

Febrero 2022

EVALUACIÓN DE IMPACTO **RETORNO DE LA INNOVACIÓN:** IMPACTO DE LA INVERSIÓN DE CORFO EN INSTRUMENTOS DE FOMENTO DE LA INNOVACIÓN

iCuantix SpA



DIRECCIÓN DE PRESUPUESTOS

Tabla de Contenidos

1. Presentación	4
2. Resumen Ejecutivo	5
3. Antecedentes Generales del Proceso	7
4. Contexto: retos y políticas de innovación en Chile	9
4.1. Innovación y productividad para el crecimiento	9
4.2. Situación actual de la innovación en Chile	10
5. Revisión de literatura	14
5.1. Revisión de la evidencia sobre la adicionalidad de insumos y resultados	15
5.2. Revisión de la evidencia sobre el desempeño de las firmas	17
5.3. Revisión de la evidencia en América Latina	18
5.4. Revisión de la evidencia en Chile	19
5.5. Resumen y aporte de la investigación a la literatura	21
6. El programa de fomento a la innovación empresarial (InnovaChile CORFO)	22
6.1. Descripción del programa	22
6.2. Teoría del cambio del programa e hipótesis de evaluación	28
7. Diseño de la evaluación de impacto	30
7.1. Diseño metodológico	30
7.2. Datos	33
7.3. Proceso de Levantamiento de Datos	34
7.4. Factibilidad metodológica de un diseño de RD	37
7.4.1. Prueba de covariables predeterminadas	38
7.4.2. Pruebas de densidad	38
8. Resultados y hallazgos	39
8.1. Hallazgos de la adicionalidad de resultados (INAPI)	39
8.2. Hallazgos sobre el desempeño de las empresas	43
9. Conclusiones, aprendizajes y recomendaciones	46
10. Referencias bibliográficas	51
11. Anexos	55

11.1. Criterios de evaluación de los proyectos de InnovaChile CORFO	55
11.2. Teorías del cambio de cada línea de financiamiento	57
11.3. Proceso de levantamiento de datos	60
11.4. Análisis de factibilidad	63
11.5. Hallazgos del análisis del Sistema de Impuestos Interno (SII)	67
11.5.1 Hallazgos desagregados por instrumento y cohorte, agregando años	67
11.5.3 Hallazgos por cohortes y año de tratamiento	68
11.5.4 Hallazgos por grupos de instrumentos	69
11.5.5 Estadísticas Descriptivas del Grupo de Control	70
11.6. Hallazgos del análisis de la encuesta de innovación	71
11.6.1 Número de observaciones por grupo de instrumentos	71
11.6.2 Número de observaciones por instrumento	71
11.6.3 Número de observaciones por instrumento y cohorte	72
11.7. Hallazgos del análisis de los datos del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI)	73
11.7.1 Resultados desagregados por año para el subsidio a la innovación de en fase temprana (VIP y VIPM)	73
11.7.2 Resultados desagregados por año del subsidio para sofisticación de innovación (COTE, CONTEC, IDAE, IEAT)	74
11.7.3 Estadísticas descriptivas Voucher de Innovación	75
11.7.4 Estadísticas descriptivas para el grupo 2	76

1. Presentación

El presente documento constituye el Informe Final del Proceso de Evaluación de Impacto del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de la Corporación de Fomento de la Producción -CORFO-. Esta evaluación de impacto ha sido implementada en el marco de la adjudicación del Fondo de Evaluación de Impacto 2019 de la Dirección de Presupuestos -DIPRES- del Ministerio de Hacienda en Chile. El Fondo de Evaluación de Impacto tiene como objetivo financiar propuestas de evaluación que hagan uso de metodologías rigurosas a fin de estimar los efectos causales de los programas sociales sobre su población beneficiaria. En su primera Convocatoria, el equipo de Cuantix fue adjudicado por su proyecto: *“Evaluación por regresión discontinua del programa de fomento a la innovación empresarial de InnovaChile en el desempeño económico de las empresas”*. El equipo de investigación que implementó la evaluación estuvo conformado por: **Matías D. Cattaneo** (Universidad de Princeton) como investigador principal, **Claudia Olavarría** (Cuantix) como gerente del proyecto, **Alejandro Vásquez** (Cuantix), **Nicolás Idrobo** (Universidad de Pensilvania) y **Sebastián Cantuarias** (Cuantix) como asistentes de investigación. Se agradece en especial el apoyo de Ryan Cooper (DIPRES), Antonia Sanhueza (DIPRES), Juan Ramón Lipan (SII) y Lesbia Maris (CAF) en el desarrollo del proyecto. Todos los errores y omisiones son responsabilidad única de los autores.

2. Resumen Ejecutivo

En el año 2019 la empresa consultora Quantix se adjudicó el Primer Fondo Concursable de Evaluación de Impacto de la Dirección de Presupuestos -DIPRES- del Ministerio de Hacienda de Chile para evaluar el impacto del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de la Corporación de Fomento -CORFO- dependiente del Ministerio de Economía¹.

El estudio se titula “*Retorno de la innovación: Impacto de la inversión de Corfo en instrumentos de fomento a la innovación*” y ha tenido como objetivo generar evidencia que permita cuantificar el impacto del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de Innova Chile de Corfo.

El estudio se focalizó en la evaluación del impacto de cuatro instrumentos del mencionado programa: Voucher de Innovación, Contratos Tecnológicos, Alta Tecnología e I+D Aplicada. El alcance territorial de la evaluación es nacional y el alcance temporal contempló aquellos proyectos que fueron postulados durante los años 2015, 2016 y 2017. El periodo de medición de las variables de interés contempló los años 2014-2019.

El modelo metodológico utilizado para la evaluación de impacto ha sido la Regresión Discontinua -RD- de corte nítido. La selección de esta estrategia de asignación causal se basó en el método de adjudicación de los proyectos de aquellos instrumentos que forman parte del alcance de la evaluación al programa².

El diseño de evaluación propuso medir el impacto para un conjunto de indicadores referentes a adicionalidad de insumos, adicionalidad de resultados y al desempeño financiero de las empresas³. Sin embargo, por falta de información disponible en los indicadores de adicionalidad de insumos y resultados que planeaban ser recolectados a través de una encuesta dirigida a empresas postulantes a fondos⁴, la evaluación sólo puede emitir conclusiones respecto al impacto de los instrumentos sobre la solicitud y registro de marcas y patentes, que fueron analizadas a partir de los datos administrativos del Instituto Nacional de Propiedad Intelectual -INAPI-.

Con respecto a los hallazgos en el análisis de estos datos, los resultados evidencian, con suficiente poder estadístico, que los instrumentos de Innovación Empresarial no han tenido

¹El año 2019 se llevó a cabo un rediseño del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de Corfo. Este consistió en la división del Programa en 5 unidades programáticas y el rediseño de los instrumentos de financiamiento que componen estas nuevas unidades programáticas pasando de un total de 12 a 9 instrumentos. En el cuerpo del informe se describe este cambio.

² Esto se realiza mediante el establecimiento de un ranking de los puntajes de evaluación y la definición de un puntaje de corte que marca el límite entre aquellos proyectos que serán asignados a tratamiento y aquellos que no. Lo anterior permite comparar aquellos casos que se encuentran cercanos por encima del puntaje de corte con aquellos que se encuentran cercanos por debajo de este puntaje, entendiéndose que ambos grupos se diferencian sistemáticamente sólo a partir de esta variable y que por tanto las diferencias que se observen en los indicadores de impacto se explicarían por la intervención.

³ Dentro de los indicadores de adicionalidad de insumos propuestos se encontraba el Gasto en I+D+i de parte de las empresas, así como las vinculaciones de las empresas con otras organizaciones del ecosistema de innovación nacional. En cuanto a los indicadores de adicionalidad de resultados se encontraba la innovación autoreportada de bienes y servicios, procesos, organizacional y de mercadeo, así como las solicitudes y aprobaciones de instrumentos de propiedad intelectual (marcas y patentes). Finalmente, en cuanto a las variables de desempeño económico propuestas se encontraban las ventas, costos de ventas, utilidad (ganancias o pérdidas), productividad laboral y empleo.

⁴En el caso de los datos de la encuesta realizada a empresas, su implementación tuvo una tasa de respuesta cercana al 18%, pese a los esfuerzos realizados por poner a disposición de las empresas diversas oportunidades y opciones para responder al instrumento. Esta deserción muestral se analiza y explica en el cuerpo del informe.

un impacto estadísticamente significativo ya sea en la solicitud u otorgamiento de patentes, así como en la solicitud o registro de marcas en un horizonte temporal de menos de cinco años luego de recibido el financiamiento. Es decir, la proporción de empresas beneficiarias del programa que fueron seleccionadas con un puntaje levemente superior al puntaje de corte y que solicitaron/registraron una marca/patente después de recibir el financiamiento no fue estadísticamente distinta al de las empresas del grupo control (unidades que no recibieron el programa y que obtuvieron puntajes levemente inferiores al puntaje de corte).

Los siguientes factores son útiles para interpretar estos resultados: (a) si bien este estudio testeó la hipótesis de existencia de impacto para los cuatro instrumentos evaluados, los efectos en propiedad intelectual son resultados esperables únicamente para instrumentos de sofisticación de la innovación: I+D Aplicada y Alta Tecnología. Formalmente, sólo estos dos instrumentos consideran efectos en propiedad intelectual en sus teorías de cambio (como variables intermedias), (b) el número de empresas postulantes a estos instrumentos es menor comparado con el número de postulaciones a los instrumentos de Voucher de Innovación y Contratos Tecnológicos, por lo que es posible que se reduzca el poder estadístico para identificar efectos pequeños del tratamiento (véase el Cuadro N°2), (c) aún no encontrando efectos en esta medición, después de revisar la teoría de cambio de estos instrumentos y la literatura internacional es posible que existan resultados favorables en el mediano y largo plazo lo cual sugiere implementar una nueva medición del impacto en esta dimensión a futuro (d) el análisis sólo considera aquellas patentes y marcas que han sido solicitadas por empresas y no así por personas naturales o patentes que hayan sido solicitadas en otros países.

