

**INNOVACIÓN, SUPERVIVENCIA Y GENERACIÓN DE EMPLEO: EVIDENCIA
PARA COLOMBIA**

Autora: Mónica Lorena Ortiz Medina

Director de Tesis: Mounu Prem

Tesis:

Maestría en Economía de las Políticas Públicas

Facultad de Economía

Universidad del Rosario

Mayo 2020

Innovación, Supervivencia y Generación de Empleo: Evidencia para Colombia

Mónica Lorena Ortiz Medina*

Mayo 2020

Resumen

El objetivo de este documento es evaluar el impacto del programa Alianzas para la Innovación en sus fases 2 y 3 que fueron llevadas a cabo entre los años 2015-2017. Este programa de promoción de la innovación forma a los empresarios para desarrollar prototipos de innovación, es ejecutado por las Cámaras de Comercio de Colombia bajo la coordinación y soporte financiero de Confecámaras y Colciencias. A partir de los registros administrativos RUES y PILA se captura la información longitudinal para las empresas para el periodo 2013-2018 y se evalúa el impacto del programa sobre la supervivencia empresarial a cinco años y la generación de empleo formal para aquellas empresas que implementaron su prototipo de innovación. Para llevar a cabo la evaluación se utilizan modelos de duración para el caso de las estimaciones de supervivencia y se realiza una combinación de propensity score matching y diferencias en diferencias para el caso del empleo. Los resultados muestran que después de emparejar las empresas y controlar por características que no varían en el tiempo, el programa tiene un efecto positivo y significativo sobre la tasa de supervivencia de las empresas tratadas en el marco de la formalidad de 5 pp y el efecto sobre la creación de empleo es nulo. Adicionalmente se encuentra un efecto diferencial en la tasa de supervivencia. Es más alto para las empresas que innovan en producto sobre las que lo hacen en proceso, así mismo se encuentra un efecto para las empresas que capacitan sus empleados tipo *blue collar* mostrando la importancia de la orientación al aprendizaje y el desempeño de la empresa.

Palabras Clave: Alianzas para la Innovación, Programas de Innovación, Innovación, Supervivencia empresarial, Generación de Empleo, Capacidades Humanas, Evaluación de Impacto, Colombia.

*Magíster en Economía de las Políticas Públicas, Universidad del Rosario (monica-lo.ortiz@urosario.edu.co). Agradezco la excelente asesoría y comentarios realizados del profesor Mounu Prem en la construcción de este documento, así como a mis evaluadores Juan Miguel Gallego y Santiago Matallana. De igual forma agradezco a Confecámaras y al Ministerio del Trabajo por los datos proporcionados del RUES y la PILA. Finalmente, agradezco a Mónica Aimeé Morales y Diana Vivas Francisconi, por los valiosos aportes hechos a mi tesis. Todos los errores son propios.

1. Introducción

La promoción de programas de política pública dirigidos a mejorar la innovación y modernización de las empresas ha crecido en América Latina (Crespi et al., 2011). En general, la justificación para diseñar e implementar estos programas son fallas en el mercado y de coordinación.¹ Según Atkinson y Etzel (2012), la innovación conduce al crecimiento económico, empleo, incremento en los ingresos, lo que a su vez tiene un efecto positivo en el bienestar, productividad y en la competitividad de los países. De lo anterior se deriva el interés de los países en desarrollar programas a incentivar actividades de innovación.

En este contexto, este paper busca estudiar qué impacto tiene para las empresas implementar un prototipo de innovación sobre la creación de empleo y su tasa de supervivencia en el mercado bajo la formalidad.²

Según Cefis & Marsili (2006), la actividad de innovación puede incrementar las oportunidades de las nuevas empresas de sobrevivir pues provee estrategias de nicho de mercado exitosas. Asimismo, permite a las empresas ya establecidas a lidiar con las tecnologías nuevas o disruptivas y mejorar continuamente sus capacidades existentes (Christen, 1997).

Por lo general la innovación tradicionalmente se ha entendido desde un contexto de ingeniería, pero esta va más allá del uso de maquinaria nueva o la creación de una variedad de productos. También puede ser una nueva práctica organizacional, estrategia de marketing o la organización de un lugar de trabajo, que además de introducir novedad en el mercado debe ser implementada para ser considerada innovación (Atkinson & Etzel, 2012; OECD, 2015; OECD/Eurostat, 2018).

Atendiendo a la diferenciación en la concepción de la innovación, en Colombia se diseñó el programa Alianzas para la Innovación en 2009 que se empezó a implementar en el año 2011. El programa busca dar respuesta a la necesidad prioritaria de potenciar la competitividad y productividad de las empresas a través de la generación de habilidades en innovación.

¹Dentro la literatura de innovación se pueden listar diez: (i) incapacidad de las empresas de capturar el beneficio total de su propia actividad innovadora, (ii) altos niveles de riesgo de inversión, (iii) bajo financiamiento externo reconociendo (ii), (iv) fallas de coordinación, las empresas no pueden maximizar la innovación si trabajan aisladas, (v) problemas tipo chicken-egg que inhiben desarrollo de las plataformas de tecnología, (vi) problemas de principal-agente y de fragmentación de mercado, (vii) mercado produce menos clústers de forma natural que impiden la transferencia de conocimiento intra e inter industria, (viii) no existen suficientes trabajadores calificados para la adopción de tecnología (doble causalidad), (ix) no hay coordinación de los intereses de los habitantes de una región por la innovación y las empresas presentes en la misma, y (x) el crecimiento o su ausencia produce a subóptimos en innovación (Atkinson y Ezell, 2012).

²La formalidad en este documento se entiende bajo dos mediciones: (1) entrada y (2) laboral. La primera se refiere a la obligación de los comerciantes de matricularse en el registro mercantil, que es de carácter público y es llevado por las Cámaras de Comercio, un mes posterior al inicio de su actividad económica y que debe ser renovado cada año (Art. 19, Art. 26, Art.27 y Art. 33 del Código de Comercio). La segunda se refiere al pago de aportes patronales que hacen las empresas como empleadoras por sus trabajadores por concepto de salud, pensión riesgos laborales, entre otros.

El programa construye una Ruta de Innovación que guía de forma didáctica la estrategia y los procesos de gestión de la innovación que las empresas construyen a su medida, es decir, de acuerdo con la actividad económica que realizan y el entorno en el que operan.

Este, está dirigido a empresas de todos los tamaños y es gratuito, el único requisito para participar es tener su matrícula mercantil activa y renovada en los a la fecha en la Cámara de Comercio. Alianzas tiene tres etapas: (i) mentalidad y cultura, que es un componente de sensibilización y apertura del programa cuyo objetivo es captar la atención y el interés de la empresa de unirse al programa; (ii) formación, en donde las empresas tienen capacitaciones presenciales sobre las actividades de innovación y diseñan un prototipo; y, (iii) implementación, etapa en la que las empresas seleccionadas pueden implementar su prototipo con ayuda financiera que provee el programa. Esta última es la etapa a estudiar en este documento.

Para hacer un análisis sobre las dinámicas de empleo y supervivencia de las empresas para aquellas que implementan su prototipo de innovación, se utiliza la información del Registro Único Empresarial y Social - RUES. Las Cámaras de Comercio del país tienen como función llevar el Registro Mercantil que integra el RUES cuyo operador es Confecámaras. Para obtener información de empleo, se cruzó el RUES con la Planilla Integrada de Liquidación de Aportes (PILA) con el fin de recolectar información de empleo formal por empresa para el periodo 2013-2018. En estas dos bases de datos se tiene el universo de empresas formales del país.

El ejercicio supone un reto importante debido a que existe un proceso de autoselección de las empresas para acceder al programa. Para abordar el problema, se hace una comparación entre las empresas que se formaron e implementaron su prototipo de innovación con aquellas que no fueron elegidas para hacerlo, basándose en la probabilidad de que la empresa lo haya implementado (propensity score). A continuación, se utiliza el método de diferencias en diferencias para estimar los impactos de la última etapa del programa en las empresas sobre la creación neta de empleo.

El efecto de la innovación sobre la creación de empleo es nula. Los resultados muestran que la tasa de creación de empleo formal de estas empresas decrece en pequeñas magnitudes tras el periodo de implementación sin embargo no es estadísticamente significativo.

El efecto sobre el empleo muestra una dirección positiva cuando el tipo de innovación es de producto o servicio consistente con la literatura, no obstante continúa con la misma conclusión que el efecto global. Este efecto tiene la misma dirección cuando se realiza el análisis por el tipo de empleado capacitado para implementar el prototipo de innovación. Podría decirse que para una empresa podría ser más beneficioso que sus empleados que realizan tareas operativas se formen en innovación y la lideren los procesos que conlleva.

Para el caso de supervivencia, se utilizaron métodos para modelar la duración. El primer método usado es el estimador no paramétrico Kaplan-Meier o límite de producto, en la que a partir de un conjunto de años de supervivencia observados en una muestra de empresas, se estima la proporción de la población de esas empresas que sobrevivirían un período de tiempo determinado en las mismas circunstancias.

El segundo es el modelo semiparamétrico de riesgos proporcionales de Cox en el cual se estudian los factores que afectan la probabilidad de supervivencia, entre los que se incluye como variable dicotómica el implementar un prototipo de innovación.

Los resultados muestran que un programa de innovación no basado en Innovación y Desarrollo (I+D) entendido bajo una visión tradicional exclusivamente, en el cual las empresas implementan un prototipo de innovación tras haber sido formadas para construirlo, tienen una tasa de supervivencia en el marco de la formalidad entre 5 y 7 pps más alta que las que únicamente se forman y no son seleccionadas y cofinanciadas para implementarlo.

De forma diferencial, aquellas empresas que innovan en producto o servicio tienen una tasa de supervivencia 9.05 pps más alta que las que lo hacen en procesos, marketing o nuevos modelos de negocio. Asimismo, si los empleados formados son de tipo *blue collar*, la probabilidad de sobrevivir al cabo de cinco años mejora entre 13.29 pps y 28.29 pps, comparado con las que capacitan únicamente los empleados *white collar* y con aquellas cuyo número de empleados del tipo *white* y *blue* es el mismo respectivamente.

En contraste con países de otras regiones, la evidencia empírica sobre los efectos de programas de innovación a nivel de empresa es escasa. La literatura que ha estudiado el efecto de la innovación en el sector empresarial se puede dividir en dos grupos: (i) acompañamiento del estado a través de apoyo público en I+D, atendiendo al concepto de innovación de forma tradicional, y (ii) acompañamiento de la empresa a mejorar en sus capacidades para lograr procesos de innovación.

El primer grupo, estudia programas de innovación de empresas que reciben subsidios, acceden a líneas de crédito o incentivos tributarios para I+D (visión tradicional). Los resultados muestran que las empresas en países de Oceanía, Europa, y Suramérica, que accedieron a estos beneficios, incrementaron sus exportaciones, ventas y productividad laboral. Para estas, los efectos son mixtos para variaciones en la productividad, rentabilidad, mayor gasto en I+D y número de empleados (Revesz & Lattimore, 2001; Roper Dundas, 2001; Morris & Stevens, 2009; Álvarez & Crespi, 2003, Binelli & Maffili, 2007; Tan & López- Acevedo, 2007; Barrios et. al, 2017; Aboal et. al, 2018). Este trabajo contribuye en el estudio de dos formas: estudia cómo un programa de innovación no basado en I+D puede afectar a las empresas.

Por su parte, el segundo grupo analiza programas y proyectos de innovación relacionados con asistencia técnica, entrenamiento del personal, marketing y servicios de consultoría en países como Estados Unidos, Japón, Reino Unido y Perú. Las intervenciones sobre las empresas mejoran la productividad de sus trabajadores, la supervivencia media, y número de empleados. Sin embargo, para el caso de ventas, productividad factorial e intensidad en las inversiones de I+D, los resultados son mixtos (López & Tan, 2010, Jarmin (2008), Wren & Storey (2002), Benavente & Crespi, 2003; Motohashi, 2002).

Las fuentes de información utilizadas en el análisis de ambos grupos son encuestas y censos. Este trabajo contribuye en el uso de información de registros administrativos para hacer seguimiento longitudinal de las empresas lo cual permite estudiar variables de resultado no tradicionales en la evaluación de programas de innovación como la supervivencia y la creación neta de empleo, sobre el universo de empresas formales del país para el periodo de estudio.

Este documento se organiza de la siguiente manera: La sección (2) expone en detalle el contexto del Programa Alianzas para la Innovación, a continuación se encuentra la Hipótesis de Investigación seguida por la exposición de los datos utilizados. La sección (5), presenta la estrategia empírica. La sección (6) resume los resultados empíricos y la sección (7) concluye y da algunas recomendaciones de política pública.

2. Contexto: Programa Alianzas para la Innovación

El programa Alianzas para la Innovación es un programa creado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias -, actualmente MinCien-cias), cuyo objetivo es incrementar el número de empresas con capacidades de innovación para aumentar la competitividad regional.

Inició en el año 2011 y actualmente está por implementar su versión V. Cuenta con el apoyo estructural y conceptual desde COLCIENCIAS, y es coordinado por Confecámaras en donde se involucran más departamentos a través de 51 Cámaras de Comercio, quienes hacen una colaboración técnica. El programa tiene cobertura en todos los municipios de 31 departamentos del territorio nacional.

El programa es gratuito y está dirigido a empresas de todos los tamaños que deseen desarrollar y ampliar sus capacidades en temas de innovación. El único requisito para que un empresario pueda participar es que esté matriculado y dicho registro esté renovado a la fecha en la Cámara de Comercio, es decir que puede participar cualquier empresario formalmente constituido, entendiendo como formalidad tener Registro Mercantil.

Este programa se diferencia de otros llevados a cabo en otras regiones pues se desvía de la concepción tradicional de innovación. En este, se entiende la innovación como “la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el mercadeo o la organización de la empresa, con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa, o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología” (Confecámaras, 2016).

