas con capital extranjero son más propensas a introducir innovaciones, debido a su relación con su casa matriz, es decir estas empresas pueden acceder a recursos tecnológicos, información, talento humano indispensables para desarrollar innovaciones tecnológicas y no tecnológicas (Benavente, 2005; Fazlıođlu, Dalgıç & Burçin, 2018). Por el otro lado, se evidencia que las empresas con capital extranjero son reacias a introducir innovaciones, debido a que es posible que el mercado en donde se encuentran no es muy atractivo para justificar las actividades de innovación (Díaz, Aguiar & Pérez, 2007; Balarezo & Ortega, 2018).

2.5.7 Actividades de investigación y desarrollo interno

La variable stock de conocimiento mide la base de conocimiento tecnológico existente de la empresa desde varias perspectivas. Aquí la característica más importante es probablemente la “capacidad de absorción”, que representa la capacidad de una empresa para reconocer, asimilar y aplicar los flujos de información (Cohen & Levinthal, 1990). En general, esta capacidad se relaciona con la actividad interna actual de investigación y desarrollo (I+D) de una empresa (Stock, Greis & Fischer, 2001). La inversión en investigación y desarrollo es fundamental para las actividades de innovación de las empresas, ya que permite generar nuevos avances tecnológicos y conocimientos científicos, que a su vez permite desarrollar nuevos productos, nuevos procesos y nuevas prácticas internas (Bachmann, 2016; Roper, Du & Love, 2008; Chudnovsky, López & Pupato, 2006).

2.5.8 Capital humano

Además de la capacidad de absorción, el conocimiento también puede integrarse en el capital físico y humano de una empresa. La educación de la fuerza laboral también es un atributo potencialmente importante de la empresa y representa uno de los recursos claves de innovación. La innovación es una actividad intensiva en capital humano que puede beneficiar a las empresas, ya que las personas con un alto nivel de educación pueden crear y procesar información más eficientemente (Pitt & Sumodiningrat, 1991; Leiponen, 2005). En consecuencia, los empleados determinarán en gran medida la cantidad y calidad de las actividades de innovación (Declan & O'Leary, 2008; Chudnovsky, López & Pupato, 2006; Roper, Du & Love, 2008; Crowley & Mccann, 2015).

2.5.9 Sector industrial

La variable sectorial más reconocible en los estudios económicos es la clasificación industrial de una empresa. Casi todos los estudios intersectoriales incluyen algún tipo de variable dicotómica industrial para aislar el efecto del sector en la innovación (Crowley & Mccann, 2015; Bachmann, 2016; Chudnovsky, López & Pupato, 2006).

Mucho de nuestro entendimiento a cerca de la innovación ha venido en gran parte de estudios enfocados sobre industrias manufactureras (Tether, 2005), mientras que los servicios han tendido a ser considerados como adoptadores de tecnología y a menudo se los denomina “usuarios de tecnología”. Sin embargo, la evidencia de las encuestas sugiere que los servicios si innovan (Evangelista, 2000). Por tanto, esto genera un cambio en la concepción de la innovación, desde un enfoque estrecho y convencional en la que la innovación se basa en la tecnología, y la investigación y desarrollo (I+D), hasta un concepto más amplio donde la innovación también puede ser no tecnológica.

2.5.10 Inversión en capital fijo

Una de las variables en la práctica general es el comportamiento de inversión de una empresa. En la teoría de crecimiento endógeno, las interacciones entre el capital y el trabajo se consideran críticas para el desempeño innovador de una empresa. La inversión en capital fijo es un insumo necesario y clave para las actividades de innovación, pues incorpora nuevos bienes de capital tal como equipos, instrumentos, programas informáticos, etc., que permiten el avance tecnológico, técnico y científico (Balarezo & Ortega, 2018; Fazlıođlu, Dalgıç & Burçin, 2018; Crowley & Mccann, 2015).

2.5.11 Capacitación

En comparación con la inversión de capital, la inversión en mano de obra, es decir el capital humano, es intangible y surge, por ejemplo, de la formación profesional y la educación superior. Baumol (2004) y Bachmann (2016) determinan que la capacitación es un factor determinante para las actividades de innovación. La capacitación mejora la competencia general de los empleados, mediante la implantación y dominio de conocimientos y métodos científicos que servirán para el desarrollo de nuevos productos, procesos y nuevas formas de organización.

2.5.12 Estudio de mercado

El estudio de mercado aporta información sobre demandas total o parcialmente insatisfechas, así como información de consumidores y competidores que son utilizados para la creación de nuevos productos. Esta técnica está al alcance de todos los competidores, y puede convertirse en una ventaja competitiva si la empresa es capaz de explotar y desarrollar esta capacidad (Sánchez & González, 2007; Roper, Du & Love, 2008; Declan & O'Leary, 2008).

2.5.13 Consultoría

Bachmann (2016) determinó que el gasto promedio en consultoría tiene un efecto positivo y significativo sobre la innovación en proceso y sobre la innovación en producto. En cuanto a la innovación en producto, el autor encuentra que las firmas consultoras brindan un servicio de asesoramiento a través de profesionales capacitados y calificados, los cuales analizan áreas de oportunidad dentro de las empresas. Además, las empresas consultoras pueden brindar información técnica y metodología de diseño industrial e ingeniería que influiría en la propensión a innovar en procesos.

2.5.14 Maquinaria y equipo

Una empresa puede ser competitiva sin el desarrollo de la I+D, sin embargo, necesita una buena red de proveedores de tecnología y la habilidad suficiente para aplicar dicha tecnología, ya sea de forma independiente o combinándola con el desarrollo interno de la empresa.

Según Revilla, Torres & Jacob (2001), existen dos vías por la que la empresa puede adquirir tecnología: La adquisición de inmovilizado inmaterial que consiste en adquirir tecnología en forma de patentes, licencias, marcas, diseños, estudios de viabilidad tecnológica, software, servicios técnicos relativos a la creación de nuevos productos, procesos, y servicios o a mejoras significativas a otras ya existentes. Y la adquisición de inmovilizado material que consiste en adquirir maquinaria y equipos con características tecnológicas avanzadas, directamente relacionadas con el proceso de innovación y, por tanto, con la introducción por primera vez en el mercado de un producto, proceso o servicio nuevo o mejorado.

Santamaria, Nieto & Barge-Gil (2009), Bachmann (2016) y Chudnovsky, López & Pupato (2006) exploraron la importancia de la difusión de conocimiento para el desempeño de la innovación, y sugirieron que el uso de la maquinaria y equipo de alta tecnología, como

máquinas automáticas, robots, o combinaciones de estos procedimientos, son fundamentales para el éxito de la innovación en proceso y producto de las empresas.

2.5.15 Economías de aglomeración, urbanización, competencia y densidad

Las economías de especialización de Marshall (1890) y Glaeser, Kallal, Scheinkman & Shleifer (1992) son las que se derivan de la especialización de la actividad económica de una industria dentro de un área o región específica. Esta ubicación espacial de empresas que pertenecen a la misma industria genera externalidades por las posibilidades de que las empresas puedan aprender unas de otras. En este caso, el dominio de un lenguaje común y una base de conocimiento hace posible lograr un mayor grado de interacción entre las empresas y, como resultado, una mayor probabilidad de generar nuevos conocimientos.

De acuerdo a Jacobs (1969), las economías de urbanización son las que resultan de la concentración de empresas que desarrollan diversas actividades económicas dentro de un área o región particular. Esta concentración da lugar a una serie de ventajas o efectos fijos de ubicación, por ejemplo, conexión de transporte, clima, zona horaria, capital cultural, etc., que no dependen directamente de la ubicación conjunta de las empresas o instituciones relacionadas (Swann, Prevezer & Stout, 1998). Además, entornos como estos albergan una pluralidad de realidades tecnológicas y comerciales, con la resultante multiplicidad de tipos de conocimiento, el intercambio, la complementariedad o la combinación de los mismos factores, que pueden impulsar la innovación (Frenken, Van Oort & Verburg, 2007).

Para Porter (1990), la competencia empuja a las empresas a innovar, pues si no se desarrolla esta capacidad es posible que estas salgan del mercado ya que fácilmente serán superadas por otras. En la misma línea, Tang (2006) establece que el ambiente competitivo es importante para los procesos de innovación.

Según Knoblen, Arikan, Oort & Raspe (2016), las economías de intensidad del conocimiento provienen de la ubicación cercana a los agentes y/o empresas productoras de conocimiento, cuya coexistencia crea un ambiente donde el conocimiento es valorado, transferido y generado. Esta mayor intensidad del conocimiento es la que define aquellas áreas o regiones que, a pesar de carecer de especialización industrial, logran reunir agentes caracterizados por su orientación hacia el conocimiento y actividad innovadora, creando así una atmósfera que fomenta la coordinación del esfuerzo colectivo, y que a menudo es impulsado por el papel desempeñado de ciertas instituciones locales (Mcevily & Zaheer, 1999).

Finamente, teniendo en cuenta que la innovación va más allá del aspecto tecnológico (producto / servicio y procesos), y no tecnológico (prácticas comerciales y procesos organizativos), aquellas empresas capaces de aprovechar más el conocimiento en circulación, aplicarán más fácilmente cualquier tipo de innovación que busque eficiencia en el uso de sus recursos y ganancias de productividad.

Capítulo 3

Datos y Metodología

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se cuenta con información de la encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC): para el periodo 2011 y 2014. Esta encuesta es de cobertura nacional y cuenta con cuenta con 6275 empresas para al año 2014 y 2815 para el año 2011. Con base en estos años, se construyó un pool de datos a fin de obtener la mayor cantidad de información. Después de realizar la depuración de datos, que consistió en eliminar datos perdidos e identificar inconsistencias, la base final cuenta con 7957 empresas.

3.1 Metodología

Para llevar a cabo el análisis del efecto de la innovación sobre la productividad laboral para las empresas ecuatorianas, se utiliza un modelo de conmutación endógena. Esta metodología consiste en estimar un modelo de ecuaciones simultáneas sobre la decisión de innovar y la productividad laboral. Esta metodología permite controlar la endogeneidad entre la productividad de las empresas y las actividades de innovación (Dutoit, 2007). La existencia de una relación endógena entre las distintas formas de innovación con la productividad se

produce, cuando una empresa al realizar actividades de innovación (ya sea mediante mejoras de productos o mejoras de procesos y técnicas de producción), reduce sus costos de producción e incrementa sus niveles de productividad; y de manera viceversa, cuando el aumento de productividad fomenta la inversión en cualquier tipo de innovación que la empresa ya haya realizado o en alguna otra que desee mejorar. Además, la muestra no aleatoria de innovadores podría llevar a un problema de sesgo de selección, si los determinantes de ser un innovador están correlacionados con el término de error. El modelo de conmutación endógena trata este posible sesgo mediante un proceso de estimación de dos etapas (Lokshin & Sajaia, 2004).

En la primera etapa, se utiliza un modelo de selección sobre la decisión de innovar, en el que una empresa opta por implementar estrategias de innovación, si genera beneficios netos en términos de productividad. Es decir, la empresa elegirá innovar si la diferencia de productividad entre innovar y no innovar es positiva. Formalmente, sea I_i una variable latente sobre la decisión de innovar. Esta variable captura los beneficios esperados de la elección de innovar con respecto a los que no innovan, de acuerdo con el siguiente planteamiento:

$$I_i = 1 \quad \gamma Z_i + \theta W_{ij}^* + \phi AI_{ij} + u_i > 0 \quad I_i = 0 \quad \gamma Z_i + \theta W_{ij}^* + \phi AI_{ij} + u_i \leq 0 \quad (1)$$

donde Z_i es un vector de variables explicativas de la empresa i que están relacionadas con la decisión de innovar; u_i representa el término de error; W_{ij}^* son los instrumentos de esfuerzos para el tipo de innovación j , y AI_{ij} son otras variables relacionadas con las actividades de innovación (AI_{ij} y W_{ij}^* se denominan en su conjunto instrumentos de selección. Como tal, estas variables deben afectar la decisión de innovar, pero no a la productividad laboral de las empresas que no innovaron). Finalmente, γ, θ, ϕ son vectores de coeficientes relacionados a cada una de estas variables.

De acuerdo con la evidencia empírica, las variables Z_i son: capital humano, inversión en capital fijo, edad, edad al cuadrado, multiplanta, gasto en maquinaria y equipo, capital extranjero, grupo empresarial, y variables dicotómicas para los sectores económicos. Además, se incluye variables relacionadas con las economías de aglomeración: Índices de especialización, diversidad, competencia y densidad.

Por otro lado, para identificar los instrumentos de selección AI_{ij} y W_{ij}^* , se utiliza una prueba simple de falsificación. Si una variable es un instrumento de selección válido, esta debe afectar la decisión de innovar, pero no debe afectar la productividad laboral de las empresas que no innovaron (Di Falco, Veronesi & Yesuf, 2011). Para realizar esta prueba se utiliza dos modelos: un modelo probit sobre la innovación y otro modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios sobre la productividad laboral.

En el anexo A se muestra que las actividades de innovación AI_{ij} tales como, los esfuerzos de innovación, la capacitación, estudio de mercado y consultoría, pueden ser consideradas como instrumentos de selección, pues estadísticamente afectan a la decisión de innovar (ya sea en producto, proceso u organización), pero no a la productividad laboral de las empresas que no innovaron².

También es importante mencionar que la necesidad de utilizar los instrumentos de esfuerzo de innovación W_{ij}^* surge por un problema de endogeneidad entre los diferentes tipos de innovación causado por la relación complementaria que existe entre ellas (Doran, 2012). Para resolver este problema se necesita controlar “Que tareas adicionales la empresa está haciendo

² El anexo A muestra que las variables tales como, capacitación, estudio de mercado, esfuerzos de innovación y consultoría tienen efectos estadísticamente significativos sobre la decisión de innovar al 99% de confianza (p-valor<1%), y no tienen efectos estadísticamente significativos al 10% sobre la productividad laboral de las no innovadoras (p-valor>10%).

en otras áreas de actividades de innovación”. Por ejemplo, las empresas que se dedican a la innovación en producto probablemente también introduzcan innovaciones en proceso y/u organización, y viceversa. Para ello, se utiliza un modelo probit de tres variables, uno por cada tipo de innovación (producto, proceso u organización). Cada variable muestra si se ha efectuado otros tipos de innovación en un ámbito distinto al esfuerzo que mide la variable. Por ejemplo, el instrumento de esfuerzo para la innovación en producto, toma el valor de 1 si la empresa ha realizado innovación en proceso y/u organización y/o ha realizado gastos en I+D. Para estimar simultáneamente estos esfuerzos de innovación, se emplea el siguiente modelo probit multivariante (Galia & Legros, 2004; Cappellari & Jenkins, 2003).

$$W_{ij}^* = \alpha_j C_{ij} + v_{ij} \text{ donde } j = 1,2,3 \quad (2)$$

$$W_{ij} = 1 \text{ si } W_{ij}^* > 0, \text{ y } 0 \text{ caso contrario.}$$

$$E[v_{i1}] = E[v_{i2}] = E[v_{i3}] = 0$$

$$Var[v_{i1}] = Var[v_{i2}] = Var[v_{i3}] = 1$$

$$Cov[v_{i1}, v_{i2}, v_{i3}] = \rho_{ij}$$

donde C_{ij} es un vector de variables de control que contiene el estatus exportador y el tamaño de las empresas; α_j es el vector de coeficientes para las variables, y v_{ij} son los términos de error con distribución normal multivariada de media cero y, matriz de varianzas-covarianzas V . Esta matriz tiene valores de 1 en la diagonal y correlaciones $\rho_{ij} = \rho_{ji}$ fuera de ella. En el anexo B se muestra la estimación del modelo probit multivariado para los instrumentos de esfuerzos de innovación, en el cual se verifica que los coeficientes de correlación (ρ_{ij}) son estadísticamente significativos ($p > \chi^2 = 0.00$). En otras palabras, existe correlación entre los 3 tipos de esfuerzos de innovación, por lo que los efectos no

observables de cada modelo están correlacionados. Una vez comprobado esto, se obtienen los valores predichos de los instrumentos de esfuerzos de innovación W_{ij}^* , el cual es incorporado dentro del modelo original (1).