Con respecto a los hallazgos sobre el desempeño financiero de las empresas beneficiarias, se obtienen resultados mixtos con un reducido tamaño de muestra que puede afectar las propiedades asintóticas de los estimadores así como el poder estadístico para identificar pequeños efectos del tratamiento. En otras palabras, para un horizonte temporal de menos de tres años después de recibido el financiamiento por parte de las empresas, y considerando las limitaciones en la disponibilidad de datos, no existe suficiente evidencia para afirmar que alguno de los instrumentos haya generado efectos positivos y significativos en las variables de interés. Tampoco existe suficiente evidencia para afirmar que alguno de los instrumentos no haya generado efectos en las variables de interés.

A partir de los análisis realizados, y del proceso de levantamiento de datos, el equipo evaluador ha elaborado un conjunto de conclusiones, aprendizajes y recomendaciones.

La primera conclusión del estudio es que en el corto plazo, el programa de Innovación Empresarial no estaría aumentando la probabilidad de que las empresas formalicen o soliciten registrar marcas y patentes de sus potenciales innovaciones. Este resultado es específico para las empresas que tuvieron un puntaje de postulación levemente por encima del puntaje de corte, comparadas con aquellas que obtuvieron puntajes de postulación levemente por debajo del puntaje de corte. Sin embargo, dado que las patentes y marcas son un proxy de los resultados de la innovación, este hallazgo puede alertar respecto a las expectativas temporales relacionadas a la generación de innovaciones. Además, esta evidencia puede ser útil en la revisión del diseño de los actuales instrumentos de CORFO que tengan como objetivo intermedio la formalización de marcas y patentes.

El estudio concluye también que la Pandemia por Covid-19 del año 2020 ha implicado desafíos técnicos y de gestión adicionales a la evaluación poniendo en riesgo su implementación, frente a lo cual la definición de un Equipo Gestor Interinstitucional, que tuvo el rol de potenciar la colaboración entre CORFO, DIPRES y Cuantix en el proceso, se ha constituido como una estrategia de toma de decisiones y adaptación de la propuesta oportuna y eficiente.

Un tercer grupo de conclusiones, aprendizajes y recomendaciones refiere a los desafíos que implica para la evaluación el abordar en un ejercicio evaluativo con un diseño de carácter transversal, un grupo de intervenciones heterogéneas. Al respecto se recomienda implementar espacios de trabajo colaborativos para analizar y adaptar las propuestas metodológicas para asegurar la coherencia con las necesidades y expectativas de la organización, como se ha realizado para la implementación del estudio reportado en este informe mediante el trabajo del Equipo Gestor Interinstitucional.

Por otro lado, el documento entrega algunas recomendaciones para incrementar la disponibilidad de los datos de empresas que faciliten futuros ejercicios de evaluación, especialmente aquellos que utilicen metodologías como Regresión Discontinua, que requieren una cantidad relativamente alta de número de observaciones comparado con otras metodologías, como las evaluaciones con diseños aleatorios (Schochet, 2008). Lo anterior en consideración de las mejoras que ha implementado CORFO para el registro, almacenamiento y análisis de los datos de las empresas que han postulado y adjudicado sus programas a partir del año 2019.

3. Antecedentes Generales del Proceso

La investigación que se presenta en este informe se titula: *“retorno de la innovación: impacto de la inversión de CORFO en instrumentos de fomento de la innovación”*, consiste en la Evaluación de impacto del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de CORFO (Chile). La evaluación se focaliza en los instrumentos de Voucher de Innovación, Contratos tecnológicos, Alta tecnología e I+D aplicada, con un alcance temporal en la implementación acontecida en los años 2015, 2016 y 2017. Existen 3 instrumentos del programa que han sido excluidos del alcance de la evaluación, por razones de diseño y de factibilidad de la implementación de la metodología propuesta, estos instrumentos son: Innovación social, Prototipos de Innovación y Validación y Empaquetamiento.

La evaluación de Impacto tuvo como objetivo generar evidencia que permita cuantificar el impacto del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de InnovaChile. Para ello, el diseño de la evaluación buscó medir un conjunto de indicadores provenientes de tres fuentes de datos: datos administrativos del Servicio de Impuestos Internos (SII), una encuesta dirigida a empresas y datos administrativos del Instituto Nacional de Propiedad Intelectual (INAPI), los que han sido evaluados utilizando un diseño metodológico de Regresión Discontinua.

La evaluación de Impacto ha sido desarrollada entre los meses de Julio de 2019 y Diciembre de 2020, extendiendo el periodo de implementación proyectado inicialmente debido, principal pero no exclusivamente, a las restricciones derivadas de la pandemia por Covid-19 y la implicancias de las medidas gubernamentales implementadas para su contención, en las distintas fases de recolección de datos. El proceso de evaluación ha sido

acompañado por un Equipo Gestor Interinstitucional formado por representantes de DIPRES, CORFO, Ministerio de Economía y Cuantix que ha tenido como tarea apoyar la toma de decisiones estratégicas de la evaluación. Debido a las dificultades en los tiempos de implementación determinados por la pandemia, el trabajo del equipo interinstitucional se ha distanciado durante la última etapa de la evaluación, retomándose al cierre de esta en un espacio de análisis colaborativo de hallazgos.

4. Contexto: retos y políticas de innovación en Chile

4.1. Innovación y productividad para el crecimiento

Siguiendo la definición de la Organización para la Cooperación y Desarrollo (OECD por sus siglas en inglés), el término innovación hace referencia a la implementación de nuevos productos (bienes o servicios) o aquellos que han tenido significativas mejoras, así como también, nuevos procesos, métodos de mercadeo o métodos organizacionales en las prácticas de negocio, lugar de trabajo o relaciones externas (OECD, 2019).

La innovación constituye un determinante central de la productividad y, por lo tanto, de la tasa de crecimiento económico de largo plazo. De hecho, distintos autores han encontrado relaciones positivas entre un incremento de la inversión en conocimiento y la productividad a nivel nacional con importantes efectos derrame sobre el resto de la economía (Romer, 1990; Singh y Trieu, 1996; Acemoglu et al., 2013; Blanco et al., 2015; Castellani et al., 2016). Distintas teorías de crecimiento y técnicas empíricas evidencian este hecho (Romer, 1990; Klenow, 1997; Hall, 1999; Fagerberg, 2003; Easterly, 2002; Aghion, 1992) sustentando el hecho de que los cambios en el producto real son el resultado de los choques tecnológicos dentro de la economía. Estos choques incorporados en las innovaciones tecnológicas tienen un efecto permanente sobre el crecimiento real del producto interno bruto (PIB), elevando el nivel de vida a medida que la economía avanza hacia un punto de equilibrio (Falatoon y Safarzadeh, 2006).

A nivel microeconómico, las firmas pueden tener incentivos para invertir en actividades de I+D+i por varias razones: reducir costos de producción, por el interés en desarrollar formas más eficientes de trabajo o para generar nuevos bienes o servicios (Petrin, 2018). En cualquier caso, el proceso de innovación se encuentra asociado a una mejora en el desempeño financiero en la firma en el largo plazo (Rocha, 2018). Por otro lado, dicha inversión en I+D+i puede generar efectos derrame sobre otros agentes económicos, generando importantes externalidades y beneficios sociales (What Works Centre for Local Economic Growth, 2015). No obstante, la evidencia apunta a que pese a los recientes esfuerzos de los gobiernos por reducir las brechas de innovación, aún persisten brechas regionales en el desempeño nacional de innovación (WIPO, 2020). En materia de innovación nacional, América Latina y el Caribe se presenta como una región con baja inversión pública y privada en I+D+i y con pocos resultados del proceso de innovación, posicionando a Brasil, Chile y Uruguay como países con elevada producción de artículos científicos y técnicos y solo a Brasil como país con altas solicitudes de patentes (WIPO, 2020).

Un tema que ha sido abordado ampliamente en la literatura son los determinantes de la inversión subóptima en innovación por parte de gobiernos y del sector privado. Arrow (1962) argumenta que la generación de conocimiento posee características de bienes públicos: por un lado, el conocimiento genera un problema de no rivalidad, debido a que su uso o adopción por parte de una firma o un individuo no restringe a otros agentes económicos de su adopción; por otro lado, la generación del conocimiento tiene problemas de apropiación imperfecta. La razón de esto es que las firmas no son capaces de internalizar de forma completa los beneficios externos que genera la inversión en conocimiento. Por la misma razón, el autor concluye que sin intervención pública, el nivel de recursos del sector privado

destinado para actividades de I+D+i sería subóptimo comparativamente con lo deseable a nivel social (Spence, 1984). La evidencia empírica respalda ampliamente esta intuición: el retorno social de la innovación es mayor que el privado y existen diversas áreas en las que tal brecha es importante presentando incluso casos donde algunas actividades tienen simultáneamente un retorno social atractivo y una rentabilidad privada negativa (De Gregorio et al, 2005; Maloney y Lederman, 2003; Griliches, 1980, 1982, 1998).