El programa es desarrollado a través de tres fases:

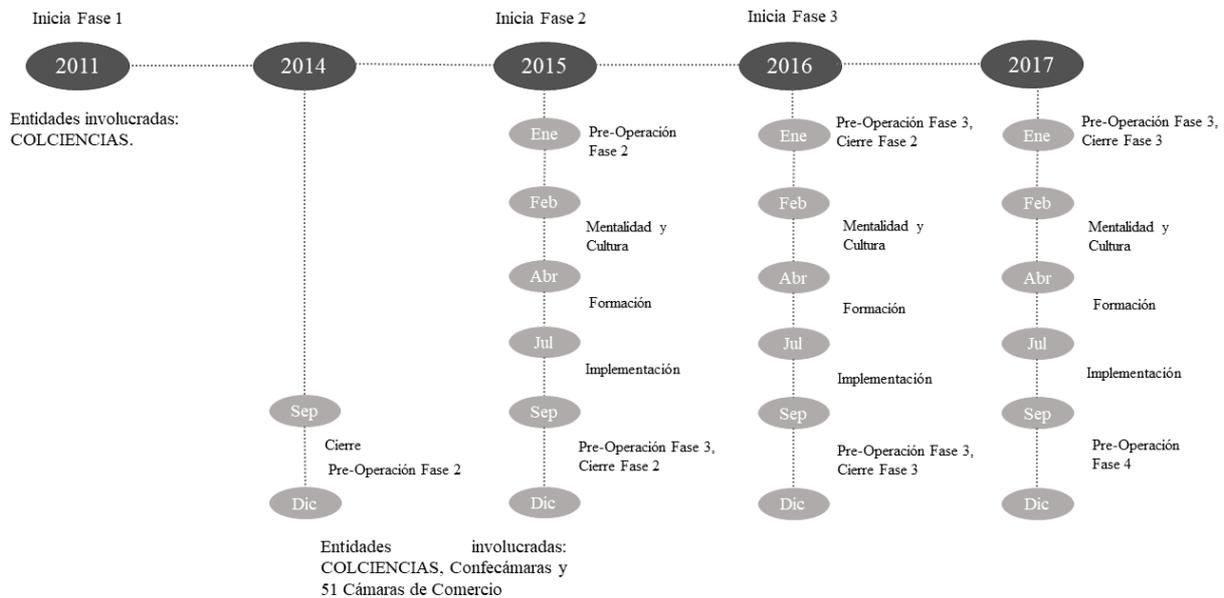
1. **Mentalidad y cultura**, en donde el empresario asiste a actividades como conversatorios, talleres, eventos de sensibilización grupales y allí tiene un primer acercamiento a lo que es la innovación. Si el empresario desea formarse de forma voluntaria, pasa a la siguiente fase.
2. **Formación**, en esta fase el empresario tiene cinco (5) jornadas de capacitación presencial de 40 horas en total con facilitadores de la región y externos, expertos en temas de innovación y con experiencia en los sectores en los que los empresarios se desenvuelven. En esta fase, el empresario construye, con la orientación del equipo técnico del programa, una Ruta de Innovación a la medida de su empresa en donde desarrolla un proyecto o prototipo de innovación.

Este proyecto/prototipo, entra en un proceso de selección, en el que las Cámaras de Comercio y firmas consultoras seleccionan los mejores proyectos para implementarlos en la siguiente fase. Los criterios utilizados son la pertinencia, componente innovador (novedoso en el mercado colombiano/región/sector), escalabilidad (oportunidad de crecimiento), planeación (el proyecto tiene metas e indicadores coherentes, realizables y alineadas a que se cumplan en un tiempo definido) y factibilidad financiera.

3. **Implementación del proyecto/prototipo de innovación.** El programa cuenta con un Fondo de Incentivos para la implementación de proyectos de innovación el cual cofinancia un valor máximo de 4'000.000 por proyecto y la empresa deberá aportar en efectivo mínimo el 33,33 c del valor total del proyecto y en especie mínimo el 13,33 % del valor total del mismo. Los recursos financiables con aporte del programa cubren honorarios de asistencia técnica y consultoría, servicios técnicos, gastos de propiedad intelectual, gastos de registro y certificaciones, arriendo de equipos, materiales e insumos. El empresario recibe acompañamiento en el proceso de implementación por parte de la Cámara de Comercio y el equipo facilitador.

La primera versión del programa duró entre 18 y 28 meses pues era un piloto desarrollado únicamente por Colciencias. A partir de la versión número 2, que inició en el año 2015, el programa incluyó la participación de Confecámaras razón por la cual este documento únicamente estudia las fases 2 y 3 que tuvieron una operación idéntica y ya culminaron. La cronología del programa durante las dos fases se puede detallar en la figura a continuación.

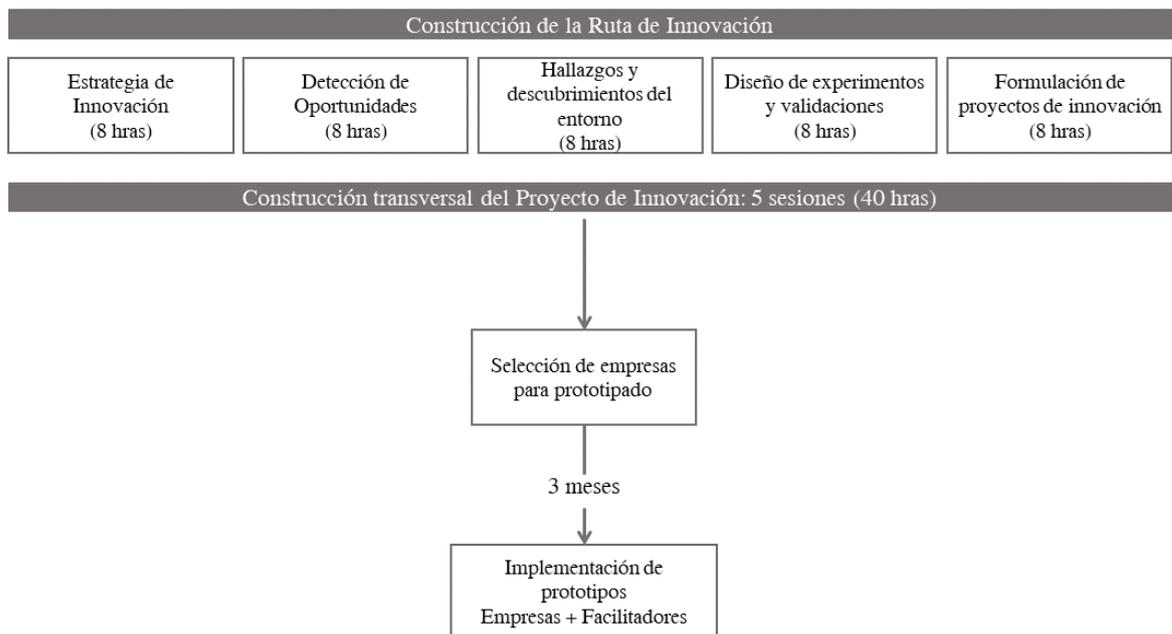
Figura 1. Cronología del Programa Alianzas para la Innovación



La etapa de formación propone la construcción de una Ruta de Innovación a la medida del empresario. Esta etapa se divide en 5 sesiones (40 horas), en los que las empresas toman un taller teórico – práctico de prototipado con facilitadores expertos (Figura 2).

Las empresas elegidas de acuerdo a los criterios mencionados anteriormente cuentan con el apoyo de nueve (9) horas de asesoría de empresas expertas en prototipar y una asesoría de los facilitadores durante los siguientes tres meses, tiempo en el que la empresa debe ejecutar su prototipo acorde con los rubros aprobados y establecidos en el Fondo de Incentivos.

Figura 2. Proceso de formación e implementación



De la información recopilada por las Cámaras de Comercio de las empresas que participaron en cada una de las fases se tiene que en la versión 2 del programa participaron 4.870 empresas y en la versión 3, 3.817 empresas. De estas, se formaron 3.181 y 1.843, e implementaron 369 y 160, respectivamente para cada versión del programa (Tabla 1.a.). Las empresas que participaron del programa envían delegados para que sean ellos quienes asistan a las capacitaciones presenciales en la etapa de formación y luego lideren la implementación de su prototipo de innovación, estos prototipos se dividen en cinco categorías (Tabla 1.b.).

Tabla 1.a. Tipo de Innovación de prototipos implementados en Alianzas para la Innovación fases 2 y 3

Tipo de Innovación	Número de prototipos implementados	Participación
Producto	245	46.31 %
Proceso	115	21.74 %
Modelo de negocio	79	14.93 %
Servicio	67	12.67 %
Marketing	23	4.35 %
Total	529	100 %

Tabla 1.b. Cargo de los asistentes a Formación e Implementación

Cargo del Asistente*	Número de asistentes	Participación sobre el total
White Collar	4,922	45.4 %
Representante Legal	2,248	20.7 %
Gerente	1,544	14.3 %
Administrador	338	3.1 %
Propietario	298	2.8 %
Director	276	2.6 %
Jefe	106	1.0 %
Socio	54	0.5 %
Presidente	20	0.2 %
Director Ejecutivo	17	0.2 %
Director Financiero	7	0.1 %
Vicepresidente	7	0.1 %
Supervisor	5	0.0 %
Blue Collar	5,913	54.6 %
Asesor	2,718	25.1 %
Operativo	859	7.9 %
Auxiliar	738	6.8 %
Coordinador de operación	738	6.8 %
Asistente	701	6.5 %
Sistemas	79	0.7 %
Técnico	79	0.7 %
Total	10,835	100 %

*Nota: El orden de los cargos no está determinado por una jerarquía de los cargos de los trabajadores. Responde únicamente a su participación en el programa.

3. Hipótesis de Investigación

De acuerdo con el Manual de Oslo realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Oficina Europea de Estadística (Eurostat) del 2018, una nueva idea, modelo o prototipo para ser considerado innovación debe ser implementado. El requerimiento de implementación es una característica definitiva de la innovación que distingue de invenciones o prototipos. La implementación del prototipo de innovación para las empresas beneficiadas del programa puede implicar variaciones en su productividad, nivel de ventas, número de empleados y los salarios que perciben, rentabilidad y supervivencia en el mercado.

En el caso de este documento se evaluarán los resultados sobre el número de empleados formales y la tasa de supervivencia de las empresas en el mercado. La literatura ha encontrado varias formas en las que la innovación podría afectar a las empresas en estas dos dimensiones.

Por un lado, las empresas que innovan pueden crear o destruir empleo, así como no generar ningún impacto. Sin embargo, Borrego et. al (2002) encontraron que las empresas que innovan crean más empleos y destruyen menos que las que no innovan, pero otros autores han encontrado efectos heterogéneos en este resultado de acuerdo con el tipo de innovación.

Piva et al. (2005), encontró que, para el caso de Italia, las empresas que innovan en producto pueden crear empleo mientras que aquellas que lo hacen en procesos, destruyen empleos. Reafirmando este resultado, en otros documentos se ha encontrado evidencia que respalda este resultado. Para Francia, Alemania, España, Reino Unido, Italia y Chile, se encontró que el aumento del empleo por innovaciones en producto es suficientemente grande como para compensar el efecto negativo de aquellas que lo hacen en procesos (Harrison et al. (2008), Hall et al. (2006) y Benavente & Lauterbach (2008).

Hipótesis 1: El efecto de la innovación sobre el empleo total es ambiguo y puede ser heterogéneo según el tipo de innovación. Las empresas que innovan pueden crear empleo si su innovación es en producto, y destruir si es en procesos.

Ahora bien, la innovación es importante para la supervivencia de las empresas y no sólo de las nuevas que introducen nuevos productos y abren nuevos mercados, sino también de las que ya se encuentran en el mercado, pues estas requieren estar innovando continuamente para enfrentar la disrupción que causa la introducción de nuevas tecnologías de las nuevas empresas que entran a competir en el mercado (Cefis & Marsili, 2004).

Rosenbusch et. al (2011) indica que la innovación es un factor crucial para la supervivencia de las pequeñas y medianas empresas y esta varía por tipo de innovación (proceso o producto) (Cefis & Marsili, 2005) y por su grado (Saemundsson & Dahtstrand, 2005). Sin embargo, la innovación podría tener un efecto negativo sobre la supervivencia de las empresas. Buddel Meyer et al. (2010), Cader y Leatherman (2011) encontraron tasas de supervivencia a 2 y 5 años más bajas para las empresas innovadoras en contraste con las que no innovan.

En contraste, Cefis & Marsili (2006) encontraron que la innovación incrementa la supervivencia para todas las empresas y esta prima de innovación, como la titulan los autores, es mayor para las empresas jóvenes y pequeñas. Las empresas con estas características que innovan tienen una tasa de supervivencia 23% superior a las que no innovan. Este hallazgo indica que la innovación juega un rol importante en la supervivencia de las empresas en particular para empresas que la literatura en general ha señalado que son las más expuestas al riesgo.

Teniendo en cuenta lo anterior y dado que la mayoría de las empresas tratadas son microempresas y en su mayoría son jóvenes (Tabla 4), y considerando que la información del programa permite identificar el tipo de innovación que implementan las empresas, es posible plantear las siguientes hipótesis:

Hipótesis 2: Las empresas que innovan pueden tener tasas de supervivencia más altas respecto de aquellas que no lo hacen.

Hipótesis 3: Las empresas que innovan pueden tener tasas de supervivencia mayores si lo hacen con productos nuevos en comparación con las que lo hacen en procesos.

Cefis & Marsili (2006) afirman que el mecanismo de selección de mercado transforma las asimetrías existentes en la productividad entre las empresas dada la distribución heterogénea de conocimiento y capacidades, en tasas diferenciales de crecimiento de las empresas, que bien se puede medir en la cantidad de trabajadores formales contratados, y supervivencia de estas empresas en el tiempo.

La selección del mercado es el factor determinante en el éxito o fracaso de la implementación del prototipo de innovación de las empresas. Si una empresa tiene éxito, puede tener dinámicas favorables en la creación de empleo si su prototipo de innovación requiere de mayor mano de obra, esto puede suceder cuando la innovación es en producto, servicios o marketing.

En contraste, si el tipo de innovación es en proceso, la puede llevar a un nivel superior de eficiencia en la que podrá producir con menos factores, llevándola a destruir empleo o a no tener variaciones en el número de puestos de trabajo. En esta línea, indistinto del tipo de innovación, la empresa podría asegurar su permanencia en el mercado o ganar participación en el mismo, en cualquiera de los casos el resultado es favorable en términos de su supervivencia en el mercado.

Por otro lado, si la empresa fracasa, es posible que pierda oportunidades para sobrevivir en el mercado y la lleve a una posible salida. Esto es razonable en especial para las empresas de menor tamaño, en donde la inversión en un proyecto de innovación resulta altamente riesgosa, y fracasar las puede eliminarla del mercado. En este escenario, la empresa tendrá que tomar decisiones sobre el uso de factores de producción para compensar la pérdida o dará por finalizada su operación.

En cualquiera de los casos, la empresa podrá dejar inalterados los puestos de trabajo y compensar la pérdida vía recortes de otros factores de producción, o destruirá empleo en caso de que deba cesar sus operaciones o despedir personal para suavizar el impacto sobre su estructura de costos.

En particular debe tenerse en cuenta que no todos los negocios logran mantenerse en el mercado y materializar oportunidades de crecimiento. Existen múltiples razones por las cuales las empresas pueden ser exitosas o fracasar en una industria. Las empresas exitosas, muestran que la industria en la cual incursionan es compatible con la ventaja comparativa de la región (Lin & Monga, 2010). Es por eso que resulta valioso incluir dentro del análisis características de la región que también podrían influir en las variables de resultado a evaluar.

Expuesto lo anterior, el documento busca dar respuesta a las tres hipótesis planteadas basadas en lo hallado en la literatura sobre la relación entre innovación, empleo y supervivencia empresarial.