En la segunda etapa, se estima el efecto de la innovación sobre la productividad laboral mediante el siguiente modelo:

$$\begin{aligned} y_{1i} &= \beta_1 X_{1i} + \delta_1 A_{1i} + e_{1i} & \text{si } I_i = 1 \\ y_{2i} &= \beta_2 X_{2i} + \delta_2 A_{2i} + e_{2i} & \text{si } I_i = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

donde y_{1i} es el logaritmo natural de la productividad laboral para las empresas innovadoras en el régimen 1 y y_{2i} es el logaritmo natural de la productividad laboral para las empresas no innovadoras en el régimen 2. X_{1i} y X_{2i} son vectores de variables explicativas para los regímenes uno y dos respectivamente; β_1, β_2 son vectores de parámetros correspondientes a cada régimen, e I_i es la variable latente definida en el modelo (1). Según la evidencia empírica, las variables X_{1i} y X_{2i} pueden ser: capital humano, inversión en capital fijo, edad, edad al cuadrado, multiplanta, gasto en maquinaria y equipo, capital extranjero, grupo empresarial, y variables dicotómicas para los sectores económicos.

Otras variables explicativas en el modelo (3) son A_{1i} y A_{2i} , las cuales representan los índices de economías de aglomeración como: Especialización, Diversidad, Competencia y Densidad. Por último β_1, β_2 y γ son vectores de parámetros; y e_{1i} y e_{2i} representan los términos de error de la ecuación del régimen uno y el régimen dos, respectivamente.

La estimación del modelo de conmutación endógena especificado por las ecuaciones (1) y (3) se realiza para cada tipo de innovación por separado (innovación en producto, innovación en proceso, e innovación organizacional). Esta estimación se realiza mediante el método de Máxima Verosimilitud, corrigiendo el posible problema de sesgo de selección (Dutoit, 2007;

Lokshin & Sajaia, 2004). Siguiendo a Lokshin & Sajaia (2004), se supone que e_{1i} , e_{2i} y u_i tienen una distribución trivariante normal con un vector de media cero y matriz de varianza-covarianza igual a:

$$\varphi = \begin{bmatrix} \sigma_u^2 & \sigma_{1u} & \sigma_{2u} \\ \sigma_{1u} & \sigma_1^2 & . \\ \sigma_{2u} & . & \sigma_2^2 \end{bmatrix}$$

donde σ_u^2 es la varianza del término de error en la ecuación de selección (1), el cual se puede suponer que es igual a 1 ya que los coeficientes solo pueden estimarse hasta un factor escalar (Maddala, 1983); σ_1^2 y σ_2^2 son las varianzas de los términos de error en las ecuaciones de la productividad (3); y σ_{1u} y σ_{2u} representan las covarianzas entre u_1 y e_{1i} , y u_1 y e_{2i} , respectivamente.

Con base en esta matriz de varianza-covarianza y siguiendo a Lokshin & Sajaia (2004), el logaritmo de la función de verosimilitud se puede definir como:

$$\ln L = \sum_{i=1} \left\{ I_i o_i \left[\ln(F(n_{1i})) + \ln\left(\frac{f\left(\frac{e_{1i}}{\sigma_1}\right)}{\sigma_1}\right) \right] + (1 - I_i) o_i \left[\ln(1 - F(n_{2i})) + \ln\left(\frac{f\left(\frac{e_{2i}}{\sigma_2}\right)}{\sigma_2}\right) \right] \right\}$$

donde F es una función de densidad acumulada, f es la función de densidad normal, o_i es un peso opcional para la observación i y n_{ji} se define como:

$$n_{ji} = \frac{(\gamma Z_i + \rho_j e_{ji} / \sigma_j)}{\sqrt{1 - \rho_j^2}}, \text{ para } j = 1, 2$$

Aquí, $\rho_1 = \frac{\sigma_{1u}^2}{\sigma_u \sigma_1}$ representa el coeficiente de correlación entre el término de error u_i de la ecuación de selección (1) y el término de error e_{1i} de la ecuación del régimen uno en el modelo (3); y $\rho_2 = \frac{\sigma_{2u}^2}{\sigma_u \sigma_2}$ representa el coeficiente de correlación entre el término de error u_i

de la ecuación de selección (1) y el termino de error e_{2i} de la ecuación del régimen dos del modelo (3).

Los valores de ρ_1 y ρ_2 son de particular interés en el análisis. Si $\rho_1, \rho_2 \neq 0$, entonces se puede manifestar que la relación es endógena (e.d las ecuaciones de innovación y productividad son dependientes), por lo que las características no observables son importantes para explicar tanto la ecuación de selección (1) como también la ecuación de productividad (3) (Di Falco, Veronesi & Yesuf, 2011).

Para validar el modelo, se analiza la distribución de los errores estándar, la multicolinealidad y la razón de verosimilitud (LR) de las ecuaciones independientes (Crowley & Mccann, 2015; Fazlıođlu, Dalgıç & Burçın, 2018; Di Falco, Veronesi & Yesuf, 2011; Lokshin & Sajaia, 2004).

3.2 Expectativas condicionales y efectos de tratamiento

Luego de la estimación y validación del modelo, se cuantifica el rendimiento productivo de las empresas por participar o no en algún tipo de actividad innovadora mediante las esperanzas condicionales. Estas esperanzas pueden ser utilizadas para comparar los resultados observados con caso hipotéticos contrafactuales. Lokshin & Sajaia (2004) y Di Falco, Veronesi & Yesuf (2011) establecen el cálculo de estas esperanzas de la siguiente manera:

$$E(y_{1i}|I_i = 1, X_{1i}) = \beta_1 X_{1i} + \sigma_1 \rho_1 \frac{f(\gamma Z_i)}{F(\gamma Z_i)} \quad (4)$$

$$E(y_{2i}|I_i = 1, X_{2i}) = \beta_1 X_{2i} + \sigma_2 \rho_2 \frac{f(\gamma Z_i)}{F(\gamma Z_i)} \quad (5)$$

$$E(y_{1i}|I_i = 0, X_{1i}) = \beta_2 X_{1i} - \sigma_1 \rho_1 \frac{f(\gamma Z_i)}{(1 - F(\gamma Z_i))} \quad (6)$$

$$E(y_{2i}|I_i = 0, X_{2i}) = \beta_2 X_{2i} - \sigma_2 \rho_2 \frac{f(\gamma Z_i)}{(1 - F(\gamma Z_i))} \quad (7)$$

donde

- $E(y_{1i}|I_i = 1, X_{1i})$ representa la esperanza condicional de la productividad laboral de las empresas innovadoras, dado que innovaron (observado).
- $E(y_{2i}|I_i = 1, X_{2i})$ representa la esperanza condicional de la productividad laboral de las empresas innovadoras, en el caso que no innovaran (contrafactual).
- $E(y_{1i}|I_i = 0, X_{1i})$ representa la esperanza condicional de la productividad laboral de las empresas no innovadoras, en el caso que innovaran (contrafactual).
- $E(y_{2i}|I_i = 0, X_{2i})$ representa la esperanza condicional de la productividad laboral de las empresas no innovadoras, dado que no innovaron (observado).

Siguiendo a Heckman, Tobias, & Vytlacil (2001), Crowley & Mccann (2015) y Fazlıođlu, Dalgıç & Burçin (2018), el efecto del tratamiento (es decir, la innovación) sobre la productividad de las empresas tratadas (es decir, las empresas que innovaron), denominado por "TT (treatment on the treated)", se encuentra determinado por la diferencia entre la ecuación (4) y (5). Del mismo modo, el efecto del tratamiento sobre la productividad de las empresas no tratadas (es decir, las empresas que no innovaron), denominado por, "TU (treatment on the untreated)", se encuentra determinado por la diferencia entre las ecuaciones (6) y (7).

$$TT = E(I_i = 1, X_{1i}) - E(I_i = 1, X_{2i})$$

$$TU = E(I_i = 0, X_{1i}) - E(I_i = 0, X_{2i})$$

Sobre estos efectos, se realizan pruebas t-student para evaluar su significancia.

3.3 Descripción de las variables

3.3.1 Variables Dependientes

El modelo de conmutación endógena posee dos variables dependientes. En la primera etapa, la variable dependiente representa una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa ha introducido innovaciones en producto en el año t , y el valor de cero en caso contrario (de igual manera para la innovación en proceso y organización). En la segunda etapa, la variable dependiente es el logaritmo de la productividad laboral, la cual se calcula como las ventas anuales sobre el número de empleados de la empresa i en el año t .

3.3.2 Variables independientes

En el anexo C se presenta un resumen de las variables y los efectos esperados.

La variable *capital humano* mide la proporción de empleados con un nivel de educación superior a la secundaria en el año t . La innovación es marcadamente intensiva en capital humano. Se espera un efecto positivo con esta variable, ya que la educación mejora el nivel de conocimientos, lo cual permite crear y procesar información más eficientemente (Declan & O'Leary, 2008; Chudnovsky, López & Pupato, 2006; Roper, Du & Love, 2008). Por otro lado, en cuanto a la productividad, se establece que mayores niveles de educación se traducirían en mayores niveles de eficiencia (Álvarez & Gutiérrez, 2011; Yang, Lin, & Ma, 2010; Yunus, Said, & Law, 2014).

La variable *Tamaño* se calcula como el logaritmo del número de empleados en el año t . Las empresas grandes tienen acceso a mayores recursos que las empresas pequeñas, estos recursos pueden ser financieros, capital humano, capital físico, que redundan en mayores niveles de innovación, por tanto, se espera un efecto positivo (Chudnovsky, López & Pupato, 2006;

Roper, Du & Love, 2008). Por su parte, Benavente (2005) sugiere que las empresas grandes, a más de tener acceso a una gran variedad de recursos, tienen la capacidad de explotar las economías de escala llevándolas a ser más productivas.

La variable *edad* representa los años que lleva operando una empresa en el país hasta el año t . Aquí, hay puntos de vista algo diferentes sobre la relación con la innovación. Por un lado, las empresas jóvenes son más propensas a innovar, ya que las empresas se vuelven menos receptivas a las oportunidades de innovación a medida que envejecen debido a la burocracia (Hurley & Hult, 1998; Crowley & Mccann, 2015). Por el otro lado, las empresas de mayor edad pueden acumular conocimiento y experiencias innovadoras y, como resultado, generar más innovaciones (Sorensen & Stuart, 2000; Declan & O'Leary, 2008). En cuanto a la productividad, de igual manera existen efectos diferentes. Por un lado, las empresas de mayor antigüedad pueden acumular experiencia y conocimientos llevándolas a ser más productivas (Roper, Du & Love, 2008). Por otro lado, las empresas más jóvenes son más productivas, debido a que la antigüedad deteriora el conocimiento, habilidad y destrezas (Bogetic & Olusi, 2013; Hall, Mairesse & Lotti, 2012).

La variable *Exportador* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa ha realizado exportaciones en el año t , y toma el valor de 0 en caso contrario. Por un lado, los exportadores pueden beneficiarse de elementos como: información de consumidores, acceso a la cooperación con proveedores en la cadena de valor de los nuevos productos, etc. (Salomon & Myles, 2005), por lo que se espera que este tipo de empresas tengan un efecto positivo sobre la innovación. Por otro lado, la liberación e intensificación del comercio desempeñan un papel importante en la productividad, pues se puede tener acceso a una mayor variedad y mejor calidad de los bienes intermedios, la difusión del conocimiento, la amplificación de los efectos de aprendizaje y el aumento del tamaño del mercado, por lo que se espera también un efecto

positivo en la productividad (Echavarría, Arbeláez & Rosales, 2006; Álvarez & Gutiérrez, 2011; Silva & Africano, 2013).

La variable *multiplanta* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa tiene más de un establecimiento en el año t , y toma el valor de 0 en caso contrario. Por lo general, este tipo de empresas son más propensas a innovar debido a que la transferencia de conocimiento de cada unidad afecta el rendimiento general de innovación (Crowley & Mccann, 2015). Además, las empresas con características de multiplanta son más productivas, ya que descentralizan su sistema de producción en establecimientos separados que se encuentren ubicados en lugares favorables (Crowley & Mccann, 2015; Rosales, 2018).

La variable *grupo empresarial* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa ha sido parte de un grupo empresarial a nivel nacional e internacional en el año t , y toma el valor de 0 en caso contrario. Este tipo de empresas suelen tener una mayor cantidad de recursos económicos que pueden ser utilizados en actividades de I+D. Como bien es establecido en la teoría económica, el stock de conocimiento es la base para generar conocimiento científico y tecnológico que redunde en mayores niveles de innovación (Pinto & Rodríguez, 2018; Roper, Du & Love, 2008). En cuanto a la productividad, las empresas que pertenecen a un grupo empresarial pueden realizar actividades económicas con los miembros del grupo en áreas como finanzas, trabajo y productos que no pueden ser mediadas a través de mercado (Khanna & Yafeh, 2007).

La variable *capital extranjero* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa tiene un capital extranjero mayor al 10% en el año t , y toma el valor de 0 en caso contrario. Se espera que este tipo de empresas tengan un efecto positivo sobre la innovación, debido a que las capacidades tecnológicas y de recursos que posee su país de origen les permite

llegar a nichos de mercados más especializados (Benavente, 2005; Fazlıođlu, Dalgıç, & Burçın, 2018). En cuanto a la productividad, se tiene que la eficiencia de las empresas puede mejorar cuando existe un mayor grado de internalización de la tecnología a través de su casa matriz (Chong-Sup, 1997).