Por otro lado, la inversión en conocimiento puede ser objeto de otras fallas de mercado asociadas a la incertidumbre y asimetrías de información. Por ejemplo, Freeman y Paredes (1975) argumentan que la inversión en I+D+i puede verse expuesta a otros dos tipos de incertidumbre: tecnológica y de mercado. La primera se asocia con el riesgo de que una firma que incurre en una inversión para innovar en términos de productos o procesos, puede no encontrar resultados satisfactorios pues los resultados finales de los procesos de innovación son inciertos. El segundo tipo de incertidumbre es el riesgo en el que una firma incurre al desarrollar un nuevo producto, servicio o proceso y que no sea aceptado en el mercado. Además, las firmas pueden presentar restricciones financieras para la inversión en proyectos de I+D+i que no son fácilmente subsanables recurriendo al mercado de créditos privados como consecuencia de problemas de asimetría de información y de riesgo moral entre prestamistas y prestatarios, lo anterior es un problema especialmente sensible en el caso de Pequeñas y Medianas Empresas (pymes) (López-Acevedo y Tinajero, 2010; Castillo et al., 2011).

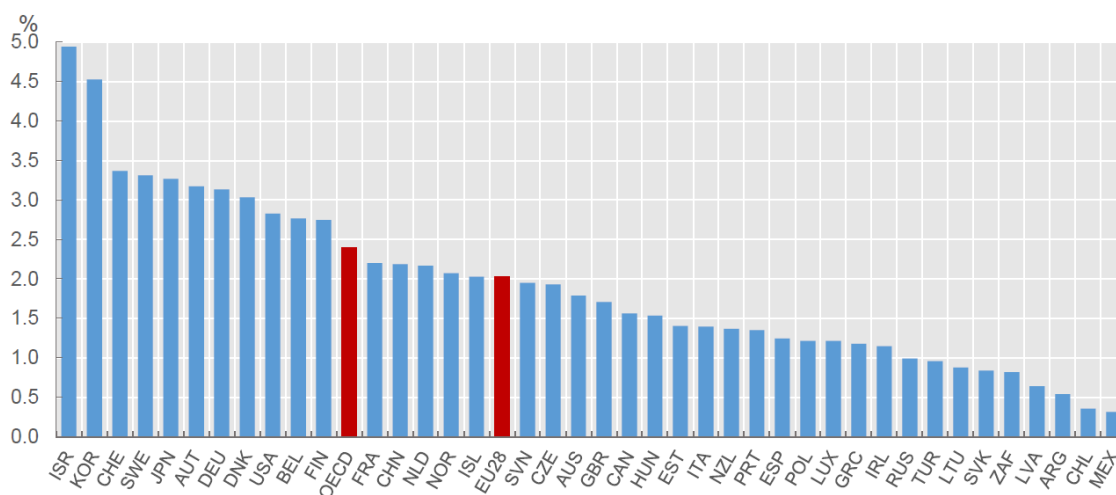
Adicionalmente, como argumentan Fernández-Sastre y Martín Mayoral (2016), los países en las economías emergentes pueden presentar limitaciones en las habilidades, capacidades, recursos y conocimientos requeridos para emprender actividades de I+D+i. Este problema, como argumenta Hall (2004) puede influir en la reducción de la capacidad de absorción y procesamiento de los distintos resultados del proceso de I+D+i. En esta misma línea, Chaminade et al. (2016) argumentan que en las economías emergentes la infraestructura, redes e instituciones que apoyan y controlan las actividades de I+D+i se encuentran en etapas iniciales. En conclusión, puede ocurrir que aunque la lógica teórica de las intervenciones de fomento a la innovación sea la adecuada en otros contextos, existan barreras y obstáculos que limiten las externalidades del proceso de innovación o reduzcan los incentivos de los agentes a incurrir en dicho proceso en América Latina (Cimoli, 2009).

4.2. Situación actual de la innovación en Chile

Chile ha mejorado sus marcos de política en los últimos años, pero el gasto en I+D e innovación —sobre todo por parte del sector empresarial— sigue siendo bajo con respecto a sus pares de la OECD. Por ejemplo, en cuanto al gasto bruto en I+D+i como proporción del PIB, se puede observar que entre el año 2010-2018, Chile presenta sistemáticamente indicadores por debajo al 0.4 % de su PIB, lo cual lo ubica como el segundo país con menor gasto en I+D en la OECD solo por delante de México (véase la Figura N°1) (OECD, 2020). En términos de resultados del proceso de innovación, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO por sus siglas en inglés) ubica a Chile en el puesto 54 en el ranking mundial a partir del Índice Mundial de Innovación. Sin embargo, esta organización también ubica a Chile en el primer puesto a nivel regional de acuerdo con este índice (WIPO, 2020).

De forma bianual, el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MINECON) realiza la Encuesta Nacional de Innovación en Chile⁵, cuyos últimos resultados (2017-2018) muestran que las tasas de innovación, medidas a través del porcentaje de empresas que afirman innovar, se ubica en torno al 14% con tasas decrecientes en la última década⁶ (véase la Figura N°2) (Encuesta Nacional de Innovación, 2018). Por su parte, los sectores de mayor innovación son suministro de aguas, gestión de desechos y descontaminación, seguido por información y comunicaciones. Finalmente, en dicha encuesta se presenta que las grandes empresas ostentan mayores tasas de innovación (29,4% en el 2016), seguidas por empresas medianas (23,4% en el 2016) y finalmente por pequeñas (12,9%). De hecho, comparativamente con otros países de la OECD, las tasas de innovación de las empresas chilenas es bajo, únicamente por encima de Polonia (véase la Figura N°3).

Figura N°1. Intensidad del gasto en I+D en países de la OECD (2020)



Fuente: OECD (2020). Nota: la intensidad del gasto en I+D se define como el gasto bruto en I+D como porcentaje del producto interno bruto (PIB).

⁵ La Encuesta Nacional de Innovación (ENI) de Chile del periodo 2017-2018 fue la última coordinada por el MINECON de Chile. A partir de enero de 2020, el proceso de levantamiento, análisis y publicación de resultados de las próximas ENI estará a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile (MICITEC). De hecho, los resultados del periodo 2017-2018 fueron publicados por parte del MICITEC.

⁶ Estos resultados muestran las tasas de innovación de acuerdo con los estándares de la OECD y la Unión Europea, es decir, considera todos los sectores económicos y los distintos tamaños de empresas (pequeñas, medianas y grandes), así como todos los tipos de innovación de forma auto-reportada (procesos, productos, gestión organizativa y/o marketing) (Encuesta Nacional de Innovación, 2018).

Figura N°2. Porcentaje de empresas chilenas que afirman innovar (2013-2018)