4. Datos

Para atender a la pregunta de investigación, se integran tres bases de datos con información a nivel de empresa. La primera de ellas es la recaudada por las Cámaras de Comercio y Colciencias sobre las empresas participantes en todas las etapas y fases del programa, la segunda es el RUES y la tercera es la PILA.

La información recolectada por las Cámaras y Colciencias tiene la información básica de las empresas: razón social, número de identificación tributaria (NIT) que es único para cada empresa legalmente constituida en el país, etapa del programa en la que participa, la Cámara de Comercio que dirige el programa, nombre, número de identificación y cargo de quien a nombre de la empresa participa en la formación que ofrece el programa. Para la etapa de implementación se tiene información del tipo de prototipo que desarrolló la empresa, el valor total del mismo dividido entre la cofinanciación que ofrece el programa y la que aporta el empresario en efectivo y en especie como lo indican los lineamientos.

Por otro lado, se tiene el Registro Único Empresarial y Social (RUES), que es un registro administrativo, que integra y centraliza el Registro Mercantil y siete (7)³ registros más creados por la ley colombiana relacionados a actividades comerciales con y sin ánimo de lucro que administran las 57 Cámaras de Comercio de todo el país. El Registro Mercantil le permite a todos los empresarios ejercer cualquier actividad comercial y acreditar de forma pública su calidad de comerciante, así como el acceso a la información de otros comerciantes lo que le sirve para ampliar su base de proveedores y posibles compradores. Con el fin de mantener la actualización de la información registral y garantizar la eficacia de este, la inscripción de registros que integran el RUES, por ley, debe ser renovados por el empresario anualmente dentro de los primeros tres meses de cada año.

A nivel de empresa, el RUES tiene información que diligencia el empresario a través del formulario con el cual se matricula y renueva anualmente. Esta información se puede dividir en 4 componentes. El primero corresponde al tipo de organización (persona natural o tipo de sociedad); el segundo indica la identificación de la empresa: número de matrícula, NIT y razón social; el tercero da cuenta de la ubicación de la empresa: municipio, departamento, dirección y correo electrónico, tanto comercial como fiscal.

El cuarto corresponde a la actividad económica que desarrolla definido de acuerdo con la Clasificación Internacional Industrial Uniforme revisión 4 ajustada a Colombia (CIIU) con nivel de detalle de 4 dígitos, y el último concierne a la información financiera (estado de la situación financiera y estado de resultados) y número de empleados, auto reportada por la empresa, toda la información es autoreporte del empresario. De este componente únicamente se tendrá en cuenta el valor de los activos puesto que es la única variable financiera dentro del registro que se diligencia de carácter obligatorio al año 2018.

³Los demás registros son los siguientes: (1) Registro Único de Proponentes, (2) Registro de vendedores de juegos de suerte y azar, (3) Entidades sin ánimo de lucro (ESALES), (4) Registro de Entidades de la Economía Solidaria, (5) Registro de veedurías ciudadanas, (6) Registro de entidades extranjeras de derecho privado sin ánimo de lucro y (7) Registro de Entidades Operadoras de Libranzas

Por último, el RUES fue cruzado con la Planilla de Integrada de Liquidación de Aportes (PILA). La PILA es un formato que permite a personas y empresas liquidar y pagar aportes del Sistema de Protección Social, por lo que es una base de datos que permite identificar empleos formales, pues de acuerdo con la normatividad colombiana, los empresarios deben liquidar una fracción de los aportes de sus empleados al Sistema de Protección Social de sus empleados. Un empresario que registre cumple con esta normatividad quedará registrado en la PILA, de donde es posible identificar cuántos empleados formales tiene en su empresa al final de cada mes del año. Este cruce aporta únicamente una variable a la base del RUES y es el número total de empleos formales que tiene la empresa en el PILA para los años 2013-2018.

La base de datos resultante identifica dentro del RUES – PILA para el periodo 2013-2018, aquellas empresas que participaron de alguna fase y etapa del programa. Las diferencias en la media de las variables utilizadas para emparejar se pueden observar en la Tabla 2, es necesario precisar que para ninguna de estas hay alguna diferencia estadísticamente significativa. El procedimiento usado sigue a Leuven & Sianesi (2003), se emparejó sin reemplazo y a la observación con la probabilidad más cercana de ser tratada, es decir, que ha implementado su prototipo de innovación.

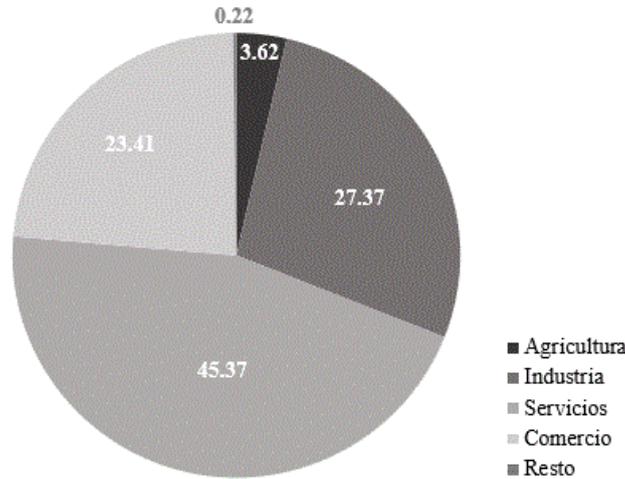
Tabla 2. Diferencia de medias grupo tratado y control, tras emparejamiento

Variables	Muestra completa				Muestra emparejada			
	Media		t-test		Media		t-test	
	Tratado	Control	t	p-value	Tratado	Control	t	p-value
Empleo autoreportado	5.49	15.90	-2.24	0.02	4.54	5.02	-0.43	0.66
Log (Activos)	15.97	16.03	-0.55	0.58	14.52	14.37	0.39	0.69
Edad	10.01	10.67	-2.93	0.00	11.17	10.77	0.82	0.41
Ubicación (Ciudad capital=1)	0.58	0.56	1.51	0.11	0.57	0.56	0.41	0.68
Tamaño	3.09	3.04	3.81	0.00	3.07	3.05	1.00	0.32
Tipo de empleado formado	2.24	2.18	2.54	0.01	2.13	2.15	-0.33	0.74
Organización Jurídica	1.55	1.50	4.45	0.00	1.54	1.55	-0.18	0.86

Agrupando las actividades económicas de las empresas,⁴ se tiene que la mayoría de las empresas están concentradas en el sector de servicios (43.37%), seguido por industria (27.37%) y comercio (23.41%).

⁴Las empresas se clasifican de acuerdo con el código CIU que identifica su actividad económica principal según la acreditación del Registro Único Tributario (RUT). La agrupación se realizó a nivel de rama para: (1) Agricultura, (2) Industria, (3) Servicios, (4) Comercio y (5) Resto. Para el caso de Agricultura se incluyó únicamente la rama A (agricultura, ganadería, silvicultura); para Industria las ramas B, C y F respectivamente para explotación de minas, manufacturas y construcción; para Servicios se incluyeron las ramas D, E, H, I, J, K, L, M, N, P, Q, R y S, respectivamente para suministro de electricidad, distribución de agua, transporte, alojamiento, telecomunicaciones, financieras, inmobiliarias, actividades profesionales y científicas, administrativos de apoyo, educación, salud, artísticas y de entretenimiento, y demás servicios; para Comercio la rama G y para Resto las ramas O, T y U que corresponden a administración pública y defensa, actividades de los hogares y entidades extraterritoriales.

Figura 3. Distribución sectorial de las empresas del programa (%)



Dado que se abordará de manera diferente la estimación de los efectos para las dos variables de interés, supervivencia y generación de empleo, a continuación se expondrá en detalle la definición de estas variables y las covariables utilizadas en las estimaciones. Esto, teniendo en cuenta que para el cálculo de las variables de resultado se siguen las indicaciones del Manual de Demografía Empresarial elaborado por la OCDE - Eurostat (2007) para el caso de supervivencia, y Davis & Haltiwanger (1992) para el cálculo de la creación y destrucción de empleo.

4.1. Generación de empleo formal

Siguiendo a Davis & Haltiwanger (1992), para cada empresa se define creación, destrucción o invarianza en el número de empleados formales como se expone en la ecuación (1).

$$E_{it} = \text{Número de empleados}_{i,t} - \text{Número de empleados}_{i,t-1} \quad (1)$$

Si el resultado es mayor a cero, la empresa habrá creado empleo entre el periodo $t - 1$ y t , de lo contrario la empresa destruye empleo. Sin embargo, esta medida sólo da cuenta del número de empleados que se adicionan o restan entre los dos periodos.

Por esta razón, se estima la creación neta de empleo en el periodo a evaluar. Para ello se calcula la tasa de creación de empleo como se muestra en la ecuación (2). En caso de resultar positiva, la empresa i tuvo en promedio dinámicas que le permitieron crear empleo formal en el periodo evaluado.

$$GE_{it} = \frac{\text{Número de empleados}_{i,t}}{\text{Número de empleados}_{i,t-1}} \quad (2)$$

Esta transformación de la variable de empleo formal se usará como variable dependiente para evaluar los efectos del programa sobre el empleo formal. Por último, se utilizan efectos fijos de sector por rama de actividad económica identificadas en la CIIU, a nivel de empresa y por año. Como control adicional se utiliza el nivel de activos interactuado con el periodo posterior al tratamiento y la edad de la empresa. El nivel de activos es determinante para que una empresa pequeña decida participar del programa puesto que no tiene suficientes recursos para innovar y su edad son un factor determinante para acceder a fuentes de financiamiento.

4.2. Supervivencia empresarial

Según OCDE - Eurostat (2007) la supervivencia de una empresa se define de la siguiente manera:

1. Una empresa nacida en el año A ha sobrevivido en el año $A + 1$ si está activa en términos de su operación y/o empleo en cualquier parte del año $A + 1$.
2. También se considera que una empresa ha sobrevivido si las unidades jurídicas vinculadas han dejado de estar activas, pero su la actividad ha sido asumida por una nueva unidad legal creada específicamente para hacerse cargo de los factores de producción de esa empresa. Este es un caso de una recomposición societaria que hace referencia a una adquisición, fusión o escisión.

La supervivencia de una empresa es un evento que siempre debe observarse entre varios años consecutivos de acuerdo con las recomendaciones provistas en el Manual de Demografía Empresarial de la OCDE - Eurostat, para el caso de Colombia se realiza a 5 años (Confecámaras, 2016), periodo en el cual es posible hacer análisis sobre el periodo de mayor riesgo para las empresas creadas.

En este caso, una la empresa que nació en el año A debe considerarse que sobrevivió hasta el periodo $A + 5$ solo si estuvo activa en los periodos $A + 4$, $A + 3$, $A + 2$ y $A + 1$.

Para el caso de este documento, se estima la tasa de supervivencia de las empresas al año 2018 utilizando la cohorte de empresas creadas en el año 2013 siguiendo la metodología del Manual de Demografía Empresarial adaptado para Colombia (Confecámaras, 2019). Es decir que una empresa que se creó en el año 2013, participó del programa y se canceló o salió de la formalidad en el año 2017, tendrá una tasa de supervivencia del 80 %.

Las mediciones de supervivencia realizadas en el presente documento corrigen el hecho de que una empresa puede verse retrasada en la renovación de su matrícula mercantil y podría salir de la formalidad por ese periodo. En tanto la empresa se pone al día los stocks sobre los cuales se le hace seguimiento a la empresa se actualizan en la estadísticas y capturan su permanencia en la formalidad, tal y como se entiende en el presente documento.

Como se expondrá en detalle en la siguiente sección, para supervivencia se utilizará tanto el método del estimador no paramétrico de Kaplan Meier como el modelo de riesgos

proporcionales de Cox (1972). Para este último se introducirán covariables diversas variables económicas que son factores que afectan la supervivencia de las empresas de acuerdo con lo sugerido con la literatura (Resende et al., 2016; Holmes et al., 2010; Manjon-Antolin & Arauzo-Carod, 2008).

Entre estas, se pueden encontrar tres grupos: (i) específicas a la empresa, (ii) específicas a la industria y (iii) condiciones macroeconómicas (Holmes et al., 2010). Es por esta razón que el modelo incluirá variables que pueden incorporarse dentro de estos grupos para que el análisis realizado incluya variedad de características que permitan explicar la supervivencia de las empresas en el marco de este documento.

Otras características de las empresas

El conjunto de variables que se incluirá a nivel de empresa incluye: organización jurídica, tamaño de la empresa al momento de inicio de sus actividades (según la Ley 590 de 2000 y su modificación con la Ley 905 de 2004), monto de los activos totales, ubicación de la empresa (si está en una ciudad capital), pertenecer a un sector que se encuentre dentro de los priorizados por las Iniciativas Clúster de las regiones según la Red Clúster Colombia, empleo autorreportado en el formulario RUES, creación neta de empleo con la información de la PILA, rama de actividad clasificada de acuerdo con el CIIU revisión 4 ajustado a Colombia.

Se esperaría que variables como el tamaño, el monto de los activos, la ubicación de la empresa y algunas ramas de actividad tengan efectos negativos sobre la supervivencia de las empresas. Las empresas más pequeñas, que tienen pocos activos al momento de su entrada, y se ubican en ciudades capitales pueden estar en desventaja pues al estar en mercados muy competitivos su baja captura de mercado la puede llevar a salir rápidamente. Por otro lado, las empresas que inician con varios empleados formales y van creando empleo en el tiempo pueden tener mejores probabilidades de sobrevivir, pues esto puede ser señal de crecimiento y consolidación en el mercado.

Específicas a la industria

Dentro de las variables específicas a la industria se encuentra el crecimiento anual de la industria. Una industria más dinámica puede favorecer la supervivencia de empresas nuevas establecidas por lo que se esperaría en este caso que esta variable tuviera una relación positiva con la supervivencia empresarial (Holmes et al., 2010; Confecámaras, 2019).

La participación del valor agregado sectorial en cada departamento denota medidas de especialización productiva y el crecimiento de las diferentes actividades en el tiempo da señales de su evolución en el tiempo, además de capturar posibles choques externos que han determinando el comportamiento del producto departamental en el periodo de estudio.

Por lo anterior, se incluye la variación de la producción por ramas a nivel departamental y la participación de cada una de estas ramas sobre el valor agregado total por año interactuado con las regiones clasificadas por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.⁵

⁵Amazonía - Orinoquía, Caribe, Llano, Eje cafetero (incluyendo a Antioquia), Andina y Pacífico.

La tasa de entrada de las empresas refleja las presiones competitivas que enfrentan las empresas al momento de constituirse y empezar sus operaciones. Resende et al (2016) afirma que puede tener un efecto negativo en la supervivencia si se requiere una escala mínima y no despreciable para producir, pero esto dependerá del sector en el que se ubique la empresa.

En este caso, este indicador se ajustará por shift-share con el con el propósito aislar las diferencias en las estructuras productivas regionales dado que la concentración⁶ de nacimientos de empresas en determinado sector y departamento responde en gran medida a su especialidad productiva. El tamaño de la industria es importante también, por ello se incluye el número de empresas que operan en cada industria a nivel de CIU, a medida que el tamaño de una industria crece, el alojamiento de nuevas empresas es más probable (Resende et al., 2016; Mata & Portugal, 1994).