Para medir el impacto de la inversión en capital fijo, se utiliza el *logaritmo de la inversión en capital fijo* en el año t. La inversión en capital fijo es importante porque es un factor clave para el crecimiento a largo plazo, en especial cuando existe incorporación de nuevos bienes de capital que permitan un avance tecnológico y reducción de costos de producción (Balarezo & Ortega, 2018). Se espera que esta variable tenga un impacto positivo sobre la propensión a innovar. En cuanto a la productividad, toda inversión destinada a los procesos de producción mejora la eficiencia en procesos, por lo que se puede esperar un efecto positivo (Benavente, 2005; Faruq & Telaroli, 2011).

La variable *maquinaria y equipo* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa ha realizado gasto en maquinaria y equipo en el año t y toma el valor de 0 en caso contrario. Se espera que esta variable tenga un efecto positivo sobre la probabilidad de innovar, debido a la difusión del conocimiento que existe en las máquinas de alta tecnología (Santamaria, Nieto & Barge-Gil, 2009; Bachmann, 2016). Desde el punto de vista de la productividad laboral, se tiene que la adquisición en maquinaria y equipo podrían traducirse en una reducción de costos de mano de obra, eficiencia de costos de operación y reducción de tiempos en los procesos de producción, y por lo tanto una mayor eficiencia productiva (Ludym, Luzardo & Rojas, 2018; Álvarez & Gutiérrez, 2011).

La forma de cálculo de los índices de economías de aglomeración (especialización, diversidad, competencia y densidad) se encuentra en el anexo D para una mejor comprensión.

La variable *especialización* mide cuan especializada es una provincia en un sector industrial. La concentración de una industria en una región permite el desbordamiento del conocimiento lo que hace posible un mayor grado de interacción entre las empresas y como resultado, una mayor propensión a innovar (Glaeser, Kallal, Scheinkman, & Shleifer, 1992). La concentración de una industria puede generar ventajas tal como mano de obra calificada, insumos especializados y reducción de costes de transporte que influirían positivamente sobre la productividad (Baldwin, Brown & Rigby, 2008).

La variable *diversidad* mide la concentración de empresas que desarrollan diversas actividades económicas dentro de un área o región particular. Frenken, Van Oort & Verburg (2007) establecen que la concentración de diversas industrias en un lugar puede albergar una pluralidad de realidades tecnológicas y comerciales, con la resultante multiplicidad de tipos de conocimiento, el intercambio y la complementariedad que pueden impulsar la innovación. Jacobs (1969), por otro lado, establece que la diversidad industrial dentro de una provincia promueve la difusión del conocimiento, así como la disponibilidad de un gran panel de servicios que mejora los procesos de producción y la eficiencia productiva.

La variable *competencia* mide la dispersión relativa del empleo de un sector en una provincia, respecto al mercado nacional. Tang (2006) y Porter (1990) establecen que el entorno competitivo es importante para los procesos de innovación, pues si no desarrollan innovaciones estas empresas fácilmente serán superadas por otras.

La variable *densidad* mide el número de empresas en la provincia por Km^2 . Knobon, Arikan, Oort & Raspe (2016) muestran que la densidad tiene efectos positivos sobre la propensión a innovar, debido a que la proximidad geográfica entre las empresas y empleados crea un ambiente donde el conocimiento es valorado, transferido y generado. Por otro lado,

Combes & Gobillon (2015) y Guevara et al. (2015) establecen que la proximidad geográfica entre las empresas y los empleados facilita los micro mecanismos de cooperación, intercambio y aprendizaje.

Finalmente, se debe incluir variables industriales para tomar en cuenta el efecto del sector industrial en la innovación y en la productividad. Por lo general, se incluyen variables dicotómicas de las actividades económicas que realizan las empresas. Para esta investigación se utiliza cuatro sectores industriales: manufactura, minas y canteras, servicios y comercio. Se espera que la industria manufacturera presente niveles altos de innovación, sin embargo, en recientes estudios se evidencia que el sector de servicios y el de comercio también innovan (Crowley & Mccann, 2015; Bachmann, 2016).

3.3.3 Instrumentos de selección

Como se había explicado anteriormente, *los esfuerzos de innovación* son variables dicotómicas que toman el valor de 1, si la empresa ha realizado otras actividades de innovación en ámbitos distintos al que se observa, y toma el valor de 0 en caso contrario. Se espera que estos instrumentos tengan un efecto positivo sobre la propensión a innovar, debido a que es posible que las empresas que introducen innovaciones en producto, estén haciendo otros esfuerzos de innovaciones, tales como innovación en procesos, organización e inversión en I+D (Doran, 2012).

La variable *capacitación* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa ha realizado capacitación en el año t , y toma el valor de 0 en caso contrario. Se espera que esta variable tenga un efecto positivo sobre la propensión a innovar, ya que una cierta cantidad de capacitación es importante para el desarrollo de productos, procesos y servicios (Baumol, 2004; Bachmann, 2016).

La variable *estudio de mercado* es una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa ha realizado estudios de mercado en el año t , y toma el valor de 0 en caso contrario. Se espera que esta variable tenga un efecto positivo sobre la probabilidad de innovar, ya que los estudios brindan información del mercado referente a las necesidades explícitas de los usuarios, lo cual serviría para crear nuevos productos (Sánchez & González, 2007; Roper, Du & Love, 2008; Declan & O'Leary, 2008).

Finamente, *la Consultoría* es una variable dicotómica, que toma el valor de 1 si la empresa ha realizado contratación de consultoría en el año t , y toma el valor de 0 en caso contrario. Se espera que esta variable tenga un efecto positivo, ya que la consultoría brinda un servicio de asesoramiento a través de profesionales bien capacitados y calificados, que influyen en la probabilidad de innovar (Bachmann, 2016).

Las correlaciones de cada una de las variables independientes y los instrumentos de selección, frente a la innovación y a la productividad laboral, de acuerdo a la encuesta ACTI, se muestra en el anexo E. En la mayoría de casos, se obtienen preliminarmente las relaciones antes analizadas.

3.4 Estadísticos descriptivos

3.4.1 Variables dependientes

En el anexo F se tiene los estadísticos descriptivos de las variables dependientes. Los resultados muestran que el 14% de las empresas ecuatorianas realizaron innovación en producto, el 13% de las empresas realizaron innovación en proceso, y el 26% de las empresas realizaron innovación en organización. El porcentaje de empresas que realizaron innovación en organización es relativamente alto en comparación con la innovación en producto y proceso. La productividad laboral promedio es de \$ USD 306, 804.3.

3.4.2 Variables independientes

En los anexos G, H, I se muestra un análisis más profundo de los estadísticos descriptivos de las empresas innovadoras y no innovadoras (en producto, proceso y organización), y se verifica si la diferencia de sus características es estadísticamente significativa.

En general se observa que las empresas grandes (>140 empleados) son innovadoras en producto, proceso y organización. Las empresas grandes tienen una mayor capacidad de acceder a recursos claves para las actividades de innovación, tal como financiamiento, capital humano, capital fijo, etc. Alrededor del 34% de las empresas innovadoras son de carácter multiplanta, mientras que el 28% de las empresas no innovadoras lo son. También se puede establecer que la edad de las empresas innovadoras es alrededor de 20 años, y la edad de las empresas no innovadoras es de 18 años, las empresas pueden acumular experiencia y conocimiento que les permite desarrollar nuevos productos, procesos.

También es importante mencionar que una de las diferencias más grandes entre empresas innovadoras y no innovadoras, se da en la inversión en maquinaria y equipo. El 66% de las empresas innovadoras en producto realizan inversión en maquinaria y equipo, mientras que solo el 21% de las empresas no innovadoras lo hacen. La adquisición de maquinaria nueva puede verse como un choque que impulsa los procesos de innovación, mediante la transferencia de conocimiento. No es quizás tan sorprendente el hecho de que exista una mayor proporción de empresas innovadoras con categoría profesional, que las empresas no innovadoras. La contratación de personal calificado brinda a la empresa conocimiento que puede aprovechar para el desarrollo de nuevos productos o procesos. Por otro lado, la inversión en capital fijo es intensiva en las empresas que innovan. Se puede verificar que, para el caso de la innovación en producto, las empresas innovadoras superan a las no innovadoras en alrededor de \$ 2

851,633 dólares. Este tipo de inversión está relacionada con las actividades de I+D, y eso es la base para desarrollar actividades de innovación.

En cuanto a los índices de aglomeración se tiene que, la diferencia del efecto de la especialización, diversidad industrial y competencia entre las empresas innovadoras y no innovadoras es pequeña y no significativa, dicha diferencia es de alrededor 0.02, 0.03 y 0.01 puntos, respectivamente. Se observa que el impacto de estas variables en las empresas no las hace más propensas a realizar actividades de innovación. En cuanto a la densidad de las empresas, la brecha entre innovadoras y no innovadores es de 0.6 y significativa. Es decir, la densidad industrial hace más propensas a las empresas a realizar actividades de innovación, se podría pensar que la cercanía de empresas y empleados podría crear una atmósfera de aprendizaje, conocimiento y transferencia.

Desde el punto de vista de los instrumentos de selección³, se tiene que la información que recibe la empresa sobre necesidades del mercado, demandas insatisfechas, información de consumidores producto del estudio de mercado, beneficia a las empresas a realizar actividades de innovación. Por ejemplo, se puede verificar que el 16% de las empresas innovadoras en producto optan por el estudio de mercado, mientras que apenas el 3% de las empresas no innovadoras lo hacen. Los anexos G, H, I también revelan que más del 33% de las empresas innovadoras optan por la capacitación, mientras que apenas el 14% de las empresas no innovadoras lo hacen. La capacitación provee conocimiento (generación o adquisición), y permite mejorar las competencias y dominios científicos de los empleados para el desarrollo de nuevos productos y procesos. Finalmente, se verifica que más del 21% de las empresas innovadoras utilizan los servicios de consultoría, mientras que solo el 8% de las empresas no

³ La diferencia de las características de los instrumentos de selección es estadísticamente significativa para todos los tipos de innovación.

innovadoras utilizan este servicio. La consultoría brinda información y conocimiento de profesionales capacitados sobre nuevas oportunidades en el mercado y una visión más realista de la empresa, lo cual influye en las actividades de innovación.

En el anexo J se presenta un cuadro esquematizado de las variables utilizadas en cada modelo para un mejor entendimiento.

Capítulo 4

Resultados

Los resultados del modelo de conmutación endógena se presentan en dos fases. Los primeros resultados corresponden a la ecuación de innovación (1) y se presenta en la tabla 4.1. Los segundos resultados corresponden a la ecuación de productividad (2) y se presentan en los anexos K y L. Es importante mencionar que, a través del modelo de conmutación endógena se pudo identificar la relación endógena que existe entre los diferentes tipos de innovación y la productividad laboral. Las pruebas de ratio de verosimilitud para las ecuaciones de innovación y de productividad laboral se rechazan para cada tipo de innovación: innovación en producto con un p-valor de 0.0000, innovación en proceso con un p-valor de 0.0000, e innovación en organización con un p-valor de 0.0034. Además, se identificaron los valores atípicos para cada modelo, a través de los errores estandarizados que superen las dos desviaciones estándar. Finalmente, se analizó los posibles problemas de multicolinealidad mediante el factor de la inflación de la varianza (VIF). Esto se lo realizó para cada tipo de innovación, y cada tipo de ecuación de productividad. Como se muestra en los anexos M, N y O, no existen problemas de multicolinealidad ya que el VIF es menor a 3, y en promedio las variables tienen un VIF de 1.5.

4.1 Ecuación de selección de la innovación

La Tabla 4.1 muestra los resultados de los modelos de selección de la innovación de diferentes tipos: innovación en producto (columna 1), innovación en proceso (columna 2) e innovación organizacional (columna 3). Los resultados muestran que el capital humano tiene un efecto positivo y significativo en la probabilidad de introducir innovaciones de productos, procesos e innovaciones organizativas. Los empleados con altos niveles de educación pueden crear y procesar información de una manera más eficiente, además de tener un dominio más amplio de conocimientos y métodos científicos que influiría en la propensión a innovar (Declan & O'Leary, 2008; Chudnovsky, López, & Pupato, 2006; Roper, Du, & Love, 2008; Crowley & Mccann, 2015).

La inversión en capital fijo también se relaciona de manera positiva y significativa con la probabilidad de introducir innovaciones en producto, proceso y organización. La inversión en edificios y terrenos, equipos e instrumentos y software son condiciones e insumos que pueden ser utilizados en los programas de I+D, lo cual contribuye al desarrollo de nuevas innovaciones (Balarezo & Ortega, 2018; Fazlıođlu, Dalgıç, & Burçin, 2018; Crowley & Mccann, 2015).

La edad impacta únicamente y de manera significativa a la innovación organizacional. Los resultados indican que la edad tiene la forma de una *U*, lo que implica que las empresas de menor edad son menos propensas a introducir innovaciones en organización, y a medida que la edad de las empresas aumenta estas son más innovadoras. Las empresas con más tiempo en el mercado pueden ser más propensas a innovar en el ámbito organizacional, puesto que pueden acumular experiencia y conocimiento sobre gestión empresarial a lo largo del tiempo (Sorensen & Stuart, 2000; Declan & O'Leary, 2008).

El gasto en maquinaria y equipo tiene un efecto positivo y significativo en los tres tipos de innovación. La tecnología incorporada en forma de máquinas y equipos, posee aquel conocimiento sistemático para la fabricación de un nuevo producto, y la aplicación de nuevos procesos (Santamaria, Nieto, & Barge-Gil, 2009; Bachmann, 2016; Chudnovsky, López, & Pupato 2006).

Ser una empresa de carácter multiplanta impacta positiva y significativamente sobre la probabilidad de introducir innovaciones únicamente en producto. Las empresas que son de carácter multiplanta tienen un mayor potencial innovador puesto que al descentralizar su sistema de producción y ubicarlos en lugares favorables, cada eslabón de la cadena productiva desarrolla conocimiento y aprendizaje que es aprovechado por la empresa para desarrollar nuevos y mejorados productos (Crowley & Mccann, 2015).

El capital extranjero no tiene un efecto significativo sobre la probabilidad de innovar, excepto en el caso de la innovación organizativa, donde el capital extranjero tiene un impacto negativo y significativo. El efecto no significativo del capital extranjero puede indicar que las empresas con cierto grado de capital extranjero son reacias a innovar, probablemente porque el país no es muy atractivo para realizar las actividades de innovación, debido a los altos costos e incertidumbre (Díaz, Aguiar & Pérez, 2007; Balarezo & Ortega, 2018).

Las empresas del sector manufacturero son más propensas a introducir innovaciones en producto y procesos. El sector manufacturero es un sector de alta tecnología, por lo tanto, este tiene la necesidad de mejorar tanto en las técnicas, procesos, materiales y/o programas informáticos. Por otro lado, el sector de servicios es un sector de baja tecnología. Aquí priman las nuevas prácticas internas, la gestión empresarial y estrategias corporativas (De Jong, Bruins, Dolfsma & Meijaard, 2003).