Figura 2a Parte (a): Tasas de innovación empresarial en Chile

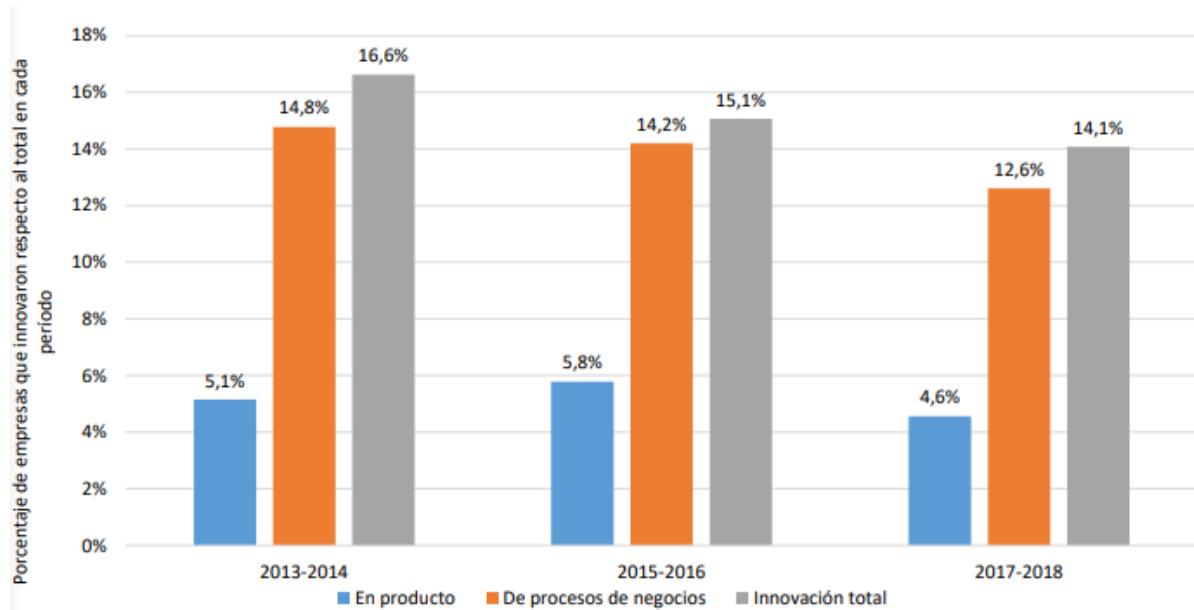


Figura 2b Parte (b): Total de empresas chilenas en el estudio

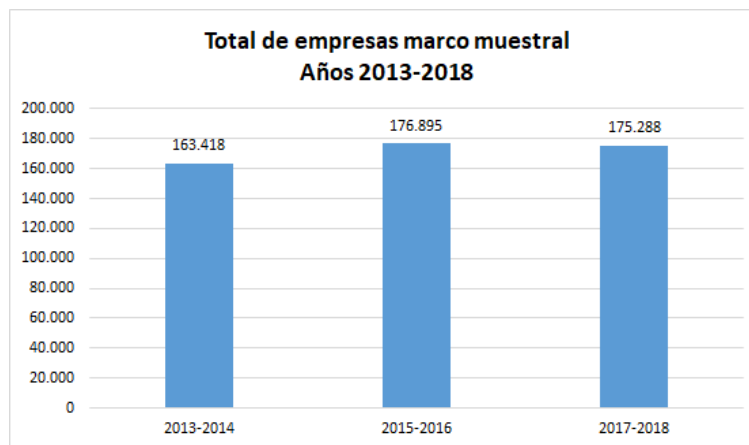
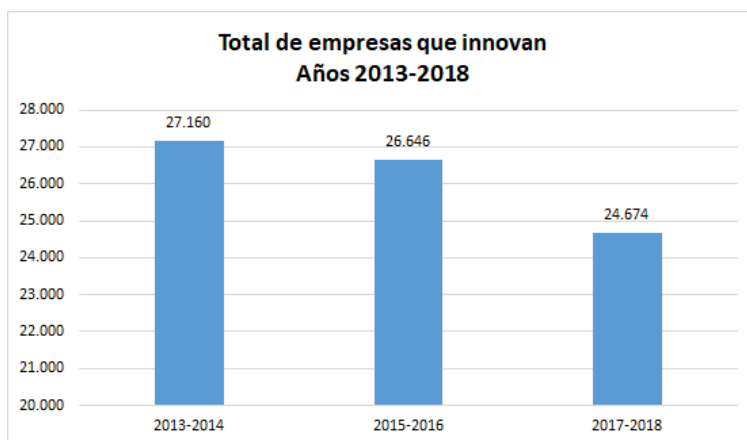
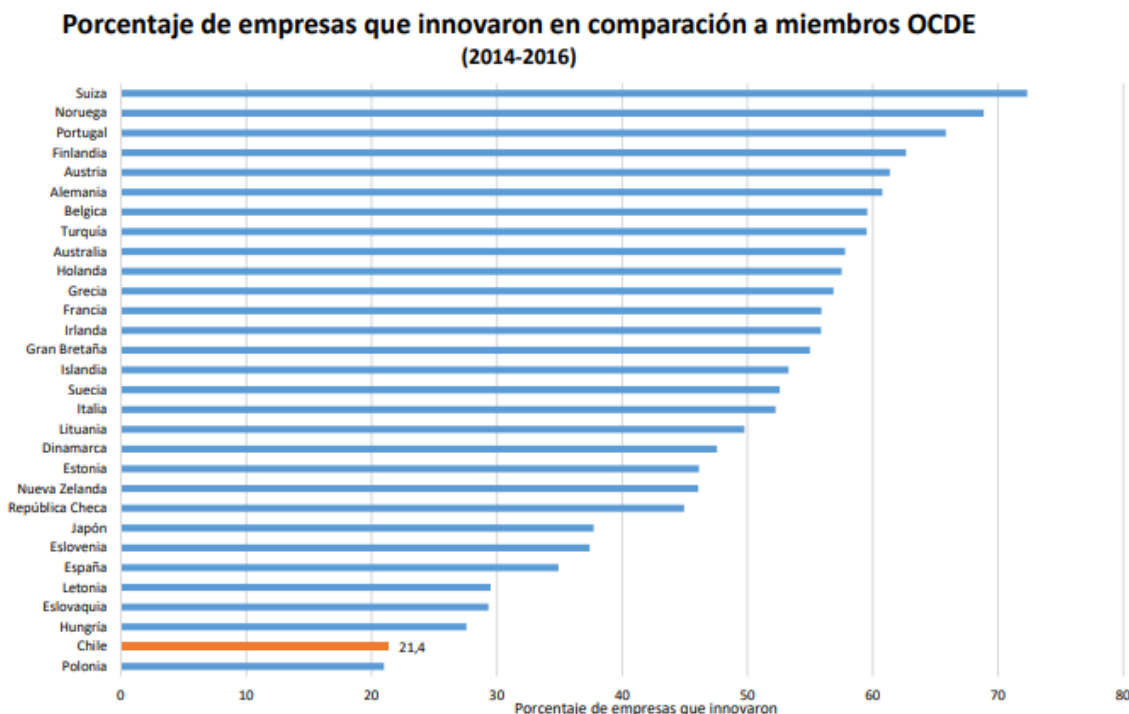


Figura 2c Parte (c): Total de empresas chilenas que afirman innovar en el estudio



Fuente: Encuesta Nacional de Innovación (2017-2018) de Chile. Nota: En comparación con los dos periodos anteriores, no hay cambios significativos en el porcentaje de empresas que innovan en ninguna de sus formas. Además, se incluye la nueva agrupación de los tipos de innovación con base en el Manual de Oslo (4ta edición - 2018).

Figura N°3. Tasas de innovación por país de la OECD (2014-2016)



Fuente: Encuesta Nacional de Innovación (2017-2018) de Chile y OECD Innovation Statistics (2020). Nota: para Chile se imputa el dato de la Encuesta Nacional de Innovación, años de referencia 2017-2018.

5. Revisión de literatura

Con el objetivo de incentivar una mayor innovación empresarial, los estados pueden generar diversos tipos de política pública. Rocha (2018) agrupa las intervenciones más comunes en: (i) uso de legislación de derechos de propiedad para garantizar la apropiabilidad de los retornos externos de las compañías, (ii) uso de incentivos fiscales que buscan reducir los costos financieros de la innovación en empresas, (iii) provisión de condiciones especiales de financiamiento para reducir las restricciones financieras de las firmas, haciendo uso de préstamos, (iv) el pago total o parcial de los montos de la inversión en I+D+i de las firmas. El presente estudio se suscribe a esta última categoría.

De acuerdo con What Works Centre for Local Economic Growth (2015), la literatura sobre la relación causal entre políticas de fomento a la innovación y los efectos en las empresas, suele categorizarse en: (i) adicionalidad de entrada, que es el grado en el que las firmas incrementan su inversión en I+D+i, (ii) adicionalidad de comportamiento que hace referencia a los cambios potenciales del comportamiento de las empresas hacia las actividades de innovación, lo cual antecede a los resultados del proceso de innovación, (iii) adicionalidad de resultados, que son los cambios en el comportamiento de las firmas orientado hacia la generación de innovaciones de productos y procesos, registros de patentes y mejoras organizacionales y gerenciales en las compañías, (iv) desempeño de las firmas, que suele referirse a cómo la adopción de nuevos procesos y productos generados afectan variables financieras de la empresa, (v) desempeño macroeconómico, que hace referencia a los efectos sobre indicadores macroeconómicos nacionales o locales.

Por otro lado, Le y Jaffe (2016) argumentan que la principal vía a través de la cual el financiamiento de proyectos de inversión de I+D+i afectan a la innovación de las empresas es a través de la reducción de costos de desarrollar y ejecutar proyectos de I+D+i. Lo anterior, permite incrementar los gastos privados en dichos aspectos, lo cual en el mediano plazo se espera que se transforme en nuevo conocimiento y favorables resultados de innovación. De acuerdo con Hall y Maffioli (2008) se espera que los impactos de estas intervenciones en el corto plazo se manifiesten en cambios en la adicionalidad de insumos, mientras que en el mediano plazo se manifiesten cambios en la adicionalidad de comportamiento y resultados y finalmente, en el largo plazo, se manifiesten los efectos en el desempeño de las firmas y en el desempeño económico local o nacional. No obstante, la literatura presenta escaso abordaje sobre la interacción de estos distintos efectos (Petrin, 2018).

Antes de presentar los hallazgos de la revisión de literatura en los distintos componentes de la adicionalidad, se presenta un breve análisis de la rigurosidad de algunos de los estudios considerados.

Por ejemplo, la revisión sistemática de literatura de What Works Centre for Local Economic Growth (2015) se centra en un proceso de cinco (05) etapas: (a) revisión de otras revisiones sistemáticas y metaanálisis para determinar preguntas de investigación, criterio de inclusión y términos claves, (b) revisión de literatura usando bases de datos académicas, así como páginas web de instituciones de investigación, gobiernos locales y nacionales, think tanks y libros y reportes (c) filtrado de evaluaciones manteniendo el énfasis en países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (d) asignación de puntaje a los estudios basado en la Escala de Métodos Científicos de Maryland (SMS en

inglés) y la posterior recolección de los hallazgos en cada estudio, (e) aprendizajes obtenidos a partir de los estudios considerados. Los autores incluyen cuarenta y dos (42) estudios, donde treinta y siete (37) presentan un puntaje medio en la escala SMS, y cuyos métodos son alguna variación de técnicas de emparejamiento combinados con Diferencias en Diferencias (DID) o efectos fijos de datos de panel, mientras que cinco (05) estudios restantes hacen uso de métodos cuasi-experimentales: Benavente et al. (2012), Bronizi y Piselli (2016) y Henningsen et al., (2015) hacen uso de diseños de regresión discontinua (RDD), mientras que Aguiar y Gagnepain, (2007) y Einiö (2014) hacen uso de diseños de Variables Instrumentales.

Por su parte, el estudio de Petrin (2018) incluye una revisión de literatura centrada en países de la Unión Europea. Un aspecto relevante de este estudio es la inclusión de dos tipos de estudios: (a) estudios individuales, con un total de diecinueve (19), (b) estudios de metaanálisis, meta-regresiones y revisiones sistemáticas, con un total de siete (07) que indirectamente abarcan doscientos veinte y seis (226) estudios. En cuanto a la rigurosidad de los estudios incluidos en su revisión de literatura, la autora indica que antes del nuevo milenio el método econométrico tradicional en los estudios de esta temática era la regresión lineal. No obstante, a partir del nuevo milenio y en especial en la última década, los modelos econométricos parecen volcarse hacia modelos no estructurales (por ejemplo, modelos CDM -Crépon, Duguet y Mairesse-, modelos de selección de Heckman o modelos de estimación de funciones de respuesta cercana) así como métodos cuasi-experimentales (variaciones de diferencias en diferencias, triples diferencias, emparejamiento, o modelos de datos panel dinámicos, espaciales o con efectos fijos). No obstante, en su revisión, Petrin (2018) incluye únicamente una muestra pequeña de estudios que hacen uso de métodos más rigurosos como Variables Instrumentales (VI) (véase, por ejemplo, Lee, 2011)) o Métodos Generalizados de Momentos (GMM) (véase, por ejemplo, Harris et al., (2009)).