Asimismo, se incluyen dos variables siguiendo a Resende et al. (2016). La primera se relaciona con la Escala Mínima de Eficiencia (MES por sus siglas en inglés), que se estimó como la mediana del número de trabajadores en cada industria a nivel de CIU. De acuerdo con estos autores, a medida que el MES se incrementa, la tasa de supervivencia de las empresas que son más pequeñas se hace más baja, sus capacidades son insuficientes para mantenerse operando. La segunda variable es la escala subóptima medida como la proporción del empleo en las empresas que se encuentra por debajo del MES, este es un proxy inverso de las barreras de entrada que puede tener una relación positiva con la supervivencia.

Por último, se incluyó una medida de concentración industrial se calcula con el número de empresas que hay por departamento en cada industria a nivel de CIU. Si la región está dominada por un número pequeño de empresas concentradas en pocos sectores, esta puede ser una barrera para la supervivencia de las empresas puesto que implica que la participación del mercado ya está asignada entre estas pocas empresas y un competidor más puede ser expulsado con facilidad.

Macroeconómicas

Finalmente, se incluyen variables como el desempleo por año a nivel sectorial. Altas tasas de desempleo pueden causar que la creación de empresas se incremente como alternativa de empleo, además, estos emprendedores pueden estar menos preparados en temas de negocios por lo que la probabilidad de que salgan del mercado en el corto plazo es alta aunado al hecho de que suelen crearse en los sectores con mayor competencia como el comercio.

Por otro lado, la tasa de desempleo puede ser considerada como proxy de demanda, un mayor desempleo implica una menor demanda de cualquier modo la relación entre desempleo y supervivencia parece ser inversa según lo encontrado en la literatura (Holmes et al., 2010). En ambos casos, se ha encontrado que esta variable afecta negativamente la supervivencia de las empresas (Holmes et al. (2010).

⁶ Siguiendo procedimiento desarrollado por Ashcroft, Love & Malloy (1991), Audretsch & Fritsch (2002) y Baptista et al. (2008). Ver Anexo en la sección 8.3.

Estos autores, también han incluido entre sus estudios la tasa de interés real, dado que una tasa alta puede incrementar las probabilidades de fracaso al representar una barrera de acceso al financiamiento. Se ha encontrado que un capital inicial alto mitiga el riesgo de fracaso de una empresa (Confecámaras, 2018). También la literatura ha incluido en análisis de supervivencia la tasa de cambio como medida de competencia relativa, no obstante, en este análisis no se incluirá dado que la mayoría de las empresas son microempresas y no han desarrollado una vocación exportadora.

En su lugar, se incluirá la tasa promedio de los microcréditos y de los créditos ordinarios de la cartera comercial por año reportados por la Superintendencia Financiera.

A continuación, se muestran las tablas descriptivas de las variables descritas anteriormente (Tabla 3) divididas por grupos: factores específicos a la empresa, específicos a la industria y macroeconómicas, como se expuso anteriormente.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas covariables por grupo

Específicas a la empresa		
Variable	Media	Desviación Estándar
Organización jurídica (Persona Natural=1)	0.43	0.49
Tamaño (Microempresa=1)	0.92	0.26
Log (Activos)	2.13	2.16
Ubicación (Ciudad capital=1)	0.54	0.49
Iniciativa Clúster (Pertenece=1)	0.29	0.45
Empleo autorreportado	2.83	11.52
Creación neta de empleo	0.73	6.40

Específicas a la industria		
Variable	Media	Desviación Estándar
Crecimiento de la rama * Región	0.53	0.49
Participación de la rama * Región	0.11	0.20
Entrada de empresas ajustada por shift-share	3.01	36.98
MES	3.76	10.97
MES subóptimo	0.01	0.04
Concentración de empresas	0.86	1.20

Macroeconómicas		
Variable	Media	Desviación Estándar
Desempleo anual	8.78	0.42
Tasa promedio de microcrédito	31.33	2.86
Tasa promedio crédito ordinario	13.22	1.89

La Tabla 4 muestra un resumen del número de empresas dividiendo la muestra en décadas de acuerdo con su fecha de matrícula y si fue tratada o seleccionada como control, así como el desglose por cada uno de estos periodos del número de empresas que siguen operando bajo la formalidad a 2018, es decir que, para efectos de este documento, son aquellas que sobreviven.

De esta tabla es posible observar que las empresas tratadas tienen una tasa de supervivencia promedio de 76 %, 3 pps más alta que las empresas en el grupo control. Sin embargo, como se expuso anteriormente, el análisis riguroso debe partir de una fecha uniforme de

creación de empresas, es decir, una cohorte de empresas contituídas en un mismo año. El supuesto detrás de esta forma de medición es que todas las empresas de una misma cohorte iniciaron con las mismas condiciones iniciales de entorno.

Tabla 4. Empresas que sobreviven

2*Periodo	Número de empresas establecidas			Empresas que sobrevivieron a 2018*			% Sobrevivientes		
	Tratadas	Control	Total	Tratadas	Control	Total	Tratadas	Control	Total
1950-1960	0	3	3	0	3	3	0.0 %	100.0 %	100.0 %
1960-1970	1	2	3	1	2	3	100.0 %	100.0 %	100.0 %
1970-1980	4	33	37	4	30	34	100.0 %	90.9 %	91.9 %
1980-1990	8	53	61	6	48	54	75.0 %	90.6 %	88.5 %
1990-2000	27	210	237	25	188	213	92.6 %	89.5 %	89.9 %
2000-2010	87	608	695	71	504	575	81.6 %	82.9 %	82.7 %
2010-2017	220	1374	1594	156	882	1038	70.9 %	64.2 %	65.1 %
Total	347	2283	2630	263	1657	1920	75.8 %	72.6 %	73.0 %

*Nota: Excluye las empresas que participaron del programa más de dos veces, bien sea porque cambiaron su actividad económica o cambiaron su domicilio y participaron nuevamente, bajo una mutación o una cancelación.

Para efectos de este documento, la cohorte que se analizará será el correspondiente a 2013 puesto que es un año previo al tratamiento y permite observar un periodo de cinco años del ciclo de vida de las empresas. Únicamente para este grupo se analizará una muestra de 256 empresas que se constituyeron en el año 2013, de las cuales 214 pertenecen al grupo control y 42 a las tratadas en las fases 2 y 3 del programa de Alianzas para la Innovación (Tabla 5). Al cabo de cinco años del total de estas empresas sobreviven 183, es decir que tienen una tasa de supervivencia del 71 %.

Se selecciona la Cohorte de 2013 dado que la literatura ha encontrado que las empresas que entran al mercado están más expuestas al riesgo de salida, especialmente en los primeros cinco años después de entrar (Geroski, 1995; Caves 1998; Cefis & Marsili, 2006). Además, como se expuso anteriormente, en las estadísticas de Demografía Empresarial la medida más común es este periodo (OCDE-Eurostat, 2007).

Al seleccionar esta cohorte se tiene suficiente información para estimar la supervivencia de las empresas a cinco (5) años, además incluye dos periodos previos a la aplicación de las fases 2 y 3 del programa Alianzas para al Innovación lo que permite incorporar información de las condiciones de entorno previas al programa que son relevantes para el análisis de supervivencia.

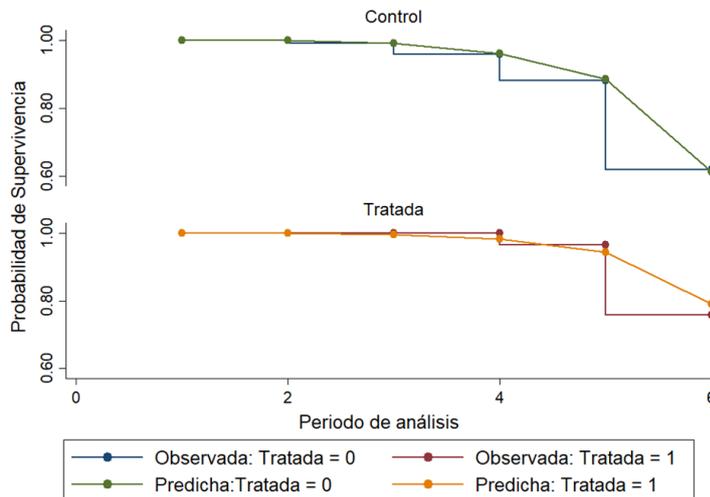
Tabla 5. Evolución de las empresas tratadas y control emparejadas, cohorte 2013

Grupo	Cohorte 2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tratadas	42	42	42	42	39	33
Control	214	214	206	193	180	150
Total	256	256	248	235	219	183

De forma preliminar la Figura 4 presenta la función de supervivencia Kaplan-Meier que muestra una tasa de supervivencia por encima del 60 %. De forma diferencial para las empresas tratadas, el ejercicio arroja una tasa de supervivencia superior al 75 %, mientras

que para el grupo control es levemente superior al 60%. Esto indica que al cabo de cinco años, aquellas empresas que fueron tratadas tienen una mayor probabilidad de sobrevivir. Este resultado se confirmará con la estimación del modelo de riesgos proporcionales o Cox en la Sección 6.

Figura 4. Kaplan - Meier: estimación de supervivencia



*Nota: Se comparan las curvas de supervivencia observadas y las predichas del modelo de Cox para la misma variable.⁷

5. Metodología

Las estimaciones para la generación de empleo formal se harán sobre una base de datos longitudinal para el periodo 2013-2018, mientras que las de supervivencia con la cohorte de las empresas creadas en 2013. La estructura del panel permite explotar la variabilidad entre empresas para estimar el impacto del programa Alianzas para la Innovación. El periodo incluye 2013 y 2014 con el fin de tener dos años previo al tratamiento de las empresas.

Al igual que la sección anterior, esta también se dividirá de acuerdo a la variable de resultado a estimar.

⁷De la gráfica vale la pena indicar que cuanto más cerca estén los valores observados de lo predicho, menos probable es que se haya violado el supuesto de riesgos proporcionales. En este caso guarda una estrecha cercanía entre los dos valores por lo que se podría decir que no se está violando el supuesto. El supuesto de riesgos proporcionales implica que la variable explicativa solo cambia la probabilidad de fracaso, en este caso, de salida de la empresa. La variable explicativa influye directamente sobre la función de riesgo de referencia y no sobre el momento de salida de la empresa del mercado, y permanece constante en el tiempo. La proporción de los riesgos para cualquiera de las dos empresas (tratadas y controles) es constante en el tiempo, es decir, son proporcionales.

5.1. Generación de empleo formal

Hacer estimaciones causales de las empresas sobre las variables de resultado planteadas supone dos retos importantes: (i) hay un proceso de autoselección de la empresa y (ii) las bases de datos únicamente tienen las empresas que participan en cada etapa, por lo que se debe encontrar el mejor contrafactual entre las fases del programa para medir el efecto.

Estas dificultades parecen ser frecuentes en evaluaciones de impacto de esta materia en los países de la región, ejemplo de esto es el FONTEC en Chile y el FONTAR en Argentina (Benavente et al. 2004; Benavente et al. 2007; Chudnovsky et al. 2006). Para los dos programas, los autores realizaron un emparejamiento (Propensity Score Matching - PSM) combinado con diferencias en diferencias, quedándose únicamente con las empresas que quedan en el área de soporte, y de esta forma mitigan los posibles sesgos que trae hacer esta estimación.

En este caso, siguiendo la forma en la que se ha abordado esta problemática, se realizará un emparejamiento para encontrar los mejores controles para las empresas que implementaron su prototipo de innovación. El enfoque de PSM captura los efectos de diferentes covariables observadas en la participación en un único índice o *propensity score*. Para ello, se tomará como población de comparación o control las empresas que se formaron pero que no implementaron su prototipo de innovación. De entrada esto puede mitigar problemas de variables no observables que llevaron a las empresas a participar del programa, bajo esta condición todas las empresas habrán recibido las capacitaciones ofrecidas en la etapa de formación y lo único que las diferenciaría es el ser seleccionadas para implementar su prototipo bajo las características expuestas del programa.

El grupo de comparación se construye a partir de características de las empresas en la línea de base. En primer lugar se tiene el tamaño y el valor de los activos, pues las empresas más pequeñas pueden tener un interés superior a las de mayor tamaño, pues a diferencia de estas, las pequeñas no cuentan con el capital y capacidades técnicas suficientes para apalancar un proyecto de innovación. Por otro lado, se utiliza la actividad económica, las empresas que desarrollan actividades de manufactura y servicios podrían estar más interesadas en realizar un proyecto de innovación que les permita competir en el mercado.

Adicionalmente se utiliza la variable de empleo auto-reportada por la empresa en el RUES, la edad, si opera en una ciudad capital y su organización jurídica. Finalmente, se tiene en cuenta que la empresa haya participado en la fase de mentalidad y participe en un sector que haga parte de una Iniciativa Clúster. En particular se incluyó esta característica dado que las Cámaras de Comercio lideran estas Iniciativas y podrían sesgarse a escoger un prototipo de innovación que pertenezca a este sector e impulse su iniciativa.

Los supuestos necesarios para la identificación del efecto del programa son la independencia condicional y soporte común, es decir que las covariables no se ven afectadas por el tratamiento y por tanto los resultados potenciales son independientes de la asignación del tratamiento. Y el segundo supuesto indica que se debe asegurar que existen suficientes empresas que sirvan de contrafactuales para las tratadas.

También se debe cumplir el supuesto de tendencias paralelas, es decir que el cambio en las variables de interés para las empresas que implementaron su prototipo de innovación habría sido el mismo a los que no lo hicieron en ausencia del tratamiento.⁸

Utilizando el emparejamiento combinado con diferencias en diferencias es posible controlar dos fuentes potenciales de sesgo: (1) el PSM controla por la selección potencial en observables y (2) la estimación de diferencias en diferencias remueve las diferencias no observables que no varían en el tiempo a través de las empresas en los dos grupos: control y tratamiento (Branstetter & Sakakibara, 1998; Lach, 2002; Benavente & Crespi, 2003; Hujer & Radic, 2005; Chudnovsky et al., 2006).

Para estimar el efecto del programa se estimaron dos especificaciones.

$$Y_{its} = \alpha_i + \gamma_{st} + \beta(Implementa_i * Post_{it}) + (X_i * Post_{it})\theta + \epsilon_{it} \quad (3)$$

donde Y_{it} corresponde a la variable de resultado: logaritmo de la creación de empleo y logaritmo del número de empleados formales de la empresa i el año t . Tomando como supuesto que la heterogeneidad no observada es constante en el tiempo, se incluyen efectos fijos a nivel de empresa i (α_i), año y sector s definido por la agrupación de las ramas de la clasificación CIIU expuesta en la Sección 4 ($\gamma_{s,t}$).