Tabla 4.1. Estimación de las ecuaciones de innovación

	Producto	Proceso	Organización
Capital Humano	0.530*** (6.76)	0.206* (2.57)	0.278*** (4.35)
Capital fijo	0.0200*** (4.62)	0.0313*** (6.97)	0.0198*** (6.06)
Maquinaria y equipo	0.800*** (17.35)	0.826*** (17.54)	0.301*** (7.36)
Edad	-0.00255 (-1.00)	0.00202 (0.62)	-0.00689** (-3.20)
Edad ²	0.0000338 (1.15)	0.0000472 (-1.02)	0.0000544* (2.05)
Multiplanta	0.126** (2.81)	0.00136 (0.03)	0.0566 (1.55)
Capital extranjero	0.0522 (0.71)	0.105 (1.48)	-0.253*** (-4.06)
Grupo empresarial	-0.0431 (-0.72)	0.0681 (1.17)	0.00784 (0.16)
Comercio	-0.536*** (-8.31)	-0.0162 (-0.27)	0.102* (2.39)
Minas	-0.221 (-1.44)	-0.146 (-0.96)	0.0541 (0.49)
Manufactura	0.133* (2.51)	0.188*** (3.38)	-0.168*** (-3.69)
SPECsp	-0.00616 (-0.15)	-0.0450 (-1.03)	0.0497 (1.60)
COMPsp	0.235 (0.98)	0.340 (1.41)	-0.676*** (-3.47)
DENsp	-0.0137 (-1.24)	-0.00480 (-0.43)	0.0234* (2.48)
DIVERsp	-0.0366 (-0.60)	-0.0376 (-0.58)	0.0751 (1.58)
T14	-0.145** (-2.75)	-0.0639 (-1.19)	0.252*** (5.82)
Esfuerzos de Inn.	1.071*** (4.05)	1.232*** (4.35)	1.282*** (5.31)
Capacitación	0.343*** (7.27)	0.343*** (7.17)	0.367*** (7.90)
Estudio de mercado	0.452*** (6.43)	0.0846 (1.16)	0.264*** (3.70)
Consultoría	0.201*** (3.90)	0.334*** (6.36)	0.201*** (3.92)
Constante	-2.057*** (-12.74)	-2.408*** (-13.75)	-1.601*** (-12.60)
Wald χ^2	32.96	30.34	8.59
Log Likelihood	0.0000	0.0000	0.0034
N. de observaciones	-130062 7582	12894.22 7582	-1470155 7585

Nota: Variables con *** son significantes al 1%, con ** son significantes al 5%, con * son significantes al 10%. Los errores estándar están en el paréntesis. El sector de servicios es la categoría de referencia.

Las empresas del sector de comercio son más propensas a introducir innovaciones organizativas. Esto puede ser explicado debido al alto tráfico de comercialización de productos que estas empresas enfrentan. Aquí, una mejor gestión de operaciones les brinda mejores formas de transacción con clientes y proveedores.

El índice de especialización y de diversidad no tiene efectos significativos sobre la propensión a innovar en producto, proceso y organización. Sin embargo, el índice de competencia si tiene un efecto negativo y significativo sobre la innovación en organización. Se podría pensar que el entorno competitivo está impidiendo el flujo de nuevas ideas y conocimientos hacia las empresas, ya que es probable que las empresas grandes estén protegiendo sus ideas y conocimiento para poseer una ventaja competitiva en el mercado. En cuanto al índice de densidad, se tiene un efecto positivo sobre la propensión a innovar en organización. La proximidad geográfica entre las empresas y empleados crea un ambiente donde el conocimiento es valorado, generado y transferido (Knoben, Arikan, Oort & Raspe, 2016).

Las variables de esfuerzos de innovación son positivos y significativos para las empresas en los tres tipos de innovaciones. Esto sugiere que la probabilidad de que una empresa introduzca innovaciones de productos depende de otras formas de innovación, como las innovaciones en procesos, innovaciones organizacionales e inversión en I+D. Lo mismo ocurre para el caso de las innovaciones en procesos e innovaciones organizacionales, las cuales dependen de los esfuerzos que se realicen en otras áreas de innovación. Así, se verifica que existe una relación complementaria entre diferentes formas de innovación (Doran, 2012).

Los resultados muestran que tanto la capacitación, el estudio de mercado y consultoría tienen efectos positivos y significativos en la propensión a innovar en producto, proceso y organización. Por un lado, la capacitación provee conocimiento científico y técnico sobre

métodos, procesos o técnicas que mejoran las competencias generales y dominios científicos de los empleados; esto a su vez permite la implantación de innovaciones blandas (gestión) e innovaciones tecnológicas duras (producto, procesos) (Baumol, 2004; Bachmann, 2016). Por otro lado, el estudio de mercado brinda información de demandas específicas y necesidades parcial o totalmente insatisfechas, e información de requerimientos de adaptación del producto a características específicas de los diferentes mercados, todo esto tiene efectos positivos sobre la propensión a innovar (Sánchez & González, 2007; Roper, Du, & Love, 2008; Declan & O'Leary, 2008).

Finalmente, en cuanto a la contratación de consultoría, la propensión a innovar surge porque, la empresa recibe información técnica y científica de trabajadores altamente calificados sobre ingeniería, métodos y diseño industrial que influye en la propensión a innovar. Además, estos trabajadores brindan una visión externa más realista de las empresas, ya que las personas que están integradas en la funcionalidad tradicional de la empresa regularmente dejan de percibir cuestiones fundamentales, las cuales siendo bien exploradas podrían tener impactos positivos en la empresa (Bachmann, 2016).

4.2 El efecto de los distintos tipos de innovación sobre los niveles de la productividad

La tabla 4.7 muestra los efectos del tratamiento para la innovación en producto, proceso y organizacional, respectivamente. Esta tabla proporciona la media del logaritmo de la productividad laboral en condiciones reales y escenarios contrafactuales para los diferentes tipos de innovación. Así, para el caso de la innovación en producto, el efecto del tratamiento (es decir, la innovación en producto) sobre la productividad de las empresas tratadas (es decir, las empresas que innovaron en producto), denominado por “TT (Treatment on the treated)”, es la diferencia entre los valores (A) y (B) de cada tabla. Además, el efecto del tratamiento (es

decir, la innovación) sobre la productividad de las empresas no tratadas, denominado por “TU (Treatment on the untreated)”, es la diferencia entre los valores (C) y (D).

De manera general, se encontró que la innovación en producto, innovación en procesos e innovación organizacional tienen un efecto positivo sobre la productividad laboral de las empresas innovadoras. Este efecto positivo se da por la pérdida de productividad que tendrían las empresas en el caso contrafactual de que dejaran de innovar. Además, se encontró que todos los tipos de innovación tienen un efecto positivo sobre los niveles de la productividad laboral de las empresas no innovadoras. Es decir, habría una ganancia en los niveles de productividad si las empresas no innovadoras innovaran en el caso contrafactual.

Tabla 4.7. Esperanzas condicionales y el efecto del tratamiento para las empresas innovadoras y no innovadoras en producto, proceso y organización.

Submuestras	Innovador	No innovador	Efectos del tratamiento
Empresas que innovaron en producto	(A) 10.78	(B) 9.79	TT= 0.98***
Empresas que no innovaron en producto	(C) 11.56	(D) 10.77	TU=0.78***
Submuestras	Innovador	No innovador	Efectos del tratamiento
Empresas que innovaron en proceso	(A) 10.92	(B) 9.80	TT= 1.12***
Empresas que no innovaron en proceso	(C) 11.03	(D) 10.75	TU=0.28***
Submuestras	Innovador	No innovador	Efectos del tratamiento
Empresas que innovaron en organización	(A) 10.91	(B) 10.33	TT= 0.57***
Empresas que no innovaron en organización	(C) 11.11	(D) 10.73	TU=0.38***

Note: Valores con *** son significantes al 1%, ** son significantes al 5%, y * son significantes al 10%. (A) representa la productividad laboral media de las empresas innovadoras(observado), (B) representa la productividad laboral media de las empresas innovadoras en el caso contrafactual que no innovaran(contrafactual), (C) representa la productividad laboral media de las empresas no innovadoras en el caso contrafactual que innovaran(contrafactual), y (D) representa la productividad laboral media de las empresas no innovadoras(observada).

Desde el punto de vista de la innovación en producto sobre la productividad laboral, se tiene un efecto positivo y significativo, el valor de este efecto es del 98%. La introducción de una nueva línea de servicio o bien en el mercado puede crear y expandir una nueva fuente de demanda, que puede dar lugar a economías de escala en su producción (Villareal et al., 2015; Mairesse et al., 2005; Griffith et al., 2006; Parisi et al., 2006; Raffo et al., 2008; Hall et al., 2009; Hall et al., 2012; Mairesse et al., 2009).

También se puede verificar que la innovación en producto tendría un efecto positivo sobre los niveles de productividad de las empresas no innovadoras. Es decir, si las empresas no innovadoras, innovaran en producto, incrementarían su nivel de productividad en un 78%. Aquí, la introducción de un nuevo bien o servicio podría expandir la demanda (efecto de demanda directa) y crear un efecto de economías de escala, provocando un incremento en la productividad (Burcu Fazlıoğlu, 2018; Crowley & Mccann, 2015).

Se puede determinar que, es ligeramente más importante que las empresas innovadoras no dejen de innovar, a que las empresas no innovadoras innoven, debido a que la pérdida de productividad (-98%) que causaría dejar de innovar, es mayor que la ganancia de productividad (83%) que causaría innovar.

Frente a la innovación en procesos, se tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad de las empresas innovadoras, el valor de este efecto es del 112%. La evidencia empírica establece que la innovación en procesos tiene un efecto más prominente en la productividad laboral, ya que está directamente relacionado con la reducción de costos unitarios de producción y distribución, y el aumento de la calidad. El efecto del ahorro de insumos producto de la innovación en procesos podría generar reducciones de precios y mejoras adicionales en la productividad a lo largo de la parte elástica de la curva de demanda (Mohnen et al., 2013; Huergo et al., 2004; Mairesse et al., 2005; Griffith et al., 2006; Parisi et al., 2006; Chudnovsky et al., 2006; Masso et al., 2008; Janz et al., 2004; Crowley et al., 2015).

Con base en los resultados también es posible verificar que la innovación en procesos tendría un efecto positivo sobre los niveles de productividad laboral de las empresas no innovadoras. Es decir, si las empresas no innovadoras, innovaran en procesos, incrementarían su productividad en un 28%. Los cambios en técnicas, materiales y programas informáticos

producto de la innovación en procesos podrían generar reducción de costos de producción y como tal mejorar la productividad (Burcu Fazlıođlu, 2018; Crowley & Mccann, 2015).

Otro hallazgo interesante es que, para el caso ecuatoriano es mucho más importante que las empresas innovadoras no dejen de innovar, a que las empresas no innovadoras innoven, debido a que la pérdida de productividad (-112%) que causaría dejar de innovar, es mayor que la ganancia de productividad (32%) que causaría innovar.

Finalmente, la tabla 4.7 revela que la innovación organizacional también tiene un efecto positivo y significativo sobre los niveles de productividad de las empresas innovadoras, el valor de este efecto es del 57%. La evidencia empírica establece que la innovación organizacional tiene como objetivo reducir los costos administrativos o de transacción, mediante la renovación de estructuras organizacionales que mejoren la calidad y flexibilidad de las operaciones de la empresa, todo esto con el fin de mejorar la productividad de las empresas (Masso et al., 2008; Fazlıođlu et al., 2018; Armbruster et al., 2008; Piva et al., 2002).

Se observa también que existiría un efecto positivo de la innovación organizacional sobre la productividad laboral de las empresas no innovadoras. Es decir, si las empresas no innovadoras, innovaran en organización, incrementarían su productividad en un 38%. De acuerdo a la literatura, este tipo de innovación podría mejorar los niveles de la productividad laboral, mediante la reducción de los costos de transacción o costos administrativos al renovar rutinas, procesos, equipos, gestión de la información y colaboración entre las distintas áreas de las empresas (Fazlıođlu, Dalgıç, & Yereli, 2018).

Además, se puede determinar que, es ligeramente más importante que las empresas no dejen de innovar en organización a que las empresas no innovadoras innoven, pues dejar de innovar

provocaría una pérdida de productividad más pronunciada que la ganancia de productividad que causaría innovar en organización.

Los resultados revelan una medición clara de las ganancias de productividad laboral de los diferentes tipos de innovación. En cuanto al efecto de la innovación sobre la productividad de las empresas innovadoras, la jerarquía queda de la siguiente manera, en primer lugar, la innovación en procesos con 112%, en segundo lugar, la innovación en producto con 98% y en tercer lugar la innovación organizacional con un 57%. Este resultado no es sorprendente, ya que a priori se espera que las innovaciones de proceso tengan efectos más fuertes que otros tipos de innovaciones, ya que son innovaciones tecnológicas introducidas principalmente con el objetivo de reducir los costos de producción y mejorar la eficiencia.

Con respecto a la jerarquía del efecto de la innovación sobre la productividad de las empresas no innovadoras, queda de la siguiente manera, en primer lugar, la innovación en producto con 78%, en segundo lugar, la innovación organizacional con 38% y, en tercer lugar, la innovación en procesos con el 28%.

Claramente se evidencia que la innovación proceso y en organización no generan efectos sobre la productividad tan fuertes como la innovación en producto. Esto implica que, si una empresa intenta entrar en las actividades de innovación, lo primero que tuviese que hacer es introducir innovaciones en producto, pues esta genera una mayor ganancia de productividad, y de forma complementaria ir introduciendo innovaciones en procesos y en organización.

En definitiva, estos resultados indican que mientras las empresas innovadoras se benefician de la innovación, las empresas no innovadoras están incurriendo en pérdidas de productividad por no innovar en producto, proceso y organización.

Capítulo 5.-

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El presente trabajo de investigación contribuye a la medición del efecto de la innovación en la productividad laboral de las empresas ecuatorianas. A través de un modelo de conmutación endógena en el que se estiman ecuaciones simultáneas, se determinó, en la primera ecuación, los factores que hacen que las empresas sean más propensas a innovar, y en la segunda ecuación, los factores que explican la productividad tanto de las empresas innovadoras y no innovadoras. Además, se cuantificó el efecto de la innovación sobre la productividad de las empresas mediante las esperanzas condicionales y el efecto de tratamiento. Esta metodología es adecuada para abordar la relación endógena entre innovación y productividad y para solventar el problema de sesgo de selección.

La innovación en producto, procesos y organización tienen efectos positivos y significativos sobre la productividad laboral de las empresas innovadoras, el valor de este efecto es de 98%, 112% y del 57%, respectivamente. La innovación en producto puede generar apertura de nuevos mercados y por tanto crear una nueva fuente de demanda (Villareal et al., 2015; Mairesse et al., 2005; Griffith et al., 2006; Parisi et al., 2006; Raffo et al., 2008; Hall et al.,

2009; Hall et al., 2012; Mairesse et al., 2009). En cambio la innovación en proceso y organización puede generar reducción de costos unitarios de producción o de distribución y reducción de costos administrativos o de transacción. Para el caso de la innovación en organización esto se logra mediante la renovación de estructuras organizacionales que mejoran la flexibilidad y calidad de las operaciones de la empresa. (Mohnen et al., 2013; Huergo et al., 2004; Mairesse et al., 2005; Griffith et al., 2006; Parisi et al., 2006; Chudnovsky et al., 2006; Masso et al., 2008; Janz et al., 2004; Crowley et al., 2015; Fazlıođlu et al., 2018; Armbruster et al., 2008; Piva et al., 2002).