5.1. Revisión de la evidencia sobre la adicionalidad de insumos y resultados

La mayor parte de la literatura sobre efectos causales de los programas de fomento a la innovación en el desempeño de las empresas se concentra en la adicionalidad de insumos. Por lo general, los estudios buscan probar la hipótesis del efecto desplazamiento vs. efecto adicionalidad de la inversión pública sobre la inversión privada en términos de gasto de I+D+i. En otras palabras, los estudios que se suscriben a esta categoría buscan entender si los préstamos y subsidios públicos influyen positivamente en la realización de un proyecto que no se hubiese ejecutado sin la intervención (*crowding-in effect*) o si, por el contrario, desplaza la inversión privada que ya estaba planificada para ser desembolsada en el proyecto (*crowding-out effect*).

En líneas generales, se puede afirmar que la evidencia es heterogénea y presenta gran variabilidad en su alcance. No obstante, la literatura provee evidencia de que los programas pueden afectar el gasto en I+D+i, aunque no siempre sus efectos son positivos o significativos. Por ejemplo, What Works Centre for Local Economic Growth (2015) en su revisión de literatura, encuentra que de los dieciocho (18) estudios incluidos sobre el gasto en I+D, ocho (08) tienen efectos positivos, mientras que otros ocho (08) tienen efectos mixtos. Solo un (01) estudio encontró efectos negativos (*crowding-out effect*) y un estudio no encontró efectos significativos. También los autores hacen referencia a la revisión de adicionalidad de resultados efectuada por García Quevedo (2004). Dicho autor realiza una

meta-regresión con base en setenta y cuatro (74) estudios en varios países de la OECD. El objetivo del autor es identificar si la literatura respalda la hipótesis del efecto desplazamiento (*crowding-out effect*) o no. La mayoría de los estudios incluidos no hacen uso de métodos cuasi-experimentales (siendo la mayor parte datos de panel y modelos de regresión lineal), y buena parte utiliza microdatos de Estados Unidos (EEUU). El autor concluye que treinta y ocho (38) estudios muestran evidencia de un efecto *crowding-in* o de incremento del gasto privado en I+D+i, diecisiete (17) muestran efecto *crowding-out* total o parcial y diecinueve (19) no muestran efecto.

De forma similar, Correa et al. (2011) en su metaanálisis de treinta y siete (37) estudios publicados entre 2004-2011 con datos microeconómicos y macroeconómicos, encuentran evidencia predominantemente positiva y significativa sobre los subsidios directos a los negocios para incentivar la inversión en I+D+i, apoyando la hipótesis del efecto adicionalidad. No obstante lo anterior, los autores argumentan que la evidencia es altamente sensible al método utilizado, encontrando efectos promedio significativos para los modelos estructurales y cuasi-experimentales, pero efectos nulos para los métodos cualitativos o de simulación. Dentro de los métodos cuasi-experimentales incluidos en su metaanálisis, se encuentra el método de emparejamiento (véase por ejemplo, Czarnitzki y Lopes-Bento, 2014), modelos de diferencias en diferencias condicionales (véase por ejemplo, Baghana, 2010), así como modelos de datos panel: método de Momentos Generalizados Arellano Bond (véase por ejemplo, Bayona-Sáez y García Marco, 2010), método de Mínimos Cuadrados Generalizados Pooled (véase por ejemplo, Pirtea et al., 2009), entre otros.

Un aspecto interesante que indica Petrin (2018) es la evidencia de que la magnitud del impacto es mayor para las PyMES y mayor para las economías que han vivido recientes crisis financieras (independientemente del tamaño de la empresa). Además, la mayor parte de los estudios parece incluir a empresas del sector manufactura, mientras que pocos estudios incluyen otros sectores industriales o de servicios (What Works Centre for Local Economic Growth, 2015).

Por otro lado, la literatura suele abordar el tema de la adicionalidad de resultados con los productos del proceso de innovación, regularmente materializados en temas de patentes o en la innovación de procesos, productos, cambios organizacionales o temas de mercadeo (OECD, 2016). La mayor parte de la literatura hace uso del primer resultado, a saber, el número de patentes registradas como aproximación a la innovación, aunque también es frecuente dar cuenta de medidas de innovación auto-reportadas que permiten captar otras dimensiones de la innovación empresarial que no suelen ser registradas en productos de propiedad intelectual.

Usar como indicador las solicitudes o aprobaciones de instrumentos de propiedad intelectual (como patentes o marcas) posee ciertas ventajas: (i) dichos indicadores son ampliamente utilizados en economías avanzadas para medir innovación debido a que las empresas pueden tener incentivos a registrar patentes (Bronzini y Piselli, 2016), (ii) para su aprobación, deben ser sujetas a consideración de un jurado que evalúa la novedad y utilidad de la innovación. Sin embargo, el uso de patentes para medir los resultados de la innovación presenta también desventajas: (i) no todos los tipos de innovación (especialmente en temas de manejo de proveedores y cambios organizacionales) suelen ser postulados para sistemas de propiedad intelectual, y (ii) es posible que algunas empresas decidan no aplicar a patentes a menos que perciban que el valor económico

exceda un determinado umbral (Igami, 2013). Por esas razones, únicamente una proporción del universo de las empresas puede culminar su proceso de innovación en nuevas patentes por lo cual puede no ser el indicador más apropiado en todos los estudios para medir innovación (Hall et al., 2013).

Por su parte, otro conjunto de indicadores utilizados son las medidas de resultados auto-reportadas como la innovación en productos (nuevos o significativamente mejorados), procesos, cambios organizacionales o estrategias de mercadeo. Las ventajas de usar estos indicadores como aproximaciones a los resultados del proceso de innovación es que potencialmente podría capturar aspectos de la innovación que no necesariamente son recogidos por los indicadores de patentes o marcas. Sin embargo, es posible que exista un sesgo de deseabilidad social en las respuestas de las empresas por lo que se puede estar sobre-estimando los efectos (What Works Centre for Local Economic Growth, 2015).

En líneas generales, la literatura arroja evidencia de que los préstamos, subsidios y subvenciones destinados a la I+D+i afectan positivamente a los resultados de la innovación (medidos a través de patentes o medidas de innovación auto-reportadas), aunque no siempre los hallazgos presentan evidencia positiva y significativa (Petrin, 2018). En la revisión de literatura del autor la cual abarca estudios de distintos métodos, encuentra que de cincuenta y un (51) estudios incluidos en la revisión, veintiséis (26) encuentran efectos positivos, mientras que trece (13) encuentran efectos mixtos, cinco (05) encuentran efectos no significativos y siete (07) efectos negativos. Por su parte, What Works Centre for Local Economic Growth (2015) indican que de sus diecinueve (19) estudios incluidos, la mitad encontró efectos positivos y significativos.

5.2. Revisión de la evidencia sobre el desempeño de las firmas

En términos generales, la evidencia empírica del impacto de los fondos públicos de fomento a la innovación sobre el desempeño económico de las firmas, utilizando metodologías experimentales o cuasi-experimentales, es escasa. Existen algunos estudios, especialmente en Europa, que abordan este tema. Por ejemplo, Becker (2015) resume los hallazgos de otros autores señalando que los subsidios públicos de I+D generaron un impacto positivo en los activos fijos intangibles y en la productividad laboral de las empresas españolas, utilizando una metodología de emparejamiento (Barajas et al. 2012); así como en la productividad en el largo plazo de las firmas beneficiarias del Quinto Programa Marco de la Unión Europea en I+D, lo que fue medido utilizando variables instrumentales (Aguiar y Gagnepain, 2017); finalmente, en el Reino Unido dos estudios apuntan a efectos positivos de las intervenciones sobre el nivel de empleo y ventas, lo que fue medido usando métodos de emparejamiento (Scandura, 2016; Vanino et al. 2019). Lo anterior es consistente con los hallazgos reportados por el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido (2017) en las tasas de supervivencia de las empresas, las ventas y el empleo de las empresas beneficiarias de los programas del gobierno usando métodos de emparejamiento.

Para medir el desempeño financiero de las empresas, algunos estudios hacen referencia a cuatro indicadores: ventas, empleo, productividad laboral y utilidad. No obstante, otros autores suelen incluir otras medidas como flujo de efectivo, activos tangibles, activos intangibles, costos de ventas e indicadores de rentabilidad (What Works Centre for Local Economic Growth, 2015). En general, la lógica causal de los estudios incluidos, consideran

a las variables de ventas o empleo como indicadores de efectos (si existen) en un horizonte medio, a la vez que cambios en la productividad laboral o productividad total de los factores (si existen) suele expresarse en el largo plazo. De forma general, la escasa evidencia apunta a que existe un impacto positivo de los subsidios, créditos y subvenciones en la productividad laboral, el empleo de la firma, en el valor de las ventas y utilidades aunque no todos los programas presentan efectos significativos en todas las variables y existe efectos heterogéneos (What Works Centre for Local Economic Growth, 2015).

Lo anterior es consistente con lo reportado por Petrin (2018) que indica que la literatura presenta de forma más efectiva cambios significativos en variables de desempeño financiero pero no en empleo. Es posible que ello se deba al corto horizonte temporal de las evaluaciones o a que los cambios en variables de desempeño financiero anteceden a los cambios en la productividad, tal como encuentran en sus hallazgos sobre la Productividad Total de los Factores para el caso de Colombia, usando métodos de datos de panel (Crespi et al. 2012). Por otro lado, Bronzini e Iachini (2012) y Bronzini y Piselli (2016) hacen uso de una serie de indicadores asociados al desempeño de la empresa como lo son el flujo de caja de la empresa, capital del trabajo, apalancamiento financiero y margen bruto de ganancia. No obstante, haciendo uso de modelos de regresión discontinua, los autores no concluyen que el programa tenga un impacto causal significativo sobre dichas variables para las firmas beneficiarias del programa de subsidios implementado en Italia.