Implementa es una variable binaria que indica si la empresa fue tratada y Post es una variable dummy que es igual a 1 en el año posterior al cual la empresa i implementó su prototipo de innovación. β es entonces el efecto diferencial de ser tratada, es decir, el efecto que tiene implementar un prototipo de innovación sobre la medida de empleo. Por último, X_i es un conjunto de controles medidos antes de la aplicación de tratamiento que incluye la variación de los activos de la empresa y su edad, ϵ_{it} es el error estándar clusterizado a nivel de empresa.

$$Y_{its} = \alpha_i + \gamma_{st} + \sum_{[k=-2][k \neq -1]}^2 \delta_k * Implementa_i * \mathbb{1}[t = k] + \gamma_{st} + \sum_{[k=-2][k \neq -1]}^2 \gamma_k * \mathbb{1}[t = k] + (X_{it} * Post_{it})\theta + \epsilon_{it} \quad (4)$$

donde Y_{it} corresponde a la variable de resultado de la empresa i el año t . Implementa es una variable binaria que indica si la empresa fue tratada. δ_k toma el valor de 0 en el año en el que fue tratada, es decir cuando $t = 0$. En el periodo previo a ser tratada t tomará entonces el valor de -1 y 1 el el año posterior. La estimación únicamente se hace en la ventana entre $t = -2$ y $t = 2$ omitiendo el periodo inmediatamente anterior $t = k = -1$.

Esta estimación arroja cuatro coeficientes que indican el efecto dinámico de que la empresa implementara su prototipo de innovación sobre el empleo formal para el periodo cuando $k = -2$, $k = 0$, $k = 1$ y $k = 2$.

⁸Según la información del RUES, una microempresa tiene un promedio de activos entre 1 y 2 millones de pesos por lo que una empresa que no fue seleccionada y cofinanciada bajo el programa de Alianzas, no tendría suficiente capital para implementar y validar un prototipo de innovación por sí misma.

Así como para la ecuación (3), se utilizan efectos fijos a nivel de empresa i , año t y sector s de acuerdo con la agrupación de las ramas de la actividad económica, X es un vector de variables control medido antes del tratamiento y ϵ_{it} es el error estándar clusterizado a nivel de empresa.

El supuesto de identificación de la metodología utilizada es el cumplimiento de tendencias paralelas, es decir, que la variable dependiente empleo tanto del grupo de empresas tratadas como de sus controles antes del tratamiento sea similar. En otras palabras, en ausencia del tratamiento, tanto el grupo tratado como el control deberían tener las mismas trayectorias de la variable dependiente en el tiempo.

En el Anexo 8.1 Tabla A1 es posible corroborar el supuesto de tendencias paralelas. Se usó como placebo la variable de resultado dos periodos previos al tratamiento y se obtuvo un resultado nulo, mostrando que el efecto obtenido efectivamente es derivado del tratamiento.

5.2. Supervivencia

Ahora se definirá la función de riesgo condicional y su especificación. La variable de interés en el análisis de supervivencia de la empresa es el tiempo transcurrido entre la entrada y salida, es decir, el tiempo desde la constitución formal de la empresa denotado en su fecha de matrícula en los registros administrativos y su cierre de operaciones o inactividad formal.⁹

Con esta estimación, se busca evaluar la probabilidad de que una empresa caracterizada por un conjunto de covariables X salga del mercado en el momento t condicional a que haya sobrevivido hasta el momento t . La probabilidad de que este evento ocurra por un intervalo de tiempo después de t se conoce como la función de riesgo. Esta función se caracteriza por tener un comportamiento estocástico de la variable de interés y por esta razón puede usarse para hacer inferencias condicionales.

Este método fue introducido por Cox (1972) y también es denominado como análisis de regresión de riesgo proporcional. La función de riesgo puede interpretarse también como el riesgo de muerte, en este caso, el riesgo de salir del mercado en el periodo t . La función se denota por $h(t)$ en la ecuación (5).

$$h_t = \frac{\text{Número de empresas que se constituyen formalmente en } t}{\text{Número de empresas que sobreviven en el periodo } t * \text{Ancho de intervalo}} \quad (5)$$

La especificación del modelo es entonces:

$$\ln h_t = \ln h_0(t) + X\beta \quad (6)$$

⁹Cada año las empresas tienen la obligación de renovar su matrícula mercantil de conformidad con el artículo 33 del Código de Comercio. Esto garantiza tener un seguimiento longitudinal de las empresas en el tiempo. Aquellas empresas que no renuevan su matrícula mercantil pueden estar fuera de operación o estarían operando bajo la informalidad. En los dos casos se entendería que la empresa no está operando puesto que no se ve reflejada en el registro administrativo.

Donde $h_0(t)$ representa la línea de base de la función de riesgo y corresponde a la probabilidad de salir del mercado, β captura el cambio proporcional en el riesgo relacionado con cambios en las variables explicativas en el vector X .

Entre estas variables, se incluye una dummy que es igual a uno si la empresa se formó e implementó su prototipo de innovación y cero si no lo implementó tomando como referencia las empresas seleccionadas como controles tras realizar el emparejamiento. La base de datos tiene información de las covariables para varios años consecutivos tras el inicio del periodo de operación de la empresa por lo que el análisis captura la variación en el tiempo de estas características. En este caso se tomará como cohorte inicial el año 2013 con el fin de estimar una tasa de supervivencia de las empresas que iniciaron su actividad económica con las mismas condiciones iniciales por un periodo de cinco años.

6. Resultados

6.1. Generación de empleo formal

La Tabla 6 resume los resultados para la generación de empleo estimados a partir de la ecuación (3) y de la ecuación (4) en las secciones I y II de la tabla respectivamente. En ambos casos, el grupo control se emparejó utilizando el vecino más cercano y sin reemplazo por lo que a cada empresa tratada le corresponde una de control cuya probabilidad de haber implementado es similar dadas sus características previas a entrar al programa de Alianzas para la Innovación. El impacto sobre la creación neta de empleo no es significativo y es de pequeña magnitud. Los resultados son consistentes en la dirección tanto para la muestra completa como para la emparejada. Las empresas que implementaron su prototipo de innovación tienen una reducción en la creación neta de empleo a partir del periodo de implementación que oscila entre 0.02 y 0.08 pps, sin embargo, no es estadísticamente significativa.

En cuanto a las variables de control se encuentra que los activos tienen un efecto positivo y significativo sobre la generación de empleo formal al igual que la edad de la empresa. En ambos casos el resultado es razonable puesto que una empresa con un nivel superior de activos podría tener una mayor capacidad de contratación y señala un mayor tamaño de la empresa. Por otro lado, una empresa que está operando por más años tiene experiencia en el mercado lo que le ha permitido establecerse y tener más posibilidades de generar empleo de manera formal.

Tabla 6. Estimaciones para la Generación de Empleo

Variable	Muestra Completa		Muestra Emparejada	
	Variable dependiente: Creación neta de empleo			
	(1)	(2)	(3)	(4)
I. Primera especificación				
Implementa*Post_t	-0.0208 (0.0568)	-0.0212 (0.0562)	-0.214*** (0.0303)	-0.0137 (0.0411)
Observaciones	10,841	10,841	2,014	2,014
Número de (id)	2,669	2,669	613	613
R-cuadrado	0.723	0.724	0.84	0.831
II. Segunda Especificación				
Periodo (t=-2) * Implementa	-0.0947 (0.0637)	-0.0928 (0.0634)	0.0264 (0.130)	0.0345 (0.130)
Periodo (t=0) * Implementa	-0.0690 (0.0520)	-0.0681 (0.0516)	-0.0529 (0.0866)	-0.0466 (0.0863)
Periodo (t=1) * Implementa	-0.0365 (0.0412)	-0.0363 (0.0409)	-0.0224 (0.0851)	-0.0211 (0.0852)
Periodo (t=2) * Implementa	-0.0296 (0.0357)	-0.0287 (0.0355)	-0.0823 (0.0841)	-0.0780 (0.0847)
Observaciones	10,841	10,841	2,014	2,014
Número de (id)	2,669	2,669	613	613
R-cuadrado	0.933	0.941	0.920	0.926
Efectos fijos (año)	X	X	X	X
Efectos fijos (empresa)	X	X	X	X
Efectos fijos (rama de actividad)		X		X
Controles		X		X

Error estándar clusterizado por la identificación de la empresa en paréntesis en las columnas (1)-(4). *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Emparejamiento de acuerdo con el vecino más cercano y sin reemplazo. Las columnas marcadas incluyen los controles: activos del periodo previo al tratamiento interactuados con el periodo posterior al mismo, y la edad de la empresa. Se incluyen efectos fijos a nivel de empresa, año y rama de actividad económica como se clasificó anteriormente entre: agricultura, industria, servicios, comercio y resto.

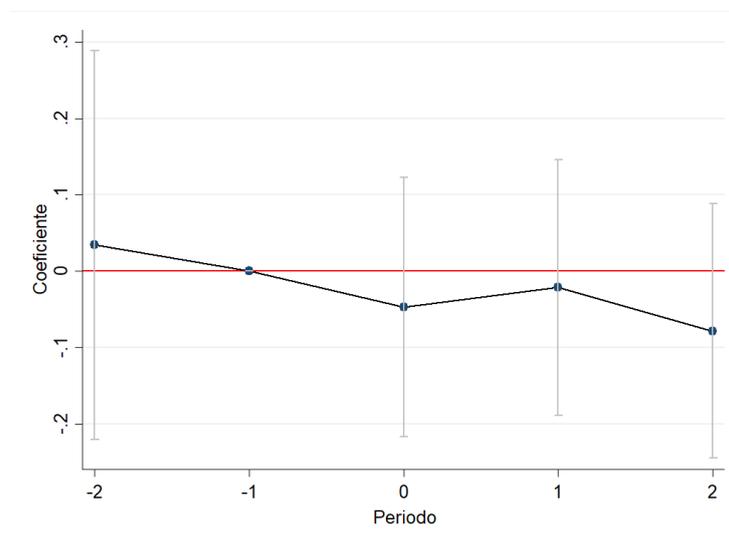
Para los periodos posteriores a la implementación del tratamiento el efecto negativo se incrementa en una magnitud pequeña, sin embargo para ninguno de los periodos el resultado es estadísticamente significativo (Figura 7).

Lo anterior podría significar que las empresas requirieron de una menor cantidad de mano de obra calificada, y se vieron obligadas a prescindir de algunos de sus empleados formales en el periodo posterior a la implementación o su forma de contratación se trasladó de directa a indirecta.

El resultado obtenido podría explicarse por cuatro posibles canales. El primero es que las empresas que participaron recibieron una cofinanciación de su proyecto de cuatro millones de pesos, y del valor total de su prototipo la empresa debe aportar en efectivo el 33.33% y 13.33% en especie. Los rubros financiables con estos aportes corresponden a honorarios de asistencia técnica y consultoría, gastos de propiedad intelectual, registro, certificaciones, materiales e insumos, equipo de apoyo y gastos logísticos.

En todos los casos podría implicar que no se requiere de una contratación de personal puesto que bajo el marco se está ofreciendo el pago de honorarios, es decir una contratación indirecta que en la base de datos de la PILA no se ve reflejada.

Figura 5. Efectos del tratamiento sobre la generación de empleo formal



Nota: Elaborada a partir de los coeficientes obtenidos de en el modelo (4) mostrado en la Tabla 6. De la especificación se omite el periodo inmediatamente anterior al periodo de tratamiento, es decir, cuando $t = -1$.

Un segundo canal que explique el resultado es que durante la implementación las empresas pudieron mejorar en sus procesos operativos gracias a la formación en innovación en procesos por lo que pudieron operar con una planta de personal inferior a la que tenían previo a entrar al programa.

Por último, las empresas que innovan asumen mayores costos mientras posicionan en el mercado su nuevo producto o servicio, o perciben las ganancias en eficiencia en procesos y en sus ventas derivadas de las innovaciones en estrategias de marketing y modelos de negocio. En este caso, las empresas pueden requerir una menor cantidad de trabajadores para operar, o deben hacer mejoras en su productividad vía recomposición de sus factores productivos y costos de nómina para perdurar en el mercado.

Por último, este hallazgo también puede explicarse por la temporalidad evaluada del programa. Inicialmente las empresas cuando implementan prototipos de innovación tienen un primer reto y es que este sea exitoso en el mercado como ya se mencionó anteriormente. De ser exitoso, las empresas pueden generar mayores ingresos y por esta vía crecer y tomar decisiones como la ampliación de su planta de personal formal.

Tras estos resultados, se puede concluir que para el caso de las empresas que participaron del Programa de Alianzas para la Innovación, implementar su prototipo de innovación las lleva a reducir la contratación de mano de obra formal. No obstante, este efecto es pequeño y no es significativo estadísticamente. Este resultado se mantiene indistinto del tipo de innovación que realicen.

6.1.1. Efectos heterogéneos

Al dividir las empresas tratadas según el tipo de asistentes que fueron capacitados en la etapa de formación del programa, se encontró que la dirección del efecto sobre la creación de empleo formal es positiva en la muestra emparejada para el caso de generación de empleo formal (Tabla A2 Anexos). Para estimar este resultado se realizó una triple interacción en las ecuaciones (3) y (4) en la que se incluye una variable dicotómica que en el caso del tipo de innovación toma el valor de uno cuando la innovación es de producto/servicio. Para el caso del tipo de empleado es igual a uno si es del tipo *blue collar*.

Al contrastar estos resultados con el agregado podría corroborarse la hipótesis 1. El impacto de la innovación en la creación de empleo es ambigua y podría depender del tipo de innovación. La estimación da indicios de un efecto con dirección positiva sobre la tasa de creación de empleo cuando una empresa innova en producto/servicio (Tabla A3). Este mismo efecto se obtiene cuando el empleado capacitado es del tipo *blue collar*. No obstante, en ninguno de los casos se el resultado es estadísticamente significativo.

6.2. Supervivencia

Ahora, en el caso de la supervivencia los resultados son positivos. Como se mostró anteriormente con la estimación de Kaplan - Meier, las empresas tratadas tienen una mayor probabilidad de sobrevivir al cabo de cinco años tomando como punto de referencia la cohorte de 2013. Este resultado va en línea con los efectos hallados en el modelo de riesgos proporcionales de Cox. Como se muestra a continuación, ser una empresa tratada reduce su riesgo de fracaso. Este resultado contradice la Hipótesis número 2. Las empresas que innovan tienen una tasa de supervivencia más alta que las que no lo hacen en cerca de 5 a 7 pps al cabo de cinco años, y al cabo de dos años la diferencia es de 4 pps.

Tabla 7. Estimaciones para Supervivencia

Variables	Variable dependiente: Tasa de riesgo				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Implementa	-0.73** (0.34)	-0.75** (0.34)	-0.75** (0.34)	-0.55 (0.34)	-0.57* (0.35)
Control				X	X
Efecto fijos (Sector)		X	X		X
Efecto Fijos (Año)		X	X		X
Observaciones	1,536	1,536	1,536	1,533	1,533

Nota: Error estándar clusterizado a nivel de empresa en paréntesis en las columnas (1)-(5). Nivel de significancia:

***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Estos resultados permiten corroborar los canales expuestos anteriormente que pueden explicar el impacto en el empleo formal. Las empresas pueden hacer recortes en el personal como mecanismo para sobrevivir en el mercado dada la fuerte competencia que experimentan al entrar. De hecho uno de los factores que incide en la supervivencia de las empresas estudiadas, además de su tamaño, es la tasa de entrada ajustada de empresas al mismo sector y región.