La innovación no solo tiene efectos positivos sobre la productividad de las empresas innovadoras, sino también sobre la productividad de las empresas no innovadoras. Es decir, si una empresa no innovadora innovara ya sea en producto, proceso y/u organización, esta empresa podría ser productiva. De acuerdo a los resultados obtenidos, las empresas podrían incrementar en un 78% si innovara en producto, en un 28% si innovara en proceso y en un 38% si innovara en organización.

Además, podemos concluir, a partir de los resultados que la variable de esfuerzo de innovación resulta positiva y significativa en la probabilidad de realizar cualquier tipo de actividad de innovación. Es decir, que cualquier tipo de actividad innovadora que se realice, ya sea producto, proceso o de organización depende de otras formas de innovación. Corroborando la existencia de una relación complementaria entre las diferentes formas de innovación. El capital humano, la inversión en capital fijo, el gasto en maquinaria y equipo, la capacitación, los estudios de mercado y consultoría también tienen un efecto positivo y significativo en la probabilidad de introducir innovaciones de productos, procesos e innovaciones organizativas. Sin embargo, el efecto de otros factores difiere para cada tipo de innovación. Las empresas de carácter multiplanta tienen un efecto positivo únicamente sobre la probabilidad de introducir

innovaciones en producto, mientras que afiliación extranjera tiene un impacto negativo en la probabilidad de realizar actividades de innovación organizativa. En cuanto a los sectores industriales se encontró que la industria de manufactura es más propensa a introducir innovaciones en producto, y procesos, mientras que la industria de servicios es más propensa a introducir innovaciones en organización. Por el lado de las economías de aglomeración la literatura empírica ha encontrado que las proximidades físicas entre las empresas juegan un rol importante en la generación y transferencia de conocimiento y tecnología. Pero para el caso ecuatoriano, los resultados muestran que no hay beneficios derivados de la proximidad de las empresas excepto para la innovación en organización. No se evidencia efectos concluyentes que tienen las economías de aglomeración a favor de la decisión de innovar. Más allá de aprovechar el conocimiento y la tecnología de sus análogos, existe una mayor competencia por factores, así como una mayor exposición a la rivalidad competitiva (Alcácer & Chung, 2013).

La conclusión general del análisis es que hay efectos estadísticamente significativos de los diferentes de tipos de innovación sobre los niveles de productividad laboral de las empresas ecuatorianas, y que, en definitiva, mostramos que no solo las empresas que realmente innovaron serían menos productivas si no innovaran, sino también las empresas que no innovaron podrían ser más productivas si hubieran innovado.

Esto esboza una justificación para la intervención de políticas que garantice que las empresas innovadoras no abandonen estos procesos, y que las empresas no innovadoras entren en estos procesos de innovación. El estado podría crear un espacio de diálogo público-privado que ayude a enfrentar los obstáculos que impiden la participación de las empresas en las actividades de innovación. También podría poner en marcha instrumentos de apoyo a la innovación y al emprendimiento, tal como incentivos fiscales, financiamiento, programas.

Además, se podría promover la investigación científica en áreas estratégicas, apoyando la incorporación de laboratorios en las empresas privadas (Guaipatin & Schwarz, 2014).

5.2 Recomendaciones

Se recomienda a las empresas innovadoras enfocarse más en la innovación en procesos, pues esta tiene un efecto más predominante en la productividad laboral. En cuanto a las empresas no innovadoras en el caso que estén incentivadas a desarrollar actividades de innovación, estas deberían enfocarse más en la innovación en producto, pues este tipo de innovación tiene efectos más fuertes en la productividad laboral. En ambos casos se puede ir introduciendo los demás tipos de innovación para obtener mejores resultados productivos.

Además, dado que la innovación afecta positivamente los niveles de productividad laboral, es necesario impulsar la innovación mediante la contratación de capital humano altamente calificado, pues ellos determinarán en gran medida la calidad y cantidad de las innovaciones. El capital humano altamente calificado, no solo favorece a los procesos de innovación, sino también favorece los niveles de productividad.

Las empresas deben buscar las formas de invertir en capital fijo y maquinaria sea este con financiamiento público o privado. Pues, este tipo de inversión no solamente es clave para generar actividades de innovación, sino también permite incrementar los niveles de productividad. A las empresas les resulta beneficioso ofrecer capacitación a sus empleados, pues esto permite a los mismos mejorar sus competencias generales y dominios científicos, que servirán para el desarrollo de nuevos productos y procesos.

Finalmente, es importante mencionar que las empresas deben crear alianzas con firmas consultoras (públicas o privadas), pues este tipo de servicio brinda información sobre ingeniería, diseño industrial y métodos que permitirá encontrar y explotar nuevos nichos de

mercados, así como encontrar soluciones a problemas existentes relacionados con los procesos de producción y las practicas internas.

Bibliografía

Abel, J., Dey, I., & Gabe, T. (2011). Productivity and the Density of Human Capital. *Federal Reserve Bank of New York*.

Alcácer, J., & Chung, W. (2013). Location strategies for agglomeration economies. *Strategic Management Journal*, 35.

Alderete, M., & Gutiérrez, L. (2012). TIC y productividad en las industrias de servicios en Colombia. *Scielo, Lectura de Economía Medellín.*, 77: 163-188.

Álvarez, I., & Gutiérrez, C. (2011). Factores determinantes de la productividad en la industria española de. *Intituto Complutense de estudios, Madrid*.

Amsden, A., & Hikino, T. (1994). Project execution capability, organizational know-how and conglomerate corporate growth in late industrialization. *Industrial and Corporate Change*, 3: 111-148.

Armbruster, H., Bikfalvi, A., Kinkel, S., & Lay, G. (2008). “Organizational Innovation: The Challenge of Measuring Non-Technical Innovation in Large-Scale Surveys.”. *Technovation*, 28: 644-657.

Bachmann, F. (2016). Los determinantes de la innovación: un aporte para la industria argentina. *Univesidad Nacional de Mar del Plata, Argentina*.

Balarezo, D., & Ortega, M. (2018). Efecto de la cooperación en actividades de innovación sobre la inversión en innovación y el desempeño innovador de las empresas del Ecuador. Evidencia empírica 2012 – 2014. *Universidad de Cuenca, Ecuador*.

- Baldwin, J., Brown, M., & Rigby, D. (2008). Agglomeration Economies: Microdata Panel Estimates from Canadian Manufacturing. *Journal of Regional Science*, 50.10.1111/j.1467-9787.2010.00675.x. .
- Baumol, W. (2004). Education for innovation: entrepreneurial breakthroughs versus corporate incremental improvements. *NBER Book Series Innovation Policy and the Economy*, 5:33–56.
- Benavente, J. M. (2005). Investigación y desarrollo, innovación y productividad: Un análisis econométrico a nivel de firma. *Universidad de Chile, Departamento de Economía.*, 32: 39-67.
- Bogetic, Z., & Olusi, O. (2013). Drivers of Firm-Level Productivity in Russia's Manufacturing Sector. *Policy Research Working Paper No. 6572. Washington, DC: World Bank.*
- Cappellari, L., & Jenkins, S. (2003). Multivariate probit regression using simulate maximum likelihood. *The stata Journal*, 3: 278-294.
- Cequea, M., & Rodríguez, C. (2012). Productividad y Factores Humanos, Un modelo con Ecuaciones Estructurales. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 37: 121-127.
- Chataway, J., & Wield, D. (2000). Industrialization, innovation and development: What does knowledge management change? *Journal of International Development*, 12: 803-824.
- Chong-Sup, K. (1997). Los efectos de la apertura comercial y de la inversión extranjera directa en la productividad del sector manufacturero mexicano. *El Trimestre Económico*, 64: 365-390.

- Chudnovsky, D., López, A., & Pupato, G. (2006). Innovation and productivity in developing countries in developing countries: A study of argentine manufacturing firmas 1992-2001. *Research Policy*, 35: 266-288.
- Ciccone, A., & Hall, R. (1996). Productivity and the Density of Economic Activity. *American Economic Review*, 1:54-70.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly* , 35: 128–152.
- Combes, P., & Gobillon, L. (2015). The Empirics of Agglomeration Economies. *Handbook of Urban and Regional Economics*, 5: 247-348.
- Constitucion, E. (2008). *Articulo 385*.
- Crepon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (1998). Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. *NBER Working Paper 6696, National Bureau of Economic Research, Inc.*
- Crowley, F., & Mccann, P. (2015). Innovation and Productivity in Irish Firms. *Spatial Economic Analysis*, 10: 181-204.
- De Jong, J., Bruins, A., Dolfsma, W., & Meijaard, J. (2003). Innovation in service firms explored: What, How and Why? *Strategic Study B. 2003*.
- Declan, J., & O'Leary, E. (2008). Is Irish innovation policy working? Evidence from high-technology. *Journal of the Statistical and Social Inquiry Society of Ireland*, 37: 1-44.

- Di Falco, S., Veronesi, M., & Yesuf, M. (2011). Does Adaptation to Climate Change Provide Food Security? A Micro-Perspective from Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 93: 829-846.
- Díaz, N., Aguiar, I., & Pérez, D. S. (2007). “El papel de la propiedad extranjera en la innovación”. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM)*, 13: 57-76.
- Doran, J. (2012). Are Differing Forms of Innovation Complements or Substitutes? *European Journal of Innovation Management*, 15: 351–371.
- Duranton, G., & Puga, D. (2003). Micro-foundations of urban agglomeration economies. *Handbook of Regional and Urban Economics*, 48: 2063-2117.
- Dutoit, L. C. (2007). "Heckman's Selection Model, Endogenous and Exogenous Switching Models, A survey". *The Selected Works of Laure C Dutoit*, http://works.bepress.com/laure_dutoit/3.
- Echavarría, J., Arbeláez, M., & Rosales, M. (2006). La productividad y sus determinantes: El Caso de la Industria Colombiana. *Revista Desarrollo y Sociedad, Universidad de los Andes.*, Disponible en: RePEc:col:000090:003064.
- Evangelista, R. (2000). Sectoral patterns of technological change in services. *Economics of Innovation and New Technology*, 9, 183-222.
- Faruq, H., & Telaroli, P. (2011). Factors Affecting Manufacturing and Agricultural Productivity Trends among Asian Countries. *ASEAN Economic Bulletin*, 28: 45-60.

- Fazlıođlu, B., Dalgıç, B., & Yereli, A. (2018). The effect of innovation on productivity: evidence from Turkish manufacturing firms. *Industry and Innovation*, 26: 1-22.
- Fernández, M., Peña, I., & Hernandez, F. (2008). “Factores determinantes del éxito exportador. El papel de la estrategia expotadora en las cooperativas agrarias”. *CIRIEC-España, Revista de economía pública, social y cooperativa.*, 63: 39-64.
- Frenken, K., Van Oort, F., & Verburg, T. (2007). Relate Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, 41: 685-697.
- Galia, F., & Legros, D. (2004). Complementarities between Obstacles to Innovation: Evidence from France. *Research Policy*, 33: 185–1199.
- Glaeser, E., Kallal, H., Scheinkman, J., & Shleifer, A. (1992). Growth in cities. *Journal of Political Economy* , 100: 1126–1152.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford Review of Economic Policy*, 22:483-498.
- Guaipatin, C., & Schwarz, L. (2014). Ecuador: Analisis del sistema Nacional de Innovaciòn: Hacia la consolidaciòn de una cultura innovadora. *Banco interamericano de Desarrollo*.
- Guevara, C., S., R., & Autant, C. (2015). Agglomeration externalities and urbanization in Ecuador. *ERSA conference papers, European Regional Science Association.*, Disponible en: RePEc:wiiw:wiiwrsa:ersa15p689.
- Hall, B., Lotti, F., & Mairesse, J. (2009). Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy. *Small Business Economics*, 33: 13-33.

- Hall, B., Mairesse, J., & Lotti, F. (2012). Evidence on the impact of R & D and ICT investments on innovation and productivity in Italian companies. *Journal Economics of Innovation and New Technology*, 22: 302-320.
- Harrison, B., Kelley, M., & Gant, J. (1996). "Innovative firm behavior and local milieu: exploring the intersection of agglomeration, firm effects, and technological change". *Economic Geography*, 72: 233-258.
- Heckman, L., Tobias, & Vytlačil, E. (2001). Four Parameters of Interest in the Evaluation of Social Programs. *Southern Economic Journal*, 68: 210–233.
- Huergo, E., & Jaumandreu, J. (2004). How does probability of innovation change with firm age? *Small Business Economics*, 22: 193–207.
- Hurley, R., & Hult, G. (1998). Innovation, Market Orientation, and Organizational Learning: An Integration and Empirical Examination. *Journal of Marketing*, 62: 42–54.
- Isard, W. (1956). Location and Space-Economy : A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade, and Urban Structure. *The Massachusetts Institute of Technology*.
- Jacobs, J. (1969). The Economies of Cities. *New York: Random House*.
- Janz, N., Löf, H., & Peters, B. (2004). Firm level innovation and productivity – is there a common story across countries? *Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation 24, Royal Institute of Technology, CESIS - Centre of Excellence for Science and Innovation Studies*.

- Khanna, T., & Yafeh, Y. (2007). Business Groups in Emerging Markets: Paragons or Parasites? *Journal of Economic Literature*, 45: 331-372.
- Klepper, S. (1996). Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle. *The American Economic Review*, 86: 562–583.
- Knoben, J., Arikan, A., Oort, F., & Raspe, O. (2016). Agglomeration and firm performance: One firm's medicine is another firm's poison. *Environment and Planning A*, 48: 132-153.
- Leiponen, A. (2005). Skills and Innovation. *International Journal of Industrial*, 23:303-323.
- Lokshin, M., & Sajaia, Z. (2004). Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models. *Stata Journal*, 4: 282–289.
- Ludym, J., Luzardo, M., & Rojas, M. (2018). Factores Determinantes de la Productividad Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confecciones del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Información Tecnológica*, 29: 175-186.
- Lugones, G., Suárez, D., & Gregorini, S. (2007). La innovación como fórmula para mejoras competitivas compatibles con incrementos salariales. Evidencias en el caso argentino. *Centro Redes: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior*, N 36.
- Maddala, G. S. (1983). Limited-dependent and Qualitative Variables in Econometrics. *Cambridge, Cambridge University Press*, 257-291.
- Mairesse, J., & Robin, S. (2009). Innovation and Productivity: A Firm-level Analysis for French Manufacturing and Services Using CIS3 and CIS4 Data (1998–2000 and

- 2002–2004). *Working paper, Paris: CREST-ENSAE*,
http://congres.afse.fr/docs/2010/543572jmsr_ep2009.pdf.
- Mairesse, J., Mohnen, P., & Kremp, E. (2005). The importance of R&D and innovation for productivity: a reexamination in light of the French innovation survey. *Annales d'Economie et de Statistique*, 80: 487-527.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. MacMillan, London.
- Masso, J., & Vahter, P. (2008). Technological innovation and productivity in late-transition Estonia: econometric evidence from innovation surveys. *The European Journal of Development Research*, 20: 240-261.
- McCann, P., & Gordon, I. (2005). Innovation, Agglomeration and Regional Development. *Journal of Economic Geography*, 5: 523–543.
- Mcevily, B., & Zaheer, A. (1999). Bridging ties: A source of firm heterogeneity in competitive capabilities. *Strategic Management Journal*, 20: 1133-1156.
- Mohnen, P., & Hall, B. H. (2013). Innovation and Productivity: An Update. *Eurasian Business Review*, 3: 47-65.
- Mol, M., & Birkinshaw, J. (2009). The sources of management innovation: when firms introduce new management practices. *Journal of Business Research*, 62: 1269–1280.
- OCDE. (2006). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre Innovación*. Madrid: EUROSTAT.
- OMPI (2009-2014). El Índice Mundial de Innovación de la Organización Mundial de Propiedad. *GLOBAL INNOVATION INDEX Report*.