5.3. Revisión de la evidencia en América Latina

En la revisión de literatura, la mayoría de los estudios disponibles se encuentran concentrados en los efectos de las políticas de fomento a la innovación en economías avanzadas. Sin embargo, existe un cuerpo de evidencia en algunos países de América Latina. A continuación, se presentan algunos de ellos. En primer lugar, Aboal et al. (2019) analizan el impacto del Programa de Apoyo al Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación (PROCIT) y Programa de Desarrollo de la Competitividad en Paraguay. Para dichos programas, los autores encuentran que la provisión de dichos fondos impacta positivamente en la probabilidad de desarrollar actividades de innovación y en el número de personal técnico para las firmas, usando un modelo de diferencias en diferencias de datos panel con efectos fijos y de variables instrumentales. Adicionalmente, los autores encuentran evidencia de un efecto desplazamiento de la inversión en I+D+i.

Para el caso de Colombia, Crespi, Maffioli y Meléndez (2011) analizan el caso de la Agencia Colombiana de Innovación (COLCIENCIAS), específicamente el efecto de las subvenciones reembolsables luego de que las empresas realizaron su gasto en I+D, así como los préstamos para el desarrollo de sus proyectos. Este estudio hace uso de una robusta fuente de data administrativa de COLCIENCIAS, combinada con la Encuesta Nacional de Innovación, recolectando data por más de trece (13) años, usando una metodología de datos de panel con efectos fijos. Los autores encuentran que los programas de fomento a la innovación de COLCIENCIAS tuvieron efectos positivos sobre la productividad del trabajo en un promedio del 10% entre el 2000-2007, que luego se incrementa a 15% luego de 3-5 años del tratamiento. Adicionalmente, los autores encuentran que este efecto permanece significativo en el largo plazo, controlando por la intensidad del capital y los niveles de empleo, señalando mejoras en la Productividad Total de los Factores.

Luego, para el caso de Uruguay, Aboal y Garda (2016) analizan los impactos de toda la política de fomento a la innovación en los gastos en innovación (intensidad de I+D+i), productos de innovación y productividad en las firmas del sector de manufactura y servicios entre el 2004-2009. Para ello, los autores recurren a las Encuestas de Innovación (2004-2009) y a la Encuesta de Actividad Económica. Con base en una metodología de emparejamiento y datos panel, los autores concluyen que los fondos públicos no generan efecto desplazamiento sobre las inversiones del sector privado y este impacto es horizontal para las empresas del sector manufactura y servicios, aunque el efecto es mayor para las últimas. En el sector de servicios se encuentra evidencia de que los fondos públicos afectan positivamente la productividad. No obstante, cuando el grupo de control se restringe a únicamente la muestra de firmas que innovan, no aparecen efectos positivos.

Seguidamente, Fernández-Sastre y Martín-Mayoral (2015) analizan el conjunto de programas de apoyo a la innovación de Ecuador y su impacto sobre la adicionalidad de insumos, calificación de la fuerza de trabajo y resultados del proceso de innovación haciendo uso de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación. Los programas evaluados por los autores tienen como principal objetivo mejorar las capacidades técnicas del capital humano y actualizar la infraestructura tecnológica. En su estudio, usando métodos de emparejamiento, los autores encuentran que los programas en su conjunto tienen un efecto positivo en la intensidad de I+D interna, así como en las actividades de innovación, contratación de empleados calificados, probabilidad de introducción de innovaciones y relaciones con los socios de investigación.

5.4. Revisión de la evidencia en Chile

La literatura de evaluación de impacto de programas de apoyo a la innovación en Chile es moderada. Benavente, Crespi y Maffioli (2007) realizan una evaluación de impacto del Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC) antecesor de InnovaChile usando una combinación de modelos de emparejamiento y diferencias en diferencias. Dicho programa plantea una serie de líneas de financiamiento que abarcan aspectos de innovación tecnológica, infraestructura tecnológica, estudios previos a la inversión entre otros. Para la evaluación, los autores buscan entender los efectos del programa sobre cuatro (04) categorías de variables: adicionalidad de insumos, adicionalidad de comportamiento, adicionalidad de resultados y en el desempeño de la empresa. En su estudio, los autores encuentran evidencia de que hay un efecto desplazamiento parcial entre los subsidios de FONTEC y los recursos de las empresas. En cuanto a temas de adicionalidad de comportamiento, los autores afirman que el programa genera mayor interacción con recursos externos de valor para ellos ocasionando mayor adquisición de conocimiento o aliados financieros de valor. Luego, en términos de resultados de innovación, no se evidencian impactos en la creación o adopción de nuevos productos. Lo anterior contrasta con los resultados en términos de empleo, ventas y exportaciones que resultan ser significativos.

Por otro lado, Belmar (2014) realiza una evaluación de impacto de diversas líneas de financiamiento de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), específicamente: MiPyme, Gran Empresa, Innova Chile, Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP), Proyectos Asociativos de Fomento (PROFO), programa Fondos de Asistencia Técnica (FAT) entre otros. Para ello, recurre a la data del Sistema de Impuestos Internos (SII) así como a la data administrativa de la CORFO y a la Encuesta Longitudinal de Empresas (ELE) e

implementa modelos de emparejamiento combinados con diferencias en diferencias. El autor busca entender el impacto de estos programas sobre variables como: nivel de ventas, empleo, salarios y probabilidad de tener ventas, así como algunos indicadores de adicionalidad de resultados de innovación. En dicho estudio el autor evalúa las mencionadas variables luego de tres (03) años y argumenta que existe un impacto positivo en ventas y probabilidad de exportar en las empresas luego del segundo año. Analizando los programas por separado, se obtiene que InnovaChile es el que presenta los efectos significativos y positivos de forma más clara, además de ser el único programa con impactos claros en las ventas.

Por otro lado, Verde (2016) realizó la evaluación de impacto del programa Start-Up Chile de CORFO. Durante la evaluación, se seleccionaron alrededor de cien (100) proyectos distribuidos entre tres (03) concursos anuales y para estimar los efectos se hace uso de un diseño de RD con corte difuso, con base en los puntajes de selección de los emprendimientos. Para la evaluación se diseña una encuesta que abarca módulos de la Encuesta Nacional de Innovación, donde se recoge información sobre: desempeño del emprendimiento (tasa de supervivencia, formalización), resultados de la innovación (solicitud de propiedad intelectual), atributos emprendedores y generación de redes del jefe del proyecto (aplicación de escalas psicológicas de locus de control, de autoeficacia emprendedora y del comportamiento de descubrimiento de oportunidades). Los autores concluyen que aquellos proyectos que fueron beneficiados por el programa con respecto al grupo control poseen un efecto significativo en el levantamiento de capital y el monto levantado con posterioridad a la postulación en el programa. Sin embargo, los autores no encuentran efectos significativos en la continuidad de la start-up, ni en la formación de la empresa en Chile, ni en las variables de desempeño financiero (ventas y crecimiento de ventas, utilidades, exportaciones o nivel de empleo), ni en el número de emprendimientos posteriores al proyecto o que reciben apoyo de incubadoras o aceleradoras.

Para el mismo programa de Start-Up Chile, González-Urbe y Leatherbee (2018) utilizaron diseños de RD con base en los puntajes obtenidos por los emprendimientos durante la competición "Pitch Day" que permite seleccionar a quienes serán beneficiarios de la escuela de emprendimiento de Start-Up Chile. Los autores concluyen que aquellos emprendedores cercanos en el puntaje de corte y que fueron beneficiarios del programa presentan una mayor probabilidad de levantar capitales externos, incremento en el número de trabajadores y mayor tracción de mercado, que aquellos cercanos en el puntaje de corte que no fueron beneficiarios.

Finalmente, Lemaire et al. (2017) realizan una evaluación de los instrumentos de Voucher de Innovación y Contratos Tecnológicos de las líneas de InnovaChile CORFO haciendo uso de Diseños de Regresión Discontinua (RDD) con corte difuso. Los autores analizan el impacto de dichos programas sobre variables de adicionalidad de insumos (gasto en I+D, intensidad en I+D, asociatividad con otros agentes del ecosistema de innovación, entre otros), adicionalidad de comportamiento (formalización de equipos de innovación, generación de estrategias de innovación, entre otros), adicionalidad de resultados (competitividad, productividad, patentes y ganancias auto reportadas). Los autores concluyen que las empresas beneficiarias de Contratos Tecnológicos aumentan sus capacidades de I+D+i, aumentan su vinculación con proveedores de conocimiento, y mejoran la transferencia de conocimientos hacia la empresa. En cuanto a las empresas

beneficiarias de Vouchers de Innovación, se observa que no hay efectos positivos en las capacidades de I+D+i, ni en el desarrollo de productos o procesos, ni en la vinculación con proveedores de conocimiento.

5.5. Resumen y aporte de la investigación a la literatura

A modo de resumen, se puede observar que en general existe amplia literatura con respecto a la evaluación de los distintos tipos de programas gubernamentales en el fomento de la innovación, especialmente en economías avanzadas. De acuerdo con dicha evidencia, la mayor parte de los estudios encuentran evidencia positiva, aunque heterogénea en la adicionalidad de insumos, y en el caso de la adicionalidad de resultados la evidencia no parece ser concluyente (Correa et al., 2013; What Works Centre for Local Economic Growth, 2015; Petrin, 2018). Por otro lado, cuando consideramos la literatura relacionada a América Latina, se suele encontrar evidencia heterogénea sobre los efectos de los programas públicos en la adicionalidad de insumos y resultados, utilizando metodologías que típicamente combinan enfoques de emparejamiento y datos de panel (Aboal y Garda, 2019; Benavente, Crespi y Maffioli, 2007). En especial, vale la pena resaltar los estudios de Crespi, Maffioli y Meléndez (2011) en Colombia, quienes analizan el impacto de COLCIENCIAS en el desempeño financiero de las empresas encontrando resultados positivos y significativos al cabo de diez años. Finalmente, en el caso chileno, existe evidencia mixta de la medición de los distintos programas de financiamiento de InnovaChile y FONDECYT. En especial vale la pena resaltar los estudios de Lemaire et al., (2018) quienes encuentran efectos heterogéneos en dos líneas de financiamiento de InnovaChile haciendo uso de un diseño de Regresión Discontinua.