La mayoría de las empresas que se crean tienen una dimensión menor en comparación con las que ya están establecidas. Este comportamiento puede responder a una decisión racional de los emprendedores y es que ante la incertidumbre sobre su verdadera eficiencia, sus decisiones para invertir son conservadoras con el propósito de minimizar sus pérdidas en caso de fracasar (Confecámaras, 2017).

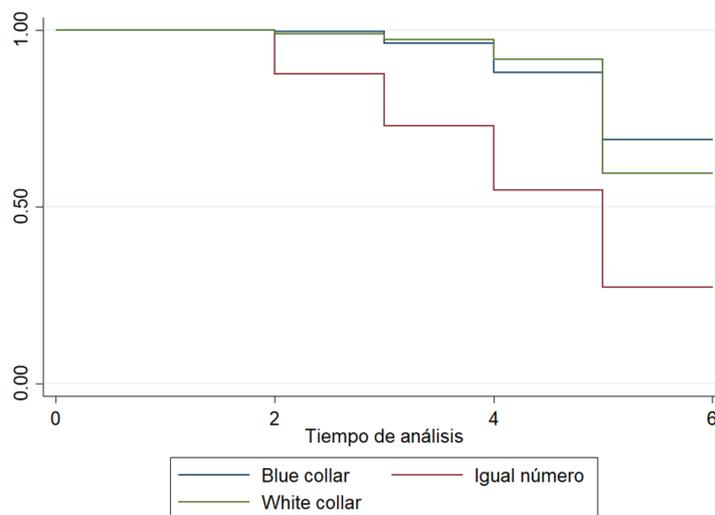
Para las variables usadas como control en los tres diferentes grupos (específicas a la empresa, industria y macroeconómicas), se encontraron resultados consistentes con los hallazgos en la literatura (Audretsh, 1994; Mata et al., 1995; Disney et al., 2003; Resende et al., 2016).

6.2.1. Efectos heterogéneos

En el caso de supervivencia, al dividir las empresas tratadas de acuerdo al tipo de asistentes que fueron capacitados en la etapa de formación del programa y quienes se encargaron o lideraron el proceso de implementación del prototipo de innovación, se encontró que aquellas empresas cuyos asistentes son del tipo *blue collar* tienen una probabilidad de sobrevivir de 78,29 % al cabo de cinco años tras su inicio de operaciones en el mercado.

Este resultado permite observar que cuando los empleados que se encargan directamente de actividades operativas de la empresa e lideran la implementación de procesos o inclusión de productos innovadores es más beneficioso para la empresa, tanto en la creación de empleo como en el incremento en la probabilidad de que la empresa sobreviva.

Figura 6. Kaplan - Meier: estimación de supervivencia por tipo de empleado formado



En el caso de los empleados del tipo *white collar*, el resultado se reduce a 64,80 %, y cuando el número de asistentes por empresa está balanceado para ambos tipos de empleados, es decir que asiste un empleado del tipo *white collar* junto con uno del tipo *blue collar*, la probabilidad de supervivencia se reduce a 50 %. Estos resultados se pueden observar en la Figura 6.

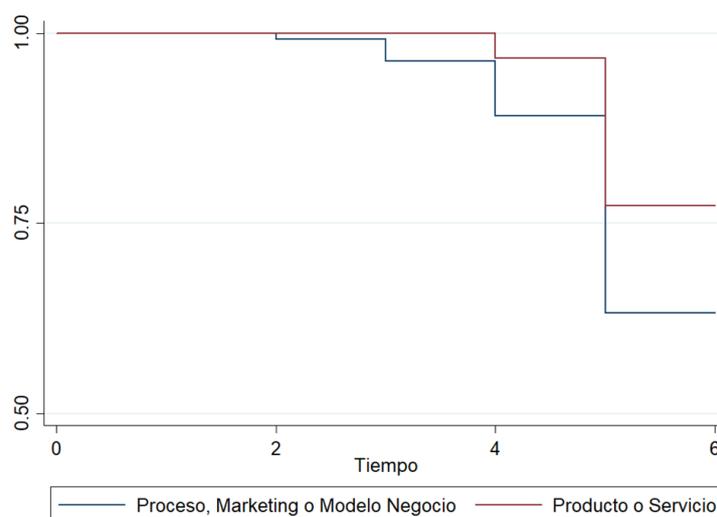
Esto puede explicarse dado que son estos los trabajadores que conocen más en detalle los procesos operativos y les es más sencillo aplicarlos y de transferir a los demás trabajadores que quienes se encargan de tomar decisiones y deben tener una visión más amplia del funcionamiento integral de la empresa.

Los hallazgos se complementan con lo encontrado en la literatura. La mejora en las capacidades de los empleados se refleja en un mejor desempeño de la empresa (Koufteros et al., 2014; Saunila, 2017; Morris, 2018; Saunila et al., 2019.). Asimismo, las capacidades humanas que mejoran las habilidades de los empleados y conocimiento de la empresa ayudan a realizar actividades de innovación con mayor facilidad, que cuando es exitoso mejora el desempeño de la empresa (Del Canto & González, 1999).

Por otro lado, una investigación realizada por Saunila (2017) sugiere también que la orientación al aprendizaje es fundamental para la innovación. El desarrollo del know-how está asociado positivamente al desempeño de la empresa desde la perspectiva de los empleados, en este caso los del tipo *blue collar*. En contraste este hallazgo para la gerencia, *white collar*, no es influyente.

Asimismo, se separaron las empresas de acuerdo su tipo de innovación. Las empresas que innovaron en producto o servicio tienen una probabilidad de sobrevivir al cabo de cinco años de 80 %, superior en 9,05 pps a las que lo hacen en proceso, marketing o modelo de negocio. Este resultado es consistente con la Hipótesis 3 planteada en la Sección 3.

Figura 7. Kaplan - Meier: estimación de supervivencia por tipo de innovación



En resumen, las hipótesis planteadas son consistentes con los resultados obtenidos para las dos variables de resultado. Las empresas que se formaron e implementaron su prototipo de innovación bajo el programa Alianzas para la Innovación tienden a tener tasas de creación neta de empleo cuya dirección es ambigua en el agregado. Este efecto sólo resulta positivo si el tipo de innovación es de producto o servicio lo cual es consistente con la *Hipótesis 1*. El canal que puede explicar este efecto es la recomposición de factores productivos en las empresas buscando mejoras en su productividad y perdurabilidad en el mercado.

Por su parte, las empresas tratadas tienen una reducción en su tasa de riesgo de salida del mercado que oscila entre 5.5 - 7.5 pps. Este resultado es comparable tanto por el estimador no paramétrico de Kaplan - Meier como por la estimación del modelo de riesgos proporcionales de Cox. Los demás determinantes de la supervivencia de las empresas en el mercado como el tamaño, la región en la que se ubican, entre otros, son consistentes con los hallazgos en la literatura. Este resultado es consistente al propuesto en la *Hipótesis 2*.

Analizando las empresas de acuerdo al tipo de innovación implementado, se encontró que las empresas que implementan un prototipo que está relacionado a creación o mejora de un producto o servicio tienen una probabilidad de sobrevivir en el mercado más alta que las que lo hacen en procesos, estrategias de marketing o incursionan su actividad bajo un nuevo modelo de negocio. Por tanto es posible validar la *Hipótesis 3*.

La literatura por su parte no ha hecho análisis sobre los tipos de empleados que participan en la promoción de programas de innovación de este tipo. En este documento se encontró que formar empleados para implementar prototipos de innovación que son del tipo *blue collar* mejoran las probabilidades de supervivencia de su empresa en 13.49 pps frente a aquellas en las que se forman empleados de tipo *white collar* y 28.29 pps frente a las que forman equipos que guardan balance en el número entre *white* y *blue collar*. La empresa se ve beneficiada de la capacitación de sus empleados tipo *blue collar* que se encargan directamente de la operatividad de la empresa y con facilidad pueden transferir conocimiento a los demás empleados.

7. Conclusiones

La literatura ha hecho evaluaciones a programas de promoción de la innovación que tradicionalmente se han basado en I+D, de la forma tradicional, utilizando como fuente primaria información de censos y encuestas. En este documento se evalúa el impacto del programa Alianzas para la Innovación, un programa diseñado para educar y formar empresarios en temas de innovación, guiándolos a través de una Ruta de Innovación en donde se apoya técnica y financieramente a los empresarios para implementar un prototipo de innovación implementen el prototipo de innovación.

Esta evaluación se realiza utilizando información de registros administrativos consolidados en el RUES y en la PILA que integran información empresarial y del mercado laboral formal del país. Se evalúan dos variables: (i) creación de empleo formal y (ii) tasa de supervivencia empresarial bajo la formalidad (de entrada) utilizando una combinación

de estrategias empíricas. Para el caso de la primera se realizó un emparejamiento utilizando la probabilidad de ser escogidas para implementar el prototipo de innovación, y a continuación se estimaron dos modelos de regresión de diferencias en diferencias uno estático y otro dinámico. Para la supervivencia empresarial se utilizaron modelos de duración combinando el estimador no paramétrico de Kaplan - Meier y el modelo de riesgos proporcionales de Cox.

Los resultados muestran que las empresas que se formaron e implementaron su prototipo de innovación tienen un efecto nulo sobre la creación neta de empleo. Este efecto es positivo no significativo para aquellas empresas que implementan un prototipo de innovación basado en la mejora o creación de un nuevo producto o servicio que para aquellas que hacen mejoras en procesos, realizan estrategias de marketing o se incursionan en nuevos modelos de negocio.

Este resultado es consistente con la *Hipótesis 1*. Las empresas que innovan pueden crear empleo si su innovación es en producto o servicio pero en el global el efecto es nulo.

En el caso de la supervivencia, las empresas tratadas mejoran su probabilidad de sobrevivir en el mercado al cabo de cinco años entre 5 - 7 pps, resultado que va en línea con la *Hipótesis 2*. Al evaluar efectos diferenciales por el tipo de innovación se obtuvo que las empresas que innovan en procesos, reducen su tasa de riesgo de salida del mercado en 9.05 pps, consistente con la *Hipótesis 3* planteada. En cuanto al tipo de empleado formado, hay efectos diferenciales entre los tipos *white y blue collar*. Los resultados muestran que los primeros llevan a que su empresa tenga una tasa de supervivencia de 64.8%, mientras que los segundos la incrementan a 78.29%.

En general, los hallazgos de este trabajo sugieren que el programa Alianzas para la Innovación afecta de forma significativa la supervivencia de las empresas pero su efecto sobre la generación de empleo en el global es nulo. Sin embargo, a pesar de no ser significativo, la dirección del efecto podría indicar que se podría tener un resultado diferente si el tipo de innovación que realizan es de producto o de nuevo servicio y podría ser más beneficioso para la empresa que capacite sus empleados del tipo *blue collar* y que estos mismos sean quienes lideren la implementación de los mismos en la empresa.

A partir de esta investigación se concluye que la innovación es un factor determinante en el éxito de los nuevos emprendimientos y en particular de aquellos que inician con un menor tamaño, y que el acompañamiento en el desarrollo de prototipos de innovación les permite competir en el mercado, no obstante esto debe estar acompañado con políticas que favorezcan la creación de empleo formal en particular en aquellas empresas con dinámicas de crecimiento acelerado.

El enfoque de formación del programa es una característica relevante del programa, además de posibilitar la innovación en pequeñas empresas, les permite mejorar su permanencia en el mercado. En promedio, la tasa de supervivencia de estas empresas es de 50% al cabo de 5 años, de acuerdo con los datos reportados por Confecámaras (2016).

Los esfuerzos de la política de innovación empresarial deben dirigirse a fortalecer las capacidades en el fortalecimiento del personal operativo de las empresas, agiliza la transferencia del conocimiento. El desarrollo del know-how está asociado con un mejor desempeño

de las empresas desde la perspectiva de los empleados del tipo *blue collar*. Los resultados en el documento permiten respaldar lo que ya la literatura ha encontrado y es que las empresas deben desarrollar la base de conocimiento de sus empleados para tener mejores capacidades de innovación y por este canal lograr un mejor desempeño de la empresa.

Programas regionales de innovación, acompañados de capacitación y acompañamiento al empleo formal, podrían facilitar de forma natural la aparición de redes de apoyo empresarial (Iniciativas Clúster) que permitan que la innovación de empresas en diferentes eslabones de la cadena productiva genere un mayor valor.

Para trabajos futuros se podría realizar este ejercicio capturando información primaria de las empresas durante el programa, en donde una de las variables de interés sea el nivel de ventas y en el empleo la captura de información tanto de empleados directos e indirectos por un mayor tiempo tras la implementación del programa. Estos dos pueden explicar mejor otros posibles impactos que afecten a las empresas que participan del programa.