- Parisi, M., Schiantarelli, F., & Sembenelli, A. (2006). Productivity, innovation and R&D: micro evidence for Italy. *European Economic Review*, 50: 2037-2061.
- Pinto, J., & Rodríguez, J. (2018). Medición del impacto de la innovación medio ambiental sobre el empleo en Ecuador 2012-2014. *X-pedintes económicos*, 2: 37-61.
- Pitt, M., & Sumodiningrat, G. (1991). Risk, Schooling and the Choice of Seed Technology in Developing Countries: A Meta-Profit Function Approach. *International Economic Review*, 32: 457-473.
- Piva, M., & Vivarelli, M. (2002). "The Skill Bias: Comparative Evidence and an Econometric Test." *International Review of Applied Economics*, 16: 347-357.
- Porter, M. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York: Free Press.
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*.
- Raffo, J., Lhuillery, S., & Miotti, L. (2008). Northern and southern innovativity: a comparison across European and Latin American countries. *The European Journal of Development Research*, 20: 219-239.
- Revilla, E., Torres, X., & Jacob, M. .. (2001). Innovación Tecnológica. Ideas Básicas. *Fundación COTEC*, 3: 77-82.
- Romer, P. (1994). "The origins of Endogenous Growth". *The Journal of Economic Perspectives*, 8: 3-22.
- Roper, S., Du, J., & Love, J. (2008). Modelling the innovation value chain. *Research Policy*, 37: 961-977.

- Rosales, F. (2018). Teoría de localización de una planta industrial. *Universidad Mariano Galvez, Guatemala*.
- Salomon, R., & Myles, S. (2005). “Learning by Exporting: New Insights from Examining Firm Innovation “. *Journal of Economics & Management Strategy*, 14: 431–460.
- Sánchez, G., & González, N. (2007). Fuentes externas de innovación: un análisis de la cooperación con clientes en Europa y España. *ResearchGate*.
- Santamaria, L., Nieto, M., & Barge-Gil, A. (2009). Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low- and medium-technology industries. *Research Policy*, 38: 507–517.
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, U.S. : Harvard University Press.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism, and Democracy*. New York ; London : Harper & Brothers.
- Silva, A., & Africano, A. P. (2013). ¿Las empresas más productivas se autoseleccionan para exportar? Aplicación de una prueba para el caso de Portugal. *Investigación Econmica*, 135-161.
- Solow, R. M. (1957). “Technical Change and the Aggregate Production Function.”. *The Review of Economics and Statistics*, 39: 312–320.
- Sorensen, J., & Stuart, T. (2000). Aging, obsolescence, and organizational innovation. *Administrative Science Quartely*, 45: 81-112.

- Stock, G., Greis, N., & Fischer, W. (2001). Absorptive capacity and new product development. *Journal of High Technology Management Research*, 12: 77–91.
- Swann, G., Prevezer, M., & Stout, D. (1998). The Dynamics of Industrial Clustering: International Comparisons in Computing and Biotechnology. *Oxford, Oxford University Press*.
- Tang, J. (2006). Competition and innovation behaviour. *Research Policy*, 35: 68-82.
- Tether, B. S. (2005). Do services innovate (differently)? Insights from the European Innobarometer Survey. *Industry and Innovation*, 12: 153–184.
- Torrez, T., & Ordoñez, J. (2019). Agglomeration economies and urban productivity. *REGION*, 6: 17-24.
- Utterback, J., & Abernathy, W. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, 3: 639–656.
- Villareal, N., Arias, D., Salas, N., & Holguin, H. (2015). Determinantes de la innovación y la productividad en la industria manufacturera colombiana por tamaño de firma. *Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología y el Departamento Nacional de Planeación*.
- Yang, C.-H., Lin, C.-H., & Ma, D. (2010). R&D, Human Capital Investment and productivity: Firm-level evidence from China Electronics Industry. *China y World Economy*, 18: 72-89.

-
- Yunus, N., Said, R., & Law, S. (2014). Do cost of training, education level and R&D investment matter towards influencing labour productivity? *Jurnal Ekonomi Malaysia*, 133-142.
- Željko, B., & Olasupo, O. (2013). Drivers of Firm-Level Productivity in Russia's Manufacturing Sector. *World Bank Policy Research Paper Series No. 6572*.

Anexos

A. Test para la validación de los instrumentos de selección

Tabla 3.1. Estimación de los instrumentos de selección.

	Modelo Probit Innovación en producto	Modelo de Regresión Productividad laboral de las empresas no innovadoras	Modelo Probit Innovación en proceso	Modelo de Regresión Productividad laboral de las empresas no innovadoras	Modelo Probit Innovación en organización	Modelo de regresión Productividad laboral de las empresas no innovadoras
Capital H.	0.579*** (7.55)	1.157*** (17.59)	0.267*** (3.31)	1.172*** (18.04)	0.253*** (4.10)	1.131*** (15.60)
Capital Fijo	0.0177*** (4.26)	0.0278*** (8.24)	0.0267*** (6.23)	0.0272*** (8.15)	0.0209*** (6.56)	0.0268*** (7.17)
Edad	-0.000644 (-0.45)	0.00350** (2.74)	-0.00176 (-1.18)	0.00317* (2.53)	-0.00290* (-2.46)	0.00282* (2.00)
Multipianta	0.120** (2.68)	0.0937* (2.42)	-0.0212 (-0.46)	0.126*** (3.29)	0.0649 (1.82)	0.113** (2.62)
Capital Extranjero	0.0801 (1.11)	0.484*** (7.46)	0.150* (2.12)	0.480*** (7.36)	-0.264*** (-4.35)	0.503*** (7.12)
Grupo empresarial	-0.0338 (-0.57)	0.325*** (6.38)	0.0761 (1.30)	0.333*** (6.52)	0.0108 (0.23)	0.347*** (6.08)
Maquinaria y E.	0.794*** (17.36)	-0.198*** (-4.11)	0.836*** (17.83)	-0.163*** (-3.44)	0.287*** (7.14)	-0.122* (-2.33)
Comercio	-0.507*** (-8.01)	1.270*** (29.42)	0.0584 (1.00)	1.251*** (28.70)	0.100* (2.40)	1.240*** (25.18)
Minas	-0.319* (-2.13)	-0.142 (-1.27)	-0.248 (-1.62)	-0.210 (-1.88)	0.0482 (0.45)	-0.180 (-1.45)
Manufactura	0.122* (2.32)	0.376*** (8.08)	0.187*** (3.35)	0.372*** (8.10)	-0.177*** (-3.96)	0.351*** (6.99)
T14	-0.0996 (-1.89)	0.929*** (20.23)	-0.0868 (-1.60)	0.942*** (21.31)	0.253*** (5.95)	0.950*** (20.51)
SPECsp	0.00593 (0.14)	-0.140*** (-4.06)	-0.0524 (-1.15)	-0.130*** (-3.92)	0.0452 (1.47)	-0.129** (-3.26)
DIVERsp	-0.00220 (-0.04)	-0.00441 (-0.09)	0.000272 (0.00)	0.00752 (0.15)	0.0866 (1.86)	0.0152 (0.27)
COMPsp	0.190 (0.78)	0.550** (2.77)	0.261 (1.07)	0.747*** (3.76)	-0.659*** (-3.43)	0.791*** (3.67)
DENsp	-0.0100 (-0.90)	0.0515*** (5.26)	-0.00610 (-0.54)	0.0423*** (4.33)	0.0203* (2.18)	0.0479*** (4.54)
Instrumentos de selección						
<i>Esfuerzos de innovación</i>	0.768** (2.80)	-0.00310 (-0.01)	1.191*** (4.04)	-0.0834 (-0.33)	1.148*** (4.94)	0.119 (0.42)
<i>Estudio de mercado</i>	0.505*** (6.87)	-0.00280 (-0.03)	0.0743 (0.97)	0.168 (1.80)	0.268*** (3.75)	0.0155 (0.14)
<i>Consultoría</i>	0.217*** (3.95)	-0.0214 (-0.31)	0.376*** (6.85)	-0.0374 (-0.55)	0.204*** (3.96)	0.0263 (0.35)
<i>Capacitación</i>	0.4022*** (8.26)	-0.0789 (1.37)	0.393*** (7.98)	-0.066 (-1.19)	0.409*** (9.16)	-0.082 (-1.30)
Constante	-2.093*** (-12.89)	8.783*** (65.15)	-2.394*** (-13.59)	8.754*** (63.25)	-1.627*** (-13.22)	8.656*** (58.62)
Test de Wald χ^2	$\chi^2=1413$ ***	F-stat. =169***	$\chi^2=1312$ **	F-stat. =167***	$\chi^2=774$ ***	F-stat. =139***
Pseudo R^2 / R^2 ajustado	$R^2=0.22$	$R^2=0.32$	$R^2=0.22$	$R^2=0.31$	$R^2=0.084$	$R^2=0.31$
N	7957	6840	7957	6942	7957	5839

Nota: Variables con *** son significantes al 1%, con ** son significantes al 5%, con * son significantes al 10%. Los errores estándar están en el paréntesis. En los modelos probit, se presenta el pseudo R^2 , y en los modelos de regresión, se presenta el R^2 ajustado.

B. Análisis de la estimación de los instrumentos de los esfuerzos de innovación por medio de un modelo probit multivariado

Tabla 3.2. Estimación de los instrumentos de esfuerzos de innovación.

	Esfuerzos de innovación en producto	Esfuerzos de innovación en proceso	Esfuerzos de innovación en organización
LogEmpleados	0.160*** (13.25)	0.153*** (13.02)	0.162*** (13.29)
Exportador	0.0121*** (3.58)	0.0100** (3.04)	0.0156*** (4.66)
T14	0.0836* (2.36)	0.0305 (0.89)	-0.134*** (-3.71)
Constante	-0.935*** (-19.22)	-0.857*** (-18.15)	-1.111*** (-22.49)
(ρ_{ij})	0.94*** (304)	0.81*** (101,8)	0.83*** (109.7)
N	7957	7957	7957

Likelihood ratio test of $\rho_{21} = \rho_{31} = \rho_{32} = 0$:

chi2(3) = 9568.82 Prob > chi2 = 0.0000

*Nota: Variables con *** son significantes al 1%, con ** son significantes al 5%, con * son significantes al 10%. Los errores estándar están en el paréntesis. Los ρ_{ij} representan los coeficientes de correlación de 1 y 2, 2y3, 3y1 respectivamente.*

C. Descripción de las variables explicativas para la ecuación de innovación y productividad

Tabla 3.3. Descripción de las variables explicativas

VARIABLES EXPLICATIVAS	Pr	In.	Descripción	Efecto	Autores
<i>Características de las empresas</i>					
Tamaño	x	x	Logaritmo del número de empleados en el año t.	+	Benavente J, (2005); Chudnovsky et al. (2006); Roper et al. (2008); Mol et al. (2009); Fazlıođlu et al. (2018); Crowley et al. (2015).
Edad	x	x	Tiempo que las empresas llevan operando hasta el año t.	+/-	Bogetic et al., (2013); Roper et al. (2008); Hurley, (1998); Crowley et al. (2015); Sorensen et al. (2000); Declan et al. 2008; Roper et al. (2008).
Inversión en Capital Fijo	x	x	Logaritmo de la inversión en capital Fijo en el año t	+	Balarezo et al., (2018); Fazlıođlu et al., (2018); Crowley et al., (2015). Benavente (2005).
Multiplanta	x	x	Toma el valor de 1, si la empresa tiene más de un establecimiento, y 0 en caso contrario.	+	Crowley et al. (2015); Rosales (2018).
Estatus exportador (%)	x	x	Toma el valor de 1, si la empresa a realizado ventas exportadoras mayor que 0, y 0 en caso contrario.	+	Echavarría et al. (2006); Álvarez et al. (2011); Silva et al. (2013); Bachmann, (2016); Chudnovsky et al. (2006); Salomon et al (2018), Crowley et al., (2008).
Grupo empresarial (%)	x	x	Toma el valor de 1, si pertenece a un grupo empresarial, y 0 en caso contrario.	+	Khanna et al. (2005); Amsden et al. (1994); Pinto et al (2018); Declan et al. (2008).
Capital extranjero (%)	x	x	Toma el valor de 1, si el capital extranjero es mayor al 10%, y 0 en caso contrario.	+/-	Benavente (2005); Fzhoglu et al. (2018); Díaz (2007); Balarezo et al. (2018); Aldarete et al. (2012); Chong-Sup (1997).
Categoría profesional (%)	x	x	Porcentaje de empleados, con un nivel superior a la secundaria.	+	Álvares et al., (2011); Yang et al., (2010); Yunus et al., (2014); Aldarete et al., (2012); Declan et al., (2008); Chudnovsky et al. (2006); Roper et al., (2008); Fazlıođlu et al, (2018); Crowley et al., (2015); Pitt et al. (1991).
Sectores Industriales	x	x	Variables dicotómicas para los 4 sectores industriales, tales como Manufactura, servicios, comercio, y minas.	+/-	Crowley et al., (2015); Echavarría et al. (2006); Željko et al. 2013; Bachmann (2016).
Maquinaria y equipo (%)	x	x	Toma el valor de 1, si la empresa ha realizado inversión en maquinaria y equipo en el año t, y 0 en caso contrario.	+	Ludym et al., (2018); Álvarez et al. (2011); Santamaria et al., (2009); Bachmann et al., (2016).
<i>Índices de Aglomeración</i>					
Especialización	x	x	$spe_x = \frac{empl_{xP}/empl_P}{empl_x/empl}$	+	Guevara et al., (2015); Torrez et al. (2019); Glaeser et al., (1992); Baldwin et al. (2008); Marshall, (1890).