En general, el presente estudio buscó contribuir a la literatura desde dos perspectivas. En primer lugar, en la generación de evidencia sobre la interacción entre las distintas categorías del proceso de innovación (insumo, comportamientos y resultados) y su relación con el desempeño financiero de las empresas. Para eso, el estudio se vale de distintas fuentes de datos administrativas: datos administrativos de postulaciones de proyectos al programa (CORFO), datos de patentes y marcas (INAPI), datos de las declaraciones de impuestos de las empresas (SII) y una encuesta de innovación dirigida a empresa, que fue diseñada e implementada en el marco del estudio. Por otro lado, el estudio busca implementar métodos rigurosos de evaluación de programas, utilizando modelos de regresión discontinua. Estos métodos han sido poco usados en la literatura de fomento a la innovación empresarial (por ejemplo, véase Benavente et al., 2012; Bronzini y Iachini, 2012; Bronzini y Piselli, 2016; Verde, 2016; Lemaire et al., 2018).

6. El programa de fomento a la innovación empresarial (InnovaChile CORFO)

6.1. Descripción del programa

El Comité de InnovaChile CORFO impulsa el desarrollo de la tecnología e innovación en sus distintos niveles, teniendo como objetivo definir estrategias, recursos y políticas de impulso a la innovación y competitividad. Dichas políticas y estrategias se basan en la creación y gestión de líneas de financiamiento, que agrupan un conjunto de programas diferentes que buscan generar resultados complementarios. Para el momento de la propuesta de esta evaluación (año 2018), el Comité de InnovaChile CORFO gerenciaba cinco líneas de financiamiento, o programas: (i) Fomento a la Innovación Empresarial, (ii) Adopción y Generación de Capacidades Tecnológicas para la Innovación, (iii) Bienes Públicos para la Competitividad, (iv) Programa Difusión y Extensionismo para PYMES Competitivas, (v) Programa de Fortalecimiento al Ecosistema de Innovación.

La presente evaluación de impacto se centra en el primer programa: Fomento a la Innovación Empresarial. Este programa busca fomentar iniciativas que desarrollen proyectos de innovación en las empresas desde fases tempranas hasta la validación y comercialización, con orientación al mercado nacional e internacional, a través de la entrega de servicios de apoyo técnico y financiamiento mediante subsidios no reembolsables a personas jurídicas para desarrollar un proyecto (postulado a concurso).

Para el periodo abarcado en la evaluación (2015-2017), el programa presentaba tres líneas de acción:

- (a) **Subsidio para proyectos de innovación en fase temprana:** este componente busca fomentar iniciativas tempranas que estimulen la innovación en las empresas a través del desarrollo de prototipos.
- (b) **Subsidio para proyectos de innovación en fase de validación y empaquetamiento:** este componente busca fomentar iniciativas que estimulen el desarrollo de innovaciones en las empresas, a través del desarrollo de nuevos productos validados técnica y comercialmente.
- (c) **Subsidio para proyectos de I+D+i empresarial:** este componente busca fomentar la innovación basada en I+D+i a través de capacidades propias de la empresa o en vinculación con otros, mediante el desarrollo de prototipos.

De igual forma, cada una de estas líneas de acción tiene dentro de sí líneas de financiamiento (también llamados componentes o instrumentos) que son los fondos a los cuales postulan las personas naturales (con iniciación de actividades de primera categoría) y jurídicas. A continuación, el detalle de los componentes del programa.

Cuadro N°1. Instrumentos del programa de Fomento a la Innovación Empresarial (InnovaChile CORFO) en el periodo 2015-2017

Línea de acción	Instrumento (o componente)	Objetivo	Duración	Monto máximo	Modalidad
Subsidio para proyectos de innovación en fase temprana	Voucher de innovación (VIP y VIPM)	Contribuir a desarrollar soluciones innovadoras a problemas o desafíos de productividad y/o competitividad de las empresas nacionales, a través de la vinculación con proveedores de conocimiento	Hasta 9 meses	Hasta CLP 7.000.000	Convocatorias
	Prototipos de innovación*	Fomentar la innovación en las empresas nacionales, a través del cofinanciamiento de proyectos que signifiquen el desarrollo de nuevos o significativamente mejorados productos (bienes, servicios) y/o procesos, hasta la fase de prototipo.	Hasta 12 meses	Hasta CLP 60.000.000	Ventanilla abierta
	Innovación social*	Este componente queda excluido del estudio.	Hasta 12 meses	Hasta CLP 60.000.000	Convocatorias
Subsidio para proyectos de innovación en fase de validación y empaquetamiento	Validación y empaquetamiento de innovaciones*	Fomentar la innovación en las empresas nacionales, a través del cofinanciamiento de proyectos que signifiquen el desarrollo de nuevos o significativamente mejorados productos (bienes, servicios) y/o procesos, desde la fase de prototipo y hasta la fase de validación y empaquetamiento. Este instrumento ha quedado fuera del estudio debido a la imposibilidad de definir un puntaje de corte.	Hasta 24 meses	Hasta CLP 200.000.000	Ventanilla abierta
Subsidio para proyectos de I+D+i empresarial	Contratos tecnológicos (CONTEC y COTE)	Promover la vinculación y el trabajo colaborativo entre empresas y proveedores de conocimiento, aportando a resolver problemas y/o aprovechar oportunidades del sector productivo, mediante contratos tecnológicos para la innovación	Hasta 24 meses	Hasta CLP 200.000.000	Convocatorias
	Alta tecnología (IEAT)	Apoyar el desarrollo de proyectos de alta tecnología con potencial comercial importante. Este apoyo se otorga para el desarrollo de fases tempranas, con alto contenido de I+D, que busquen disminuir el riesgo a través del desarrollo de prototipos, ensayos o pruebas y, de esta manera, acelerar su llegada al mercado.	Hasta 36 meses	Hasta CLP 400.000.000	Convocatorias
	I+D Aplicada (IDAE)	Fomentar la innovación en empresas nacionales co-financiando proyectos que solucionen problemas y/o desafíos del sector productivo o aborden una oportunidad de mercado, a través de Investigación y Desarrollo (I+D).	Hasta 36 meses	Hasta CLP 135.000.000	Convocatorias

Fuente: InnovaChile CORFO (2018). Nota: Los asteriscos (*) indican que no fueron incluidos en la evaluación.

La idea de la división del programa en instrumentos está relacionada con la estrategia de intervención de InnovaChile para el periodo de análisis (2015-2017). Estos componentes buscan apoyar a las empresas dependiendo del grado de madurez de los proyectos. En la

medida en que la empresa avance en la maduración de su idea hacia un proyecto de mayor complejidad y riesgo, se propone entregar un mayor apoyo financiero. También, se espera que en la medida en que se avance en el grado de maduración disminuya el número de proyectos postulando a fondos, porque es natural que muchas ideas no se concreten en la medida en que se avanza en el proceso.

En efecto, al año 2014 no estaban operativas todas las líneas de financiamiento descritas anteriormente, pero las que estaban son aquellas que se consideran estructuralmente más relevantes de acuerdo con los objetivos estratégicos de InnovaChile (proyectos de innovación como los prototipos y validaciones y proyectos de I+D como alta tecnología). Los otros instrumentos fueron apareciendo en la medida que la organización identificó que el fenómeno de la innovación era mucho más complejo, y que el intervenir de forma generalizada tenía un riesgo importante en torno a no lograr una cobertura adecuada de empresas. En tal sentido, comienza en el 2014 un apoyo fuerte al desarrollo de proyectos de forma colaborativa (como el caso de Voucher de Innovación y Contratos Tecnológicos), el reconocimiento de la complejidad del desarrollo de la I+D (que puede ser con capacidades internas y/o externas) y la simplificación y segmentación de los proyectos de innovación (dándoles un enfoque evolutivo en su desarrollo, aceptando la prueba y falla como algo natural y relevante en el proceso de innovación). Por lo tanto, para el periodo del estudio (2015-2018) los componentes del programa InnovaChile, son los descritos en el Cuadro N°1.

En términos de la implementación del programa y sus componentes, a continuación, se describirán aquellos pasos más relevantes para la obtención de los resultados:

- (a) **Diseño de las líneas de financiamiento:** En esta fase InnovaChile CORFO comienza a delimitar el alcance y objetivo de las líneas de financiamiento. Este proceso es abordado por distintos actores e instituciones públicas a nivel nacional, además de decidir el mecanismo de disposición de las líneas (ventanilla abierta o concurso recurrente).
- (b) **Difusión de las líneas de financiamiento y postulación de proyectos:** En esta fase, la institución realiza un proceso de difusión para mostrar los elementos que componen las líneas además de la orientación a los postulantes sobre el proceso de selección.
- (c) **Evaluación de proyectos:** En esta fase, se realiza la evaluación de los proyectos ingresados. Dicha evaluación está a cargo de las unidades de negocio asociadas a las líneas de financiamiento. A continuación, se presentan las fases de la evaluación de proyectos. Para mayor nivel de detalle en los criterios de evaluación, puede remitirse al anexo 11.1. Las fases son: (i) *análisis de pertinencia*, donde se estudia la convergencia del objetivo del proyecto con el de la línea de financiamiento, así como la duración del proyecto, (ii) *análisis de elegibilidad*, donde se estudia el cumplimiento de los requisitos legales mencionados en las bases, (iii) *evaluación técnica*, donde se somete los proyectos evaluación tanto de los profesionales de CORFO como de evaluadores externos, estudiando criterios como el impacto potencial, la coherencia, el valor de la oportunidad, el modelo de negocio, el equipo del proyecto, entre otros. De esta evaluación técnica se deriva un puntaje numérico y una recomendación de adjudicación o no.