Referencias

- [1] Aerts, K., & Czarnitzki, D. *Using Innovation Survey Data to Evaluate RD Policy: The Case of Belgium*. Discussion Paper 05-55, ZEW: Centre for European Economic Research, 2004.
- [2] Aboal D., Rojas G., Servín B., & Queraltó P. *How Effective are Innovation Support Programs to Stimulate Innovation? Evidence from Paraguay*. Discussion Paper 05-55, ZEW: Centre for European Economic Research, 2004.
- [3] Álvarez, R., & Crespi, G. *Exporter Performance and Promotion Instruments: Chilean Empirical Evidence*. *Estudios de Economía*, 27(2), 225-24, 2000.
- [4] Angrist, J.D., & Pischke, J.S. *Mostly Harmless Econometrics: An empiricist's companion*. Princeton University Press, 2008.
- [5] Atkinson, R. & Ezell, S. *Innovation economics*. New Haven: Yale University Press., 2012.
- [6] Ashcroft B., Love J.H., & Malloy E. *New firm formation in the British counties with special reference to Scotland*. *Regional Studies*, Vol 25, pp 395-409, 1991.
- [7] Audretsch, D. *Innovation, growth and survival*. *International journal of Industrial Organization*, 13:441-457, 1995.
- [8] Audretsch, D., & Mahmood, T. *New firm survival: New results using a hazard function*. *The review of Economics and Statistics*, Vol 77, 1:97-103, 1995.
- [9] Audretsch, D., & Fritsch, M. *Growth regimes over time and space*. *Regional Studies*, Vol 36.2, pp 113-124, 2002.
- [10] Audretsch, D., Falck, O., Heblich, S., & Laderer, A. *Handbook of Research on Innovation and Entrepreneurship*. Cheltenham (UK), Northampton (USA): Edward Elgar, 2011.
- [11] Barrios F., Forero C., & Perry, G., *Public financial support and innovation in Colombian manufacturing firms*. Working paper; N 2018/07, Caracas: CAF, 2017.
- [12] Baptista, R., Escária, V., & Madruga, P. *Entrepreneurship, regional development and job creation: The case of Portugal*. *Small Business Economics*, 30, 49-58, 2008.
- [13] Benavente, J. M., & Crespi, G. *The Impact of an Associative Strategy (the PROFO Program) on Small and Medium Enterprises in Chile*. SEWPS Paper 88, 2003.
- [14] Benavente, J. M., Crespi, G., & Maffioli, A. *Public support to firm-level innovation: An evaluation of FONTEC Program*. Office of Evaluation and Oversight (OVE). Washington D.C.: Inter-American Development Bank, 2007.
- [15] Benavente, J. M., Suazo, J., & Castillo, E. *Evaluación de los resultados económicos de los proyectos de innovación y tecnología financiados por FONTEC*. Universidad de Chile, 2004.
- [16] Benavente, J.M., & R. Lauterbach *Technological innovation and employment: Complements or substitutes*. *European Journal of Development Research* 20: 318-29, 2008.
- [17] Binelli C., & Maffioli, A. *A Micro-econometric Analysis of Public Support to Private RD in Argentina*. *International Review of Applied Economics* 21(3):339-359, 2007.
- [18] Borrego, C., & Collado D. *INNOVATION AND JOB CREATION AND DESTRUCTION* De Boeck Supérieur, *Recherches économiques de Louvain* 2002/1 Vol. 68 — pages 148 à 168, 2002.
- [19] Boyer, T., & Blazy, R. *Born to be alive? The survival of innovative and non-innovative French micro-start-ups*. *Small Bus Econ* 42:669-683, 2014.
- [20] Buddelmeyer, H., Jensen, P., & Webster, E. *Innovation and the determinants of company survival*. *Oxford Economic Papers*, 62(2), 261-285, 2010.
- [21] Del Canto J., Gonzalez I. *A resource-based analysis of the factors determining a firm's RD activities*. *Research Policy*, Volume 28, Issue 8, Pages 891-905, 1999.

- [22] Cader, H. & Leatherman, J. *Small business survival and sample selection bias*. Small Business Economics, 37,155–165, 2011.
- [23] Cefis, E. & Marsili, O. *A Matter of Life and Death: Innovation and Firm Survival*. ERIM Report Series Reference No. ERS-2004-109-ORG, 2004.
- [24] Christensen, M. C. *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business School Press, 1997.
- [25] Chudnovsky, D., López, A., Rossi, M., & Ubfal, D. *Evaluating a program of public funding of private innovation activities. An econometric study of FONTAR in Argentina..* Office of Evaluation and Oversight (OVE). Washington D.C.: Inter-American Development Bank., 2006.
- [26] COLCIENCIAS & Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, Confecámaras. *Programa Alianzas por la Innovación: Manual Operativo, Modelo Estructural y Operacional.*, 2016.
- [27] Cox, D.R. *Regression Models and Life-Tables*. Journal of the Royal Statistical Society. Series B (methodological), Vol 34, 2: 187-220, 1972.
- [28] Crespi, G., Maffioli, A. & Meléndez, M. *Public support to innovation: the colombian COLCIENCIAS' experience*. Social Sector Science and Technology Division. Inter-American Development Bank., 2011.
- [29] Crespi, G., & Zuñiga P. *Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries*. World Development 40(2), 2012.
- [30] Criscuolo, C., Martin, R., Overman, H., & Van Reenen, J. *The Effects of Industrial Policy on Corporate Performance: Evidence from Panel Data*. Center for Economic Performance, London School of Economics, 2007.
- [31] Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, Confecámaras. *Guía Ruta de la Innovación*. 2016.
- [32] Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, Confecámaras. *Nacimiento y supervivencia de las empresas en Colombia*. 2016.
- [33] Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, Confecámaras. *Determinantes de la supervivencia empresarial en Colombia*. 2017.
- [34] Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, Confecámaras. *Manual de Demografía Empresarial adaptado para Colombia*. 2019.
- [35] Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, Confecámaras. *Apuestas dinamizadoras del Desarrollo productivo Colombia*. 2017.
- [36] De Negri, J. A., Borges Lemos, M., & De Negri, F. *Impact of RD Incentive Program on the Performance and Technological Efforts of Brazilian Industrial Firms*. Washington D.C.: Inter-American Development Bank, 2006.
- [37] Disney R., Haskel J. Heden. *Entry, exit and establishment survival in UK manufacturing.*, Journal of Industrial Economics, 51: 91-112, 2003.
- [38] Departamento Nacional de Planeación. *CONPES 3834: Incentivos tributarios para la CTI.* , 2015.
- [39] Departamento Nacional de Planeación. *CONPES 3835: Formación del capital humano en el exterior*, 2015.
- [40] Departamento Nacional de Planeación. *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país*, 2015.
- [41] Departamento Nacional de Planeación. *POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2015-2025 (Borrador)*, 2015.

- [42] Eurostat/OECD. *EUROSTAT - OECD Manual on Business Demography Statistics*. European Commission, 2007.
- [43] Fernandez *Informalidad empresarial en Colombia*. Working paper No. 76, Fedesarrollo, 2018.
- [44] Flynn, B., Wu S., & Melnyk S. *Operational capabilities: hidden in plain view*. Harvard Business Review.
- [45] Giuliadori, D. & Stucchi, R. *Innovation and job creation in a dual labor market: evidence from Spain*. *Economics of Innovation and New Technology*, 21:8, 801-813, 2012.
- [46] Hall, B., F. Lotti, & J. Mairesse. *Employment, innovation, and productivity: Evidence from Italian microdata..* Working Paper Series 2006-43, United Nations University, Maastricht, The Netherlands., 2006.
- [47] Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., & Peters, B. *Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries*. *International Journal of Industrial Organization*, 35, 29–43, 2008.
- [48] Holmes P., Hunt, A. & Stone, I. *An analysis of new firm survival using a hazard function*. *Applied Economics* 42: 185-195, 2010.
- [49] Hussinger K. *RD and subsidies at the firm level: an application of parametric and semiparametric two-step selection models*. ZEW Discussion Papers, No. 03-63, 2008.
- [50] Jarmin, R. *Manufacturing Extension and Productivity Dynamics*. Working Papers 98-8, US Census Bureau, Center for Economic Studies, 1998.
- [51] Jarmin, R. *Evaluating the Impact of Manufacturing Extension on Productivity Growth*. *Journal of Policy Analysis*, 18(1), 99-119, 1999.
- [52] Koufteros, X., Verghese, A., & Lucianetti, L. *The effect of performance measurement systems on firm performance: A cross-sectional and a longitudinal study*. *Journal of Operations Management*, Volume 32, Issue 6, Pages 313-336, 2014.
- [53] Khandker, S., Koolwal, G., & Samad, H. *Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices*. Washington D.C.: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2010.
- [54] Klette, T.J., & Forre, S.E. *Innovation and job creation in a small open economy: Evidence from Norwegian manufacturing plants 1982–92s*. *Economics of Innovation and New Technology* 5: 247–72., 1998.
- [55] Lin, J.Y., & Monga, C. *Growth Identification and Facilitation. The role of the state in the dynamic of structural change*. Policy Research Working Paper 5313. World Bank, Development Economics. Office of the Vice President, 2010.
- [56] Mata, J., & Portugal, P. *The survival of new plants: start-up conditions and post-entry evolution*. *International Journal of Industrial Organization*, Volume 13, Issue 4, 459-481 , 1995.
- [57] Majon-Antolin, M. Arauzo-Carod, J. *Firm survival: methods and evidence*. *Empirica* 35: 1-24, 2008.
- [58] Mole, K., Hart, M., Roper, S., & Saal, D. *Differential Gains from Business Link Support and Advise: A Treatment Effects Approach*. EPC: Government and Policy, 26, 315-334, 2008.
- [59] Morris, M., & Stevens, P. *Evaluation of the Growth Services Range: Statistical analysis using firm-based performance data*. Research and Evaluation, Ministry of Economic Development, Government of New Zealand, 2009.
- [60] Morris, D. *Innovation and productivity among heterogeneous firms*. *Research Policy* Volume 47, Issue 10, Pages 1918-1932, 2018.

- [61] Motohashi, K. *Use of Plant-Level Micro-Data for the Evaluation of SME Innovation Policy in Japan*. Paris: OECD, 2002.
- [62] OECD *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Paris: OECD Publishing, 2015.
- [63] OECD/Eurostat *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation (4 ed.)*. Luxemburgo: OECD Publishing, Paris/Eurostat, 2018.
- [64] Ozcelik, E., & Taymaz, E. *Handbook of Research on Innovation and Entrepreneurship*. Cheltenham (UK), Northampton (USA): Edward Elgar, 2008.
- [65] Pessoa, A. *Innovation and Knowledge Economics*. Charleston: CreateSpace, 2012.
- [66] Piva, M. & Vivarelli, M. *Innovation and employment, evidence from Italian microdata*. Journal of Economics, 86, 65–83, 2005.
- [67] Reid, G. & Smith, J. *What makes a new business startup successful?*. Small Business Economics, 14, 165–182, 2000.
- [68] Revesz, J. & Lattimore, R. *Statistical Analysis of the Use and Impact of Government Business Programs*. Productivity Commission Staff Working Paper, Canberra, 2001.
- [69] Resende, M., Cardoso, V. & Facanha, L. *Determinants of survival of newly created SMEs in the Brazilian manufacturing industry: an econometric study*. CESifo Working Paper Series No. 3735, 2016.
- [70] Roper, S. & Dundas, N. *Grant Assistance and Small Firm Development in Northern Ireland and the Republic of Ireland*. Scottish Journal of Political Economy, 48(1), 99–117, 2001.
- [71] Saemundsson, R. & Dahlstrand, A. *How business opportunities constrain young technology-based firms from growing into medium-sized firms*. Small Business Economics, 24, 113–129, 2005.
- [72] Santarelli, E. *The duration of new firms in banking: an application of Cox regression analysis*. Empirical Economics 25:315–325, 2000.
- [73] Sarder, J., Ghosh, D., & Rosa, P. *The Importance of Support Services to Small Enterprises in Bangladesh*. Journal of Small Business Management, 37(2), 26–36, 1997.
- [74] Saunila, M., Ukko, J., Rantala, T., Nasiri, M. & Hannu R. *Preceding operational capabilities as antecedents for productivity and innovation performance*. Journal of Business Economics (2020) 90:537–561, 2019.
- [75] Saunila, M. *Innovation capability in achieving higher performance: perspectives of management and employees*. Journal Technology Analysis Strategic Management, Volume 29, pages 903–916, 2017.
- [76] Swann, G. *The Economics of Innovation: An Introduction*. Cheltenham (UK), Northampton (USA): Edward Elgar, 2009.
- [77] Tan, H. & Lopez-Acevedo, G. *Evaluating Training Programs for Small and Medium Enterprises: Lessons from Mexico*. World Bank Policy Research Working Paper 3760, Washington D.C., 2005.
- [78] Tan, H. & Lopez-Acevedo, G. *How Well Do Small and Medium Enterprise Programs Work? Evaluating Mexico's SME Programs Using Panel Firm Data*. World Bank Institute and Latin America and Caribbean Region, 2006.
- [79] Tan, H. & Lopez-Acevedo, G. *Impact Evaluation of SME Programs in LAC*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank., 2010.
- [80] Unger, J., Rauch, A., Frese, M., & Rosenbusch, N. (2011) *Human capital and entrepreneurial success: A meta - analytical review*. Journal of Business Venturing, 26(3), 341–358, 2011.

- [81] Walters, S. *What is a Cox model?*. University of Sheffield, 2009.
- [82] Wren, C. & Storey, D. *Evaluating the Effects of Soft Business Support Upon Small Firm Performance*. Oxford Economic Papers, 54(2), 334-365, 2002.

8. Anexos

8.1. Propensity Score Matching

Figura A1. Overlap

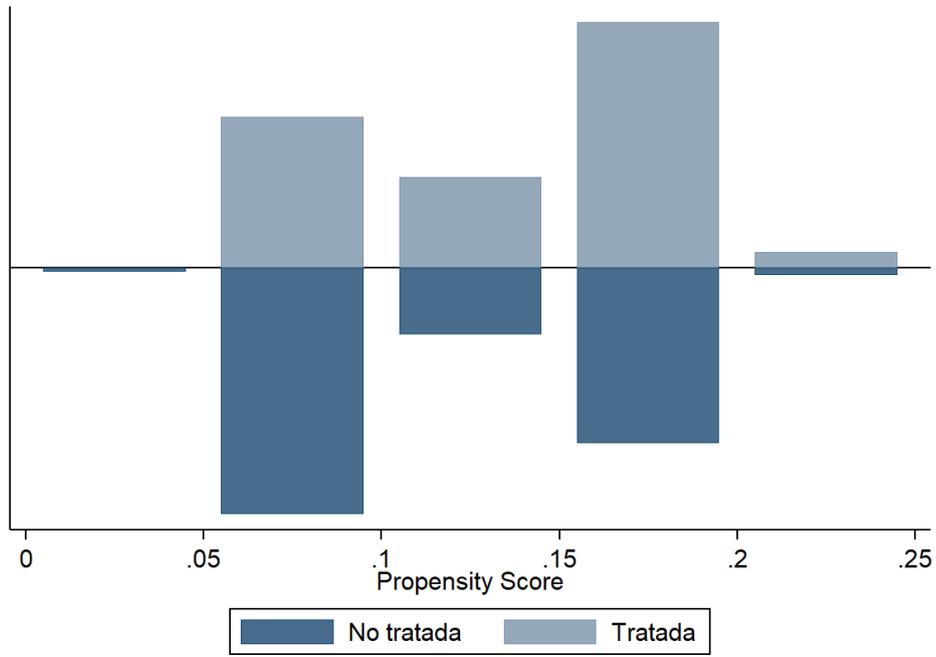


Figura A2. Overlap

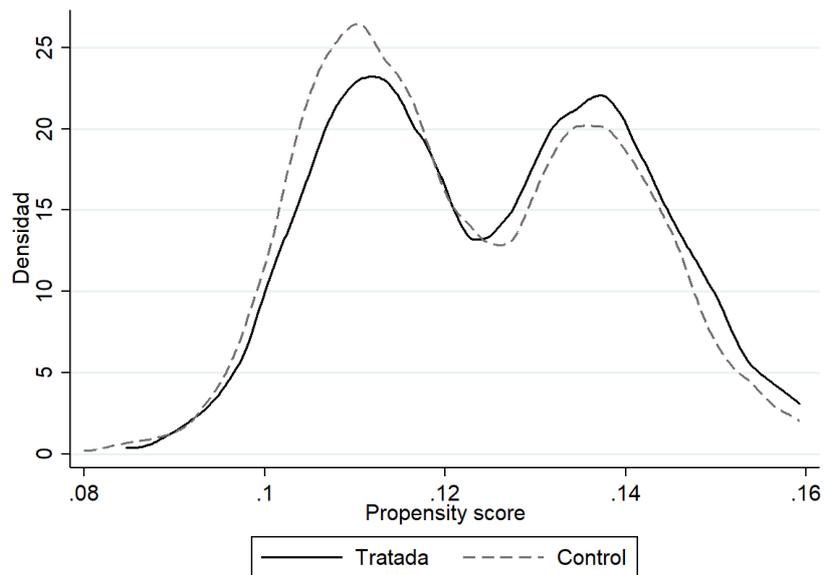
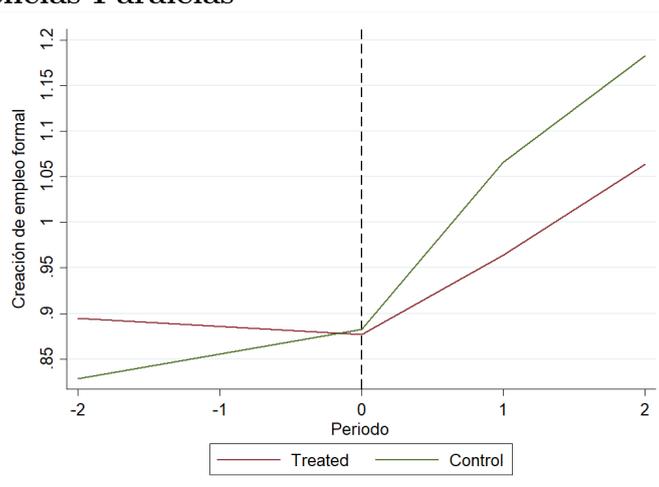


Figura A3. Tendencias Paralelas



La figura muestra la media de la tasa de creación de empleo formal diferenciada para las empresas tratadas y sus controles emparejados.