VARIABLES EXPLICATIVAS	Pr	In.	Descripción	Efecto	Autores
Diversidad	x	x	$div_{i,p} = \frac{1/\sum_{j=1}^5 (empl_{i,p}/(empl_p - empl_{i,p}))^2}{1/\sum_{j=1}^5 (empl_j/empl - empl_j)^2}$	+	Isard (1956); Harrison et al., (1997); Jacobs, (1969); Swann et al. (1998); Frenken et al. (2007).
Competencia	x	x	$comp_{i,p} = \frac{1/\sum_i (empl_{i,p}/empl_{i,p})^2}{1/\sum_i (empl_{i,p}/empl_{i,p})^2}$	+	Porter, 1990; Porter M., (1998). Tang, (2006)
Densidad	x	x	$den_{i,p} = \frac{f_{i,p}/area_p}{f_i/area}$	+	Combes et al., (2015); Guevara et al., (2015); Duranton et al., (2003); Knobon et al (2016); Mcevily et al. (1999).
<i>Instrumentos de selección</i>					
Capacitación (%)		x	Toma el valor de 1, si la empresa ha realizado capacitación en el año t, y 0 en caso contrario.	+	Baumol, (2005); Bachmann, (2016).
Estudio de mercado (%)		x	Toma el valor de 1, si la empresa ha realizado estudios de mercado en el año t, y 0 en caso contrario.	+	Sánchez et al., (2007); Roper et al., (2008); Declan et al. (2008).
Consultoría (%)		x	Toma el valor de 1, si la empresa ha realizado la contratación de consultoría en el año t, y 0 en caso contrario.	+	Bachmann, (2016)
Instrumentos de E. Innovación en producto		x	Toma el valor de 1, si la empresa ha realizado otros esfuerzos de innovación, tales como inversión en I+D, innovación en proceso, y/o organización	+	Fazlıođlu et al., (2018); Crowley et al., (2015); Doran, (2012).
Instrumentos de E. Innovación en producto		x	Toma el valor de 1, si la empresa ha realizado otros esfuerzos de innovación, tales como inversión en I+D, innovación en producto, y/o organización	+	Fazlıođlu et al., (2018); Crowley et al., (2015); Doran, (2012).
Instrumentos de E. Innovación en producto		x	Toma el valor de 1, si la empresa ha realizado otros esfuerzos de innovación, tales como inversión en I+D, innovación en proceso, y/o proceso	+	Fazlıođlu et al, (2018); Crowley et al., (2015); Doran, (2012).

Elaborado por: Los autores.

D. Cálculo de los índices de especialización, diversidad, competencia y densidad

Índice de especialización

La fórmula es la siguiente:

$$spe_s = \frac{empl_{s,p}/empl_p}{empl_s/empl}$$

En donde $empl_{s,p}$ es el número de empleados en el sector económico s en la provincia p , y $empl$ es el empleo total.

Índice de diversidad

La fórmula es el siguiente:

$$div_{s,p} = \frac{1/\sum_{s'=1, s' \neq s}^S (empl_{s',p}/(empl_p - empl_{s,p}))^2}{1/\sum_{s'=1, s' \neq s}^S (empl_{s'}/(empl - empl_s))^2}$$

Donde S es el número de industrias. El índice mide el nivel de diversidad del sector económico s en la provincia p .

Índice de Competencia

La fórmula es el siguiente:

$$comp_{s,p} = \frac{1/\sum_i^N (empl_{i,s,p}/empl_{s,p})^2}{1/\sum_i^N (empl_{i,s}/empl_s)^2}$$

Donde $empl_{i,s,p}$ es el empleo de la empresa i perteneciente al sector s y ubicada en la provincia p , y $empl_{i,s}$ es el empleo de la empresa i en el sector s a nivel nacional.

Índice de densidad

La fórmula es el siguiente.

$$den_{s,p} = \frac{f_{s,c}/\text{área}_p}{f_s/\text{área}}$$

Donde $f_{s,c}$ es el número de empresas en el sector s localizada en la provincia p y área_p es el área de la provincia p . En el denominador, f_s es el número de empresas del sector s y área es la superficie total del país.

E. Análisis de la correlación entre las variables dependientes y las variables explicativas

Tabla 3.4. Correlación entre las variables dependientes y las variables explicativas

	Productividad Laboral	Innovación en Producto	Innovación en Proceso	Innovación en Organización
Capital H.	0.2337*** 0.0000	0.0849*** 0.0000	0.0392*** 0.0005	0.0632*** 0.0000
Tamaño	0.0899*** 0.0000	0.1264 0.0000	0.1435 0.0000	0.1263 0.0000
Edad	0.0512*** 0.0000	0.0567*** 0.0000	0.0443*** 0.0001	0.0002*** 0.9889
Exportador (%)	0.1886*** 0.0000	0.0754*** 0.0000	0.1006*** 0.0000	0.0393*** 0.0005
Multiplanta (%)	0.1329*** 0.0000	0.0666*** 0.0000	0.0493*** 0.0000	0.0559*** 0.0000
Grupo empresarial (%)	0.2090*** 0.0000	0.0397*** 0.0004	0.0653*** 0.0000	0.0324*** 0.0038
Capital extranjero (%)	0.2316*** 0.0000	0.0480*** 0.0000	0.0689*** 0.0000	-0.0018 0.8747
Capital Fijo	0.1297*** 0.0000	0.2291*** 0.0000	0.2534*** 0.0000	0.1966*** 0.0000
Maquinaria y Equipo (%)	-0.0394*** 0.0004	0.3521*** 0.0000	0.3588*** 0.0000	0.1896*** 0.0000
Comercio	0.3827*** 0.0000	-0.1448*** 0.0000	-0.0609*** 0.0000	0.0118 0.2909
Minas y canteras	-0.0396*** 0.0004	-0.0228** 0.0423	-0.0233** 0.0378	0.0126 0.2607
Manufactura	-0.1002*** 0.0000	0.1144*** 0.0000	0.1098*** 0.0000	-0.0323*** 0.0040
SPECsp	-0.0526*** 0.0000	-0.0132 0.2406	-0.0211* 0.0601	0.0266** 0.0177
DIVERsp	0.0150 0.1799	-0.0273** 0.0147	-0.0255** 0.0228	0.0370*** 0.0010
COMPsp	0.2170*** 0.0000	0.0043 0.7033	0.0297** 0.0080	0.0131 0.2440
DENsp	0.1513*** 0.0000	0.0662*** 0.0000	0.0791*** 0.0000	0.0402*** 0.0003
Capacitación	-	0.2831*** 0.0000	0.2809*** 0.0000	0.2335*** 0.0000
Estudio de mercado	-	0.2198*** 0.0000	0.1399*** 0.0000	0.1294*** 0.0000
Consultoría	-	0.2244*** 0.0000	0.2509*** 0.0000	0.1769*** 0.0000
I+D	-	0.3099*** 0.0000	0.2923*** 0.0000	0.1607*** 0.0000
E.IN en producto	-	0.1239*** 0.0000	-	-
E. IN en proceso	-	-	0.1514*** 0.0000	-
E. IN en organización	-	-	-	0.0998*** 0.0000

Nota: Se presenta la correlación entre las variables, y el p-valor. Variables con ***, significantes al 1%, con **, significantes al 5% y con *, significantes al 10%.

Fuente: Encuesta de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011 y 2014 reportado por el INEC.

Elaborado por: Los autores

F. Análisis de los estadísticos descriptivos de las variables dependientes

Tabla 3.5. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes.

VARIABLES DEPENDIENTES	Media	Ds
Innovación en producto (%)	14%	0.34
Innovación en proceso (%)	13%	0.33
Innovación organizacional (%)	26%	0.44
Productividad laboral por trabajador	306804.3	3131568
Investigación y Desarrollo (%)	15%	0.36

Fuente: Encuesta de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación 2009-2011 y 2012-2014 reportado por el INEC.

Elaborado por: Los autores

G. Análisis de los estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las variables independientes para las empresas innovadoras y no innovadoras en producto.

Tabla 3.6. Estadísticos descriptivos de las variables independientes para la innovación en Producto.

VARIABLES DEPENDIENTES	EMPRESAS INNOVADORAS EN PRODUCTO		EMPRESAS NO INNOVADORAS EN PRODUCTO		DIFERENCIAS DE MEDIAS	
	Media	Ds	Media	Ds	Dif	P> t
Innovación	1	1	0	0		
Productividad laboral	194689.2	1E+06	325113.1	3E+06	130424	20%
Investigación y Desarrollo (%)	42%	0.49	11%	0.31	0.32	0%
VARIABLES EXPLICATIVAS						
Tamaño	180.31	536.39	90.91	324.9	89.40	0%
Multiplanta (%)	36%	0.48	28%	0.45	0.08	0%
Edad	20	16.4	17	13.7	3.00	0%
Estatus exportador (%)	17%	0.37	10%	0.30	0.07	0%
Grupo empresarial (%)	20%	0.40	15%	0.36	0.04	0%
Afiliación extranjera (%)	13%	0.36	9%	0.29	0.04	0%
Maquinaria y equipo (%)	66%	0.47	21%	0.41	0.45	0%
Categoría profesional (%)	36%	0.29	30%	0.27	0.07	0%
Manufactura (%)	42%	0.49	27%	0.45	0.15	0%
Minas y canteras (%)	2%	0.15	3%	0.18	0.01	4%
Comercio (%)	10%	0.3	28%	0.45	0.18	0%
Servicios (%)	46%	0.50	42%	0.49	0.04	1%
Inversión en Capital Fijo	3374078	4E+07	522445.3	1E+07	2851633	0%
Índices de Aglomeración						
Especialización	1.06	0.65	1.08	0.54	0.02	24%
Diversidad	2	0.35	2.03	0.38	0.03	1%
Competencia	0.26	0.14	0.26	0.15	0.00	70%
Densidad	4.86	2.97	4.29	2.95	0.57	0%
Instrumentos de Selección						
Estudio de mercado (%)	16%	0.37	3%	0.17	0.13	0%
Consultoría (%)	29%	0.45	8%	0.28	0.20	0%
Capacitación (%)	45%	0.50	14%	0.35	0.32	0%
Número de observaciones	1117		6840			

H. Análisis de los estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las variables independientes para las empresas innovadoras y no innovadoras en proceso.

Tabla 3.7. Estadísticos descriptivos de las variables independientes para la innovación en proceso

Variables dependientes	Empresas innovadoras en proceso		Empresas no innovadoras en proceso		Diferencias de medias	
	Media	Ds	Media	Ds	Dif	P> t
Innovación	1	1	0	0		
Productividad laboral	140591	377090	331106.6	3E+06	190515.60	7%
Investigación y Desarrollo (%)	42%	0.49	11%	0.31	0.31	0%
Variables explicativas						
Tamaño	198.76	596	89.53	312.97	109.23	0%
Multiplanta (%)	35%	0.48	28%	0.45	0.07	0%
Edad	20	15.2	17	13.9	2.23	0%
Estatus exportador (%)	20%	0.39	10%	0.29	0.10	0%
Grupo empresarial (%)	22%	0.42	15%	0.36	0.07	0%
Afiliación extranjera (%)	15%	0.36	9%	0.28	0.06	0%
Maquinaria y equipo (%)	69%	0.46	21%	0.41	0.48	0%
Categoría profesional (%)	33%	0.27	30%	0.27	0.03	0%
Manufactura (%)	42%	0.49	27%	0.45	0.15	0%
Minas y canteras (%)	2%	0.14	3%	0.18	0.01	4%
Comercio (%)	18%	0.39	26%	0.44	0.08	0%
Servicios (%)	37%	0.48	43%	0.50	0.06	0%
Inversión en Capital Fijo	3545128	4E+07	539335.4	1E+07	3005793	0%
<i>Índices de Aglomeración</i>						
Especialización	1.05	0.54	1.08	0.56	0.03	6%
Diversidad	2	0.34	2.03	0.39	0.03	2%
Competencia	0.27	0.14	0.26	0.14	0.01	1%
Densidad	4.86	2.97	4.29	2.95	0.57	0%
Instrumentos de Selección						
Estudio de mercado (%)	12.5%	0.33	3.6%	0.19	0.09	0%
Consultoría (%)	32%	0.47	8%	0.28	0.24	0%
Capacitación (%)	47%	0.50	14%	0.35	0.33	0%
Número de observaciones	1015		6942			

Fuente: Encuesta de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación 2009-2011 y 2012-2014 reportado por el INEC.

Elaborado por: Los autores

I. Análisis de los estadísticos descriptivos y diferencia de medias de las variables independientes para las empresas innovadoras y no innovadoras en organización.

Tabla 3.8. Estadísticos descriptivos de las variables independientes para la innovación en organización.

Variables dependientes	Empresas innovadoras en organización		Empresas no innovadoras en organización		Diferencias de medias	
	Media	Ds	Media	Ds	Dif	P> t
Innovación	1	1	0	0		
Productividad laboral	167937.6	628405	357175.9	4E+06	189238.30	2%
Investigación y Desarrollo (%)	25%	0.43	12%	0.32	0.13	0%
Variables explicativas						
Tamaño	140.33	467.34	90.09	316.4	50.24	0%
Multiplanta (%)	33%	0.47	28%	0.45	0.05	0%
Edad	18	15.1	18	13.8	0.10	99%
Estatus exportador (%)	13%	0.34	10%	0.36	0.03	0%
Grupo empresarial (%)	18%	0.38	15%	0.36	0.03	0%
Afiliación extranjera (%)	9%	0.29	10%	0.29	0.00	87%
Maquinaria y equipo (%)	41%	0.49	22%	0.42	0.19	0%
Categoría profesional (%)	33%	0.28	29%	0.28	0.04	0%
Manufactura (%)	27%	0.44	30%	0.46	0.03	0%
Minas y canteras (%)	3%	0.18	3%	0.17	0.00	26%
Comercio (%)	26%	0.44	25%	0.43	0.01	29%
Servicios (%)	44%	0.50	42%	0.49	0.02	19%
Inversión en Capital Fijo	1545531	3E+07	696855.2	2E+07	848675.40	7%
<i>Índices de Aglomeración</i>						
Especialización	1.1	0.69	1.07	0.50	0.03	2%
Diversidad	2.05	0.41	2.02	0.37	0.03	0%
Competencia	0.26	0.15	0.258	0.14	0.00	24%
Densidad	4.57	3.16	4.3	2.88	0.27	0%
Instrumentos de Selección						
Estudio de mercado (%)	9%	0.29	3%	0,17	0.06	0%
Consultoría (%)	21%	0.4	8%	0,27	0.13	0%
Capacitación (%)	33%	0.47	13%	0,33	0.20	0%
Número de observaciones	2118		5839			

J. Esquema de los diferentes tipos de modelos.

Tabla 3.9. Variables explicativas utilizadas en cada de modelo

	Ecuación de los instrumentos de innovación producto, proceso, organización	Ecuación de la Innovación en producto	Ecuación de la Innovación en proceso	Ecuación de la Innovación en organización	Ecuación de la Productividad
Estatus exportador (%)	x				
Tamaño	x				
I+D					
Capital H.		x	x	x	x
Capital Fijo		x	x	x	x
Maquinaria y Equipo (%)		x	x	x	x
Edad		x	x	x	x
Multiplanta		x	x	x	x
Capital Extranjero (%)		x	x	x	x
Grupo Empresarial (%)		x	x	x	x
Sector Comercio (%)		x	x	x	x
Sector Minas y canteras (%)		x	x	x	x
Sector Manufactura (%)		x	x	x	x
SPECsp		x	x	x	x
COMPsp		x	x	x	x
DENsp		x	x	x	x
DIVERsp		x	x	x	x
T14	x	x	x	x	x
Capacitación (%)		x	x	x	
Estudio de Mercado (%)		x	x	x	
Consultoría (%)		x	x	x	
Instrumentos de E. Innovación en producto		x			
Instrumentos de E. Innovación en proceso			x		
Instrumentos de E. Innovación en organización				x	

K. Resultados y análisis de la estimación de la ecuación de productividad de las empresas innovadoras en producto, proceso y organización.