Variable	Variable dependiente: Creación neta de empleo
implementa	-0.00483 (0.0256)
activos	0 (0)
edad	0.00165* (0.000935)
mentalidad	0.0219 (0.0181)
2.rama_ind	0.0394 (0.0464)
3.rama_ind	0.0354 (0.0452)
4.rama_ind	0.0703 (0.0456)
5.rama_ind	-0.0394 (0.137)
2015.año_	0.0433** (0.0176)
Observaciones	2,295
Número de (id)	2,295

Error estándar clusterizado por la identificación de la empresa en paréntesis en las columnas (1)-(4). *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Se corre la regresión utilizando los controles de activos, edad de la empresa y una dummy si participó en la fase de mentalidad. Se incluyen efectos fijos de rama, año y a nivel de empresa. La variable dependiente es la diferencia de la tasa de creación de empleo dos periodos previos al tratamiento y el periodo inmediatamente anterior. La regresión se corre únicamente para la muestra inmediatamente anterior al tratamiento. Es consistente con la Figura A3.

Tabla A2. Efecto diferencial: Triple interacción con el tipo de empleado formado

Variable	Muestra Completa		Muestra Emparejada	
	Variable dependiente: Creación neta de empleo			
	(1)	(2)	(3)	(4)
I. Primera especificación				
Implementa*Post _t	-0.0208 (0.0568)	-0.0212 (0.0562)	-0.214*** (0.0303)	-0.0137 (0.0411)
Implementa*Post _t *Empleado	0.0496 (0.0325)	0.0506 (0.0325)	0.0739* (0.0403)	0.0249 (0.0487)
Observaciones	10,841	10,841	2,014	2,014
Número de (id)	2,669	2,669	613	613
R-cuadrado	0.932	0.933	0.82	0.83
II. Segunda Especificación				
Periodo (t=-2) * Implementa*Empleado	0.0919 (0.0804)	0.0920 (0.0805)	0.160 (0.109)	0.157 (0.109)
Periodo (t=0) * Implementa*Empleado	-0.00988 (0.0733)	-0.00958 (0.0734)	0.0265 (0.0937)	0.0244 (0.0937)
Periodo (t=1) * Implementa*Empleado	-0.0141 (0.0679)	-0.0152 (0.0679)	-0.0148 (0.0813)	-0.0244 (0.0814)
Periodo (t=2) * Implementa*Empleado	0.0104 (0.0634)	0.00993 (0.0633)	0.0233 (0.0676)	0.0205 (0.0679)
Observaciones	10,841	10,841	2,014	2,014
Número de (id)	2,669	2,669	613	613
R-cuadrado	0.933	0.933	0.926	0.927
Efectos fijos (año)	X	X	X	X
Efectos fijos (empresa)	X	X	X	X
Efectos fijos (rama de actividad)		X		X
Controles		X		X

Error estándar clusterizado por la identificación de la empresa en paréntesis en las columnas (1)-(4). ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1. Emparejamiento de acuerdo con el vecino más cercano y sin reemplazo. Las columnas marcadas incluyen los controles: activos del periodo previo al tratamiento interactuados con el periodo posterior al mismo, y la edad de la empresa. Se incluyen efectos fijos a nivel de empresa, año y rama de actividad económica como se clasificó anteriormente entre: agricultura, industria, servicios, comercio y resto. La variable Empleado es una dummy igual a 1 si el tipo de empleado es *blue collar*

Tabla A3. Efecto diferencial: Triple interacción con el tipo de innovación

Variable	Muestra Completa		Muestra Emparejada	
	Variable dependiente: Creación de empleo			
	(1)	(2)	(3)	(4)
I. Primera especificación				
Implementa*Post_t	-0.0208 (0.0568)	-0.0212 (0.0562)	-0.214*** (0.0303)	-0.0137 (0.0411)
Implementa*Post_t*Innova	-0.0816 (0.0799)	-0.0840 (0.0782)	0.0163 (0.0439)	0.0105 (0.0522)
Observaciones	10,841	10,841	2,014	2,014
Número de (id)	2,669	2,669	613	613
R-cuadrado	0.723	0.724	0.83	0.82
II. Segunda Especificación				
Periodo (t=-2) * Implementa*Innova	-0.0402 (0.0850)	-0.0391 (0.0843)	0.0675 (0.0920)	0.0755 (0.0902)
Periodo (t=0) * Implementa*Innova	-0.0566 (0.0614)	-0.0552 (0.0608)	-0.00995 (0.0613)	-0.00308 (0.0597)
Periodo (t=1) * Implementa*Innova	0.00142 (0.0402)	0.00226 (0.0400)	0.0407 (0.0480)	0.0405 (0.0481)
Periodo (t=2) * Implementa*Innova	-0.0138 (0.0432)	-0.0123 (0.0437)	-0.0499 (0.0697)	-0.0445 (0.0733)
Observaciones	10,841	10,841	2,014	2,014
Número de (id)	2,669	2,669	613	613
R-cuadrado	0.933	0.933	0.926	0.927
Efectos fijos (año)	X	X	X	X
Efectos fijos (empresa)	X	X	X	X
Efectos fijos (rama de actividad)		X		X
Controles		X		X

Error estándar clusterizado por la identificación de la empresa en paréntesis en las columnas (1)-(4). *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Emparejamiento de acuerdo con el vecino más cercano y sin reemplazo. Las columnas marcadas incluyen los controles: activos del periodo previo al tratamiento interactuados con el periodo posterior al mismo, y la edad de la empresa. Se incluyen efectos fijos a nivel de empresa, año y rama de actividad económica como se clasificó anteriormente entre: agricultura, industria, servicios, comercio y resto. La variable Innova es una dummy igual a 1 si el tipo de innovación es de producto o servicio

8.2. Modelos de Duración

8.2.1. Estimador de Kaplan - Meier

El estimador de Kaplan-Meier se usa para estimar la función de supervivencia. La representación gráfica, mostrada en este documento, de esta función se denomina curva de Kaplan-Meier, y muestra cuál es la probabilidad de un evento (en este caso, supervivencia) en un cierto intervalo de tiempo (5 años). A continuación se realizará una breve derivación del estimador de acuerdo con Snijders (2017).

En primer lugar se estima $S(t)$, la función de supervivencia. Se toma T como una variable aleatoria que registra los tiempos de transición $t_i \in \mathbb{R}$ de las empresas.

Se asume una lista de años ordenados o periodos de transición $0 < t_{2013} < t_{2014} < t_{2015} < t_{2016} < t_{2017} < t_{2018}$. Es posible separar entonces $S(t)$ así:

$$S_{t_j} = P(T \geq t_j) = P(T \geq t_j | T \geq t_{j-1}) (T \geq t_{j-1}) \quad \forall j = 2013, \dots, 2018$$

$$S_{t_j} \approx (1 - \alpha(t_j)) S(t_{j-1})$$

Se hace la suposición de censura independiente, es decir que se asume que la parte sin censura de los datos es representativa del conjunto de datos original de las empresas. Esto significa que es posible estimar la probabilidad de salida del mercado como una proporción de las transiciones realizadas en relación con el total de empresas en riesgo en ese momento del tiempo.

Sea n_j el número en riesgo de salida de mercado justo antes del tiempo t_j y d_j sea el número de fallas en el momento t_j . En este caso se entiende como la muerte o salida de mercado de la empresa. Luego, la estimación no paramétrica de máxima verosimilitud de la función de supervivencia es:

$$\hat{S}_t = \prod_{j|t_j \leq t} \left(\frac{n_j - d_j}{n_j} \right)$$

La función de fracaso o salida del mercado, $\hat{F}(t)$, se define entonces como $1 - \hat{S}(t)$.

8.2.2. Modelo de Riesgos Proporcionales de Cox

Este es un modelo semiparamétrico puesto que se asume que la tasa de riesgo $\alpha_0(t)$ como no paramétrico, es decir que no se hacen supuestos sobre la forma de la función, y la influencia de las covariables específicas y paramétricas de un modelo exponencial.

El modelo se denomina de riesgos proporcionales porque se calcula la influencia de las covariables en relación a otra covariable de la tasa de riesgo de un individuo, en este caso, de una empresa. A continuación se realizará una breve derivación del estimador de acuerdo con Snijders (2017).

En primer lugar se definen las covariables de una empresa X_i en un vector $z_i = (z_{i1}, \dots, z_{in})$ y se define el valor de los vectores escalares que influyen el efecto de las covariables en la tasa de riesgo $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$.

El modelo de Cox es entonces:

$$\alpha_i(t) = \alpha_0(t) \exp(z_i \beta^T) = \alpha_0(t) \exp(z_{i1} \beta_1 + \dots + z_{in} \beta_n)$$

Si se piensa en $\alpha_1(t)$ como la tasa de riesgo del grupo tratado y $\alpha_0(t)$ para la del control, entonces:

$$\alpha_1(t) = \alpha(t)$$

En este caso también se hace una aproximación discreta definiendo los años en los que se mide el evento, es decir, la supervivencia de la empresa en un periodo de cinco años: $0 < t_{2013} < t_{2014} < t_{2015} < t_{2016} < t_{2017} < t_{2018}$ y denotar el conjunto de números índices de pacientes en riesgo justo antes del tiempo t por Rt .

Suponiendo que el individuo hace la transición (de operar a salir de mercado) en el momento t_i , se estima β a través de una estimación de máxima verosimilitud.

Dado que la transición toma lugar, la probabilidad condicional para un individuo X_j se puede describir de la forma:

$$\frac{\alpha_j}{\sum_{k \in Rt_i} \alpha_k} = \frac{\alpha_0 \exp(z_j \beta^T)}{\sum_{k \in R} \alpha_0 \exp(z_k \beta^T)}$$

Para tomar el producto de estas probabilidades y maximizar una probabilidad parcial para así estimar β , Cox propuso la estimación por máxima verosimilitud de la forma:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^N \left(\frac{\exp(z_j \beta^T)}{\sum_{k \in Rt_i} \exp(z_k \beta^T)} \right)$$

8.3. Estimación de la tasa de entrada de empresas ajustada por shift-share

El número de nuevas empresas ajustado por sector se define como el número de nuevas empresas en una región que se puede esperar observar si la composición de las industrias fuera idéntica en todas las regiones, permitiendo ajustar la tasa de entrada de empresas relativo al total nacional. Este procedimiento, denominado shift-share, es aplicado para el ajuste sectorial de las tasas de entrada a nivel departamental diferenciando por industria (CIIU a 4 dígitos correspondiente a la actividad principal de la empresa).

Siguiendo a Aschcroft, Love & Malloy (1991) y Audretsch & Fritsch (2002), se deriva a continuación el procedimiento de ajuste.

En primer lugar se estima la tasa de entrada a nivel nacional, también llamado shift-share:

$$E_{j,t} = \frac{NP_{j,t}}{NT_{j,t}} \quad \forall j = (1, \dots, 495), \quad t = (2013, \dots, 2018) \quad (1)$$

donde $E_{j,t}$ es la entrada de empresas en la industria j en el año t , $NP_{j,t}$ es el número de empresas nuevas puras y $NT_{j,t}$ es el número total de empresas, o el stock de empresas en la industria j en el año t .

Las empresas nuevas puras se definen como aquellas empresas que se registran con fecha de matrícula en el año t y que no se encuentra registrada antes en el Registro Mercantil. Se verifica entonces que esta matrícula no es derivada de un cambio de domicilio (es decir, que se registra en la jurisdicción de otra Cámara de Comercio pues hizo movimiento en el

departamento en el que opera); un cambio en la actividad económica, o una reactivación. En adelante se entiende que las nuevas empresas son *puras*.

En tanto, el stock de empresas en el año t se define como el número de empresas activas al final de cada año. Estas dos distinciones responden a la adaptación del Manual de Demografía Empresarial de Eurostat-OCDE del año 2007.

A continuación, se estima el número hipotético de empresas nuevas que entran en cada departamento e industria relativo al total nacional:

$$H_{j,d,t} = \frac{NT_{j,d,t}}{E_{j,t}} \quad \forall d = (1, \dots, 33) \quad (2)$$

donde $H_{j,d,t}$ es el número hipotético de entrada de nuevas empresas en la industria j , departamento d , en el año t . $NT_{j,d,t}$ es el número total de empresas en la industria j , departamento d , en el año t y $E_{j,t}$ es la entrada de empresas en la industria j en el año t estimado en la ecuación (1).

Ahora, se estima el número de entradas en cada departamento e industria ajustada por el hipotético calculado en (2):

$$EA_{j,d,t} = NP_{j,d,t} - H_{j,d,t} \quad (3)$$

donde $EA_{j,d,t}$ es la entrada ajustada de empresas en la industria j , departamento d , en el año t . $NP_{j,d,t}$ es el número total de empresas nuevas en la industria j , departamento d , en el año t y $H_{j,d,t}$ es el número hipotético de entrada de nuevas empresas estimado en (2).

Finalmente, se obtiene la tasa de entrada ajustada por shift-share:

$$TEA_{j,d,t} = \frac{EA_{j,d,t}}{NT_{j,d,t}} \quad (4)$$

donde $TEA_{j,d,t}$ es la tasa entrada ajustada por shift-share de empresas en la industria j , departamento d , en el año t .