Tabla 4.2 Ecuación de la productividad para las empresas innovadoras

	Logaritmo de las ventas sobre el número de empleados de las empresas innovadoras en producto	Logaritmo de las ventas sobre el número de empleados de las empresas innovadoras en proceso	Logaritmo de las ventas sobre el número de empleados de las empresas innovadoras en organización
Capital Humano	0.486*** (3.97)	0.647*** (5.36)	0.895*** (10.06)
Capital fijo	0.0255*** (3.94)	0.0264** (3.28)	0.0203*** (3.91)
Maquinaria y equipo	-0.288** (-3.02)	-0.158 (-1.43)	-0.214*** (-3.49)
Edad	0.0135*** (4.08)	0.0155** (2.95)	0.0137*** (4.85)
Edad ²	-0.000104** (-2.80)	-0.000119 (-1.49)	-0.0000907** (-2.63)
Multiplanta	0.198** (3.19)	0.0927 (1.44)	0.0941* (1.96)
Capital extranjero	0.454*** (4.76)	0.460*** (4.91)	0.488*** (5.80)
Grupo empresarial	0.291*** (3.70)	0.279*** (3.49)	0.248*** (4.01)
Comercio	1.174*** (10.02)	1.146*** (12.92)	1.259*** (21.91)
Minas	0.167 (0.72)	0.219 (0.93)	-0.371* (-2.37)
Manufactura	0.136 (1.83)	0.273*** (3.30)	0.429*** (6.61)
T14	0.656*** (9.70)	0.725*** (9.68)	0.694*** (10.69)
SPECsp	-0.0555 (-1.15)	0.0158 (0.27)	-0.0455 (-1.16)
COMPsp	0.628 (1.86)	0.551 (1.57)	0.457 (1.62)
DENsp	0.00673 (0.44)	0.0118 (0.75)	0.0158 (1.17)
DIVERsp	0.205* (2.32)	0.136 (1.39)	0.0860 (1.39)
Constante	9.507*** (30.12)	8.956*** (23.35)	9.142*** (35.42)
Wald Chi ²	32.96	30.34	8.59
Log Likelihood	0.0000	0.0000	0.0034
N. de observaciones	-130062 7582	12894.22 7582	-1470155 7585

Nota: Variables con *** son significantes al 1%, con ** son significantes al 5%, con * son significantes al 10%. Los errores estándar están en el paréntesis. El sector de servicios es la categoría de referencia.

Análisis de la ecuación de la productividad de las empresas innovadoras.

El capital humano para las empresas innovadoras tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad. Los recursos humanos de calidad proveen a las empresas de conocimientos y eficiencia en la ejecución del trabajo dando así un incremento en el nivel de productividad (Álvarez et al., 2011; Yang et al. 2010; Yunus et al., 2014). La inversión en capital fijo se tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad. El aumento y las mejoras de capital se traducen en cambios en las prácticas, productos y mejores procedimientos de la empresa lo cual genera un incremento en el nivel de productividad (Benavente J., 2005; Faruq et al., 2011).

El gasto en maquinaria y equipo tiene un efecto negativo en la productividad. Este puede deberse al hecho de que existe una mayor proporción de empresas que pertenecen al sector de servicios, las cuales no tienen la necesidad de invertir grandes cantidades en este tipo de inversión sino en tecnología y recurso humano capacitado. A medida que la edad de las empresas aumenta la productividad disminuye. Las empresas jóvenes tienden a ser más eficientes que las antiguas, debido a que, para las empresas antiguas el conocimiento, las habilidades y destrezas se vuelven obsoletos e induce al deterioro de la organización (Bogetic & Olusi 2013; Hall, Mairesse & Lotti (2012). El estatus de multiplanta tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad de las empresas innovadoras en producto y organización. En efecto, las empresas que dividen sus procesos de producción en fases y las localizan cada una de ellas en establecimientos separados, mejoran su productividad ya que se vuelven más eficientes (Crowley & Mccann, 2015; Rosales, 2018). Las variables, grupo empresarial, afiliación extranjera, tienen un efecto positivo y significativo, lo cual favorece el nivel de productividad de las empresas. Dado que a través de estos grupos las empresas pueden acceder a información y tecnológica que no está disponible para las empresas nacionales (Aldarete et al., 2012; Chong-Sup, 1997). Además, las empresas que pertenecen a un grupo empresarial pueden emprender actividades económicas que no pueden ser mediadas a través del mercado (Khanna et al., 2005; Amsden et al., 1994). En cuanto a los sectores, el sector comercio y manufactura son más productivas que el sector de servicios, esto puede deberse a que dichos sectores son los que elaboran y comercializan mayor cantidad de productos que el sector de servicio, por lo que sus niveles de utilidad serán mayores.

En cuanto a los índices de especialización, competencia y densidad, no tienen efectos significativos sobre la productividad. El índice de diversidad tiene un efecto positivo y significativo, en la productividad de las empresas innovadoras en producto. Autores como Isard (1956), Harrison et al. (1997), Jacobs (1969) establecen que la diversidad industrial dentro de una provincia provee una abundante fuerza de trabajo multifuncional, de una buena infraestructura, así como un gran panel de servicios que facilita la producción.

L. Resultados y análisis de la estimación de la ecuación de productividad de las empresas no innovadoras en producto, proceso y organización.

Tabla 4.3. Ecuación de la productividad para las empresas no innovadoras

	Logaritmo de las ventas sobre el número de empleados de las empresas no innovadoras en producto	Logaritmo de las ventas sobre el número de empleados de las empresas no innovadoras en proceso	Logaritmo de las ventas sobre el número de empleados de las empresas no innovadoras en organización
Capital Humano	1.029*** (19.50)	1.079*** (21.35)	1.081*** (18.81)
Capital fijo	0.0211*** (8.35)	0.0199*** (7.90)	0.0216*** (7.07)
Maquinaria y equipo	-0.336*** (-8.01)	-0.363*** (-9.20)	-0.184*** (-4.10)
Edad	0.00627*** (3.57)	0.00582*** (3.47)	0.00514** (2.74)
Edad ²	-0.0000251 (-1.09)	-0.0000219 (-1.05)	-0.0000151 (-0.63)
Multiplanta	0.0620* (2.11)	0.104*** (3.59)	0.103** (3.23)
Capital extranjero	0.392*** (7.87)	0.371*** (7.41)	0.409*** (7.68)
Grupo empresarial	0.308*** (7.95)	0.291*** (7.50)	0.332*** (7.92)
Comercio	1.336*** (39.23)	1.281*** (38.36)	1.290*** (35.28)
Minas	-0.118 (-1.37)	-0.165 (-1.91)	-0.120 (-1.30)
Manufactura	0.339*** (9.53)	0.318*** (9.04)	0.343*** (8.96)
T14	0.792*** (23.69)	0.781*** (23.65)	0.756*** (20.70)
SPECsp	-0.101*** (-3.87)	-0.0872*** (-3.45)	-0.0958** (-3.27)
COMPsp	0.555*** (3.66)	0.570*** (3.77)	0.701*** (4.37)
DENsp	0.0260*** (3.48)	0.0223** (3.00)	0.0225** (2.84)
DIVERsp	0.00695 (0.18)	0.0209 (0.56)	0.0262 (0.63)
Constante	8.885*** (93.91)	8.878*** (94.80)	8.782*** (84.60)
Wald Chi ²	32.96 0.0000	30.34 0.0000	8.59 0.0034
Log Likelihood	-130062	12894.22	-1470155
N. de observaciones	7582	7582	7585

Nota: Variables con *** son significantes al 1%, con ** son significantes al 5%, con * son significantes al 10%. Los errores estándar están en el paréntesis. El sector de servicios es la categoría de referencia.

Análisis de la ecuación de la productividad de las empresas no innovadoras.

Los resultados para las empresas no innovadoras, muestra que factores como el capital humano, capital fijo, capital extranjero, estatus multiplanta, grupo empresarial, comercio y manufactura afectan de manera positiva y significativa en la productividad de estas empresas. Mientras que el gasto en maquinaria y equipo y la edad tiene un efecto negativo en la productividad. Este resultado sugiere que las empresas que no realizan actividades de innovación, pero hacen este tipo de inversión, están incurriendo en pérdida de eficiencia al no ser capaces de aprovechar la capacidad productiva de dichos recursos. La adquisición de maquinaria requiere de mano de obra preparada, de cambios o mejoras en los procesos productivos; si esto no ocurre, se está desaprovechando las capacidades de producción de la maquinaria y equipo adquirida (Álvarez et al., 2011; Ludym, Luzardo & Rojas, 2018).

En cuanto al índice de competencia tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad, esto indica que la competencia entre las empresas no innovadoras de alguna manera genera externalidades positivas al fomentar emulación o la adopción de nuevas formas de organización y/o tecnologías Porter (1990). El índice de densidad tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad. La proximidad geográfica entre las empresas y los empleados facilita los micro mecanismos de cooperación, intercambio y aprendizaje (Duranton & Puga, 2003).

M. Análisis de la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza de la innovación en producto y ecuación de la productividad.

Tabla 4.4. Factor de la inflación (VIF) para la innovación en producto y ecuación de la productividad.

Innovación en producto	VIF	Productividad laboral de empresas innovadoras en producto	VIF	Productividad laboral de empresas no innovadoras en producto	VIF
COMPsp	2.99	COMPsp	2.76	DENsp	3.02
DENsp	2.98	DENsp	2.69	COMPsp	3.00
Esfuerzo de Inn.	1.64	Manufactura	1.75	Manufactura	1.57
Manufactura	1.62	Minas	1.48	Minas	1.46
Minas	1.45	Capital extranjero	1.35	Comercio	1.36
Capacitación	1.44	SPECsp	1.32	DIVERsp	1.29
Maquinaria y E.	1.43	Capital H.	1.30	SPECsp	1.28
Capital Fijo	1.39	DIVERsp	1.28	Maquinaria y E.	1.25
Comercio	1.37	Grupo empresarial	1.28	Capital Fijo	1.24
T14	1.32	Comercio	1.23	Capital extranjero	1.24
Consultoría	1.30	Maquinaria y Equipo	1.23	Grupo empresarial	1.20
DIVERsp	1.29	Capital Fijo	1.20	T14	1.17
Capital extranjero	1.28	T14	1.12	Capital H.	1.15
SPECsp	1.27	Edad	1.12	Multiplanta	1.07
Grupo empresarial	1.25	Multiplanta	1.11	Edad	1.06
Capital H.	1.20				
Edad	1.14				
Mercado	1.12				
Multiplanta	1.11				
Media VIF	1.50	Media VIF	1.48	Media VIF	1.49

Elaborado por: Los autores.

N. Análisis de la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza de la innovación en proceso y ecuación de la productividad.

Tabla 4.5. Factor de la inflación (VIF) para la innovación en proceso y ecuación de la productividad.

Innovación en proceso	VIF	Productividad laboral de empresas innovadoras en proceso	VIF	Productividad laboral de empresas no innovadoras en proceso	VIF
COMPsp	2.99	COMPsp	2.80	DENsp	3.04
DENsp	2.98	DENsp	2.53	COMPsp	2.99
Manufactura	1.62	Manufactura	1.95	Manufactura	1.55
Esfuerzo de innovación	1.56	Comercio	1.39	Minas	1.46
Minas	1.45	Minas	1.37	Comercio	1.35
Capacitación	1.43	Capital extranjero	1.33	DIVERsp	1.29
Maquinaria y E.	1.43	DIVERsp	1.30	SPECsp	1.28
Capital Fijo	1.39	Grupo empresarial	1.30	Maquinaria y E.	1.24
Comercio	1.37	Maquinaria y E.	1.27	Capital extranjero	1.23
Consultoría	1.30	SPECsp	1.23	Capital Fijo	1.23
DIVERsp	1.29	Capital H.	1.23	Grupo empresarial	1.20
Capital extranjero	1.28	Capital Fijo	1.16	T14	1.17
SPECsp	1.27	Multiplanta	1.13	Capital H.	1.15
Grupo empresarial	1.25	T14	1.11	Multiplanta	1.07
T14	1.24	Edad	1.10	Edad	1.06
Capital H.	1.20				
Edad	1.14				
Estudio de mercado	1.12				
Multiplanta	1.11				
Mean VIF	1.50	Mean VIF	1.48	Mean VIF	1.49

Elaborado por: Los autores

O. Análisis de la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza de la innovación en organización y ecuación de la productividad.

Tabla 4.6. Factor de la inflación (VIF) para la innovación en organización y ecuación de la productividad.

Innovación en organización	VIF	Productividad laboral de empresas innovadoras en organización.	VIF	Productividad laboral de empresas no innovadoras en organización.	VIF
COMPsp	2.97	COMPsp	3.90	DENsp	2.72
DENsp	2.97	DENsp	3.76	COMPsp	2.67
Manufactura	1.61	Minas	1.82	Manufactura	1.59
esfuerzos de Inn.	1.48	Manufactura	1.69	Comercio	1.35
Minas	1.44	SPECsp	1.58	Minas	1.32
Capacitación	1.44	Comercio	1.37	Maquinaria y E.	1.28
Maquinaria y E.	1.43	DIVERsp	1.34	DIVERsp	1.26
Capital Fijo	1.39	Maquinaria y E.	1.29	Capital Fijo	1.26
Comercio	1.37	Capital extranjero	1.24	Capital extranjero	1.25
Consultoría	1.30	Capital Fijo	1.24	Grupo empresarial	1.22
DIVERsp	1.29	Grupo empresarial	1.19	SPECsp	1.17
Capital extranjero	1.29	Capital H.	1.18	T14	1.16
SPECsp	1.27	T14	1.14	Capital H.	1.15
Grupo empresarial	1.25	Multiplanta	1.07	Multiplanta	1.08
Capital H.	1.20	Edad	1.07	Edad	1.07
T14	1.16				
Edad	1.14				
Estudio de mercado	1.12				
Multiplanta	1.10				
Media VIF	1.49	Media VIF	1.66	Media VIF	1.44

Elaborado por: los autores