- (d) **Adjudicación y formalización de los proyectos:** En esta fase, los proyectos son presentados a un comité que estudia las recomendaciones realizadas por las áreas de negocio, así como la evaluación técnica descrita en el punto anterior, para tomar una definición sobre la asignación de fondos. Posteriormente los proyectos adjudicados reciben los fondos unos días después de tomada la decisión de adjudicación.
- (e) **Seguimiento y cierre de los proyectos:** En esta fase, se realiza la rendición de cuenta de los fondos invertidos, así como el análisis del avance del proyecto de la mano del ejecutivo de CORFO a cargo.

Siendo que InnovaChile tiene interés en llevar a cabo evaluaciones de impacto de varios de sus programas, es importante explicar las razones para enfocar la evaluación en el programa de Fomento a la Innovación Empresarial y luego, sus componentes específicos. En primer lugar, el programa de Fomento a la Innovación Empresarial es el más importante de los que administraba InnovaChile, en términos de recursos, durante el periodo de alcance de la evaluación. Segundo, en el mencionado periodo el programa tenía el mayor número de solicitantes y adjudicaciones, lo que facilitaba la posibilidad de construir un contrafactual en el marco de una evaluación de impacto. Tercero, a pesar del último punto, las líneas de financiamiento del programa no eran todas lo suficientemente grandes para realizar evaluaciones de impacto individualmente, por lo cual la definición fue realizar la evaluación en conjunto⁷. Lo anterior fue posible porque las líneas de financiamiento o instrumentos tenían varias características en común: a) sus propuestas eran puntuadas de forma estándar, b) había cortes claros para separar las empresas elegibles de las no-elegibles, así como las adjudicadas de las no adjudicadas para cada convocatoria de las líneas de financiamiento, y c) todas las líneas apuntaban a lograr objetivos similares (como se verá en la sección de teoría de cambio).

Por otro lado, es importante mencionar que en el marco de esta evaluación se han excluido algunas líneas de financiamiento del programa de Fomento a la Innovación Empresarial. Específicamente, se excluyeron: (a) Innovación social, debido a que involucra otros actores además de las empresas, además de ser una línea de financiamiento con pocos postulantes con mayores niveles de coordinación, lo cual cambia la naturaleza del programa respecto a los demás, (b) Prototipos de innovación, debido a su modalidad de ventanilla abierta, lo cual no permite definir con precisión puntajes de corte que hagan factible la aplicación de metodologías de regresión discontinua (para mayor detalle, consulte la sección de diseño metodológico), (c) Validación y empaquetamiento de innovaciones, debido a las mismas razones del punto “b”, (d) Portafolio de I+D, debido a que esta línea comienza su funcionamiento durante el año 2016 y con una extensión de 48 meses aún no existen proyectos finalizados que puedan ser incorporados en la evaluación.

Por lo tanto, por razones de factibilidad de implementación del diseño metodológico sólo se han incluido en el proceso de evaluación aquellos instrumentos cuyo proceso de convocatoria se realiza mediante llamados a concurso. En estos casos, la evaluación se realiza mediante un ranking de puntaje donde los fondos son asignados a aquellas

⁷ En el año 2018 el programa de Fomento a la Innovación Empresarial de InnovaChile es objeto de un rediseño de sus líneas de financiamiento. Por lo tanto, el programa considerado en esta evaluación ya no se encuentra vigente de la manera en que fue descrita.

propuestas con mejor calificación, según las evaluaciones realizadas⁸. Un aspecto muy relevante a mencionar es que para efectos del estudio se realiza una clasificación de estos instrumentos en dos grupos:

- (a) **Subsidio a la innovación en fase temprana**, que incluye Voucher de Innovación -VIP y VIPM-.
- (b) **Subsidio para la sofisticación de la innovación**, que incluye Contratos Tecnológicos -COTE y CONTEC-, I+D Aplicada -IDAE- y Alta Tecnología -IEAT-).

La razón de esta categorización es poder agrupar instrumentos de acuerdo a la etapa en la que las empresas que solicitan estos financiamientos se encuentran dentro de la curva de madurez de la innovación empresarial, y así incrementar el poder estadístico de las estimaciones. Esto es relevante debido a que los instrumentos IDAE y IEAT presentan un bajo número de postulaciones, pese a representar importantes desembolsos de fondos. Sin embargo, la desventaja de realizar este tipo de agrupación es la pérdida de la capacidad de identificar efectos del tratamiento propios a cada línea de financiamiento en el grupo de instrumentos de subsidio para la sofisticación de innovación. Esta es una limitación importante del estudio dada la heterogeneidad del tratamiento entre estos tres instrumentos.

A continuación, se presenta detalle de las empresas postulantes y aprobadas por línea de financiamiento, entre los años 2015 y 2017 que permite tener noción de la cobertura de los instrumentos.

Cuadro N°2. Tamaño de muestra del programa de Fomento a la Innovación Empresarial (2015-2017)

Instrumento / Convocatoria	Proyectos			Empresas	
	Postulados	Comité	Aprobados	Comité	Aprobadas
Contratos Tecnológicos	607	420	176	318	160
1-COTE (2015)	62	47	30		
2-COTE (2016)	100	84	20		
3-COTE (2016)	72	59	26		
4-COTE (2017)	100	69	33		
5-COTE (2017)	91	52	21		
1-CONTEC (2015)	39	25	8		
2-CONTEC (2016)	39	18	5		
3-CONTEC (2016)	35	24	12		
4-CONTEC (2017)	28	10	4		
5-CONTEC (2017)	41	32	17		
Vouchers de innovación	2083	1673	775	1233	655

⁸ Para aquellos instrumentos cuyo proceso de convocatoria se realiza mediante ventanilla abierta, no existe un ranking de notas para la selección de proyectos, sino que se entregan los fondos a quienes cumplen los criterios para obtener la adjudicación sin importar cuantos fueran. Por lo tanto, en el caso de los instrumentos de ventanilla abierta, no existe posibilidad de implementar una metodología de regresión discontinua utilizando al puntaje de la evaluación como variable de asignación y es por esta razón que han sido excluidos del alcance de la evaluación de impacto.

1-VIP (2015)	273	228	133		
2-VIP (2016)	540	469	175		
3-VIP (2016)	470	409	163		
4-VIP (2017)	437	289	172		
1-VIPM (2016)	183	157	54		
2-VIPM (2017)	180	121	78		
I+D Aplicada	88	69	28	61	22
1-IDAE (2016)	29	25	12		
2-IDAE (2017)	59	44	16		
Alta Tecnología (2017)	44	28	7	28	7
TOTAL	2822	2190	986	1640	844

Fuente: InnovaChile CORFO. Elaboración propia.

Nota: es posible que una misma empresa realice múltiples postulaciones tanto en la misma convocatoria (si aplica) como en distintas convocatorias. El número de empresas únicas del estudio es de 1534 a lo largo de las distintas convocatorias e instrumentos.

Las siglas son: COTE: Contratos Tecnológicos Estratégicos, CONTEC: Contratos Tecnológicos, VIP: Voucher de Innovación, VIPM: Voucher de innovación para mujeres, IDEA: I+D Aplicada.

El informe aborda las características, alcance y componentes del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial y los cuatro instrumentos de financiamiento en los cuáles se ha focalizado la evaluación de impacto en el periodo 2015-2017. Sin embargo, durante los años 2018 y 2019 este programa fue sometido a un proceso de rediseño y redefinición de sus componentes. De esta forma a partir del ejercicio de planificación del año 2019 el Programa de Fomento a la Innovación Empresarial dejó de existir como una unidad programática dividiéndose en un total de 5 programas: **Súmate a Innovar, Desarrollo de Proyectos de Innovación Empresarial, Desarrollo de Proyectos de I+D+i Empresarial, Consolida y Expande e Innovación Sostenible.**

Adicionalmente los 12 instrumentos del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial vigentes en el año 2017, fueron rediseñados en un total de 9 instrumentos que se distribuyen de la siguiente forma entre los programas anteriormente mencionados.

Cuadro N°3: Programas e instrumentos rediseñados del Programa en el año 2019

Programa Rediseñado	Instrumentos rediseñados
Súmate a Innovar	Súmate a innovar
Desarrollo de Proyectos de Innovación Empresarial	Innova Regional
	Crea y Valida Innovación Empresarial
Desarrollo de Proyectos de I+D+i Empresarial	Crea y Valida I+D+i Empresarial
	Crea y Valida I+D+i Colaborativo

	innova Alta Tecnología
Consolida y Expande	Consolida y Expande
	Exporta Innovación
Innovación Sostenible	Innova Social

Fuente: Elaboración propia con base en antecedentes expuestos en www.corfo.cl

En resumen, el programa en el cual se focaliza la evaluación de impacto ha sido parte de una estrategia de rediseño, implementada con posterioridad al alcance temporal de la evaluación. Sin embargo, este ejercicio de rediseño es mencionado en el informe para contextualizar los diversos ajustes al alcance, foco y componentes estratégicos implementados por la organización para adaptar su oferta programática. Si bien este ejercicio de rediseño excede el alcance de la evaluación y su análisis no forma parte de este estudio, se destaca la relevancia de este ejercicio para la elaboración de recomendaciones pertinentes y relevantes surgidas del proceso de evaluación de impacto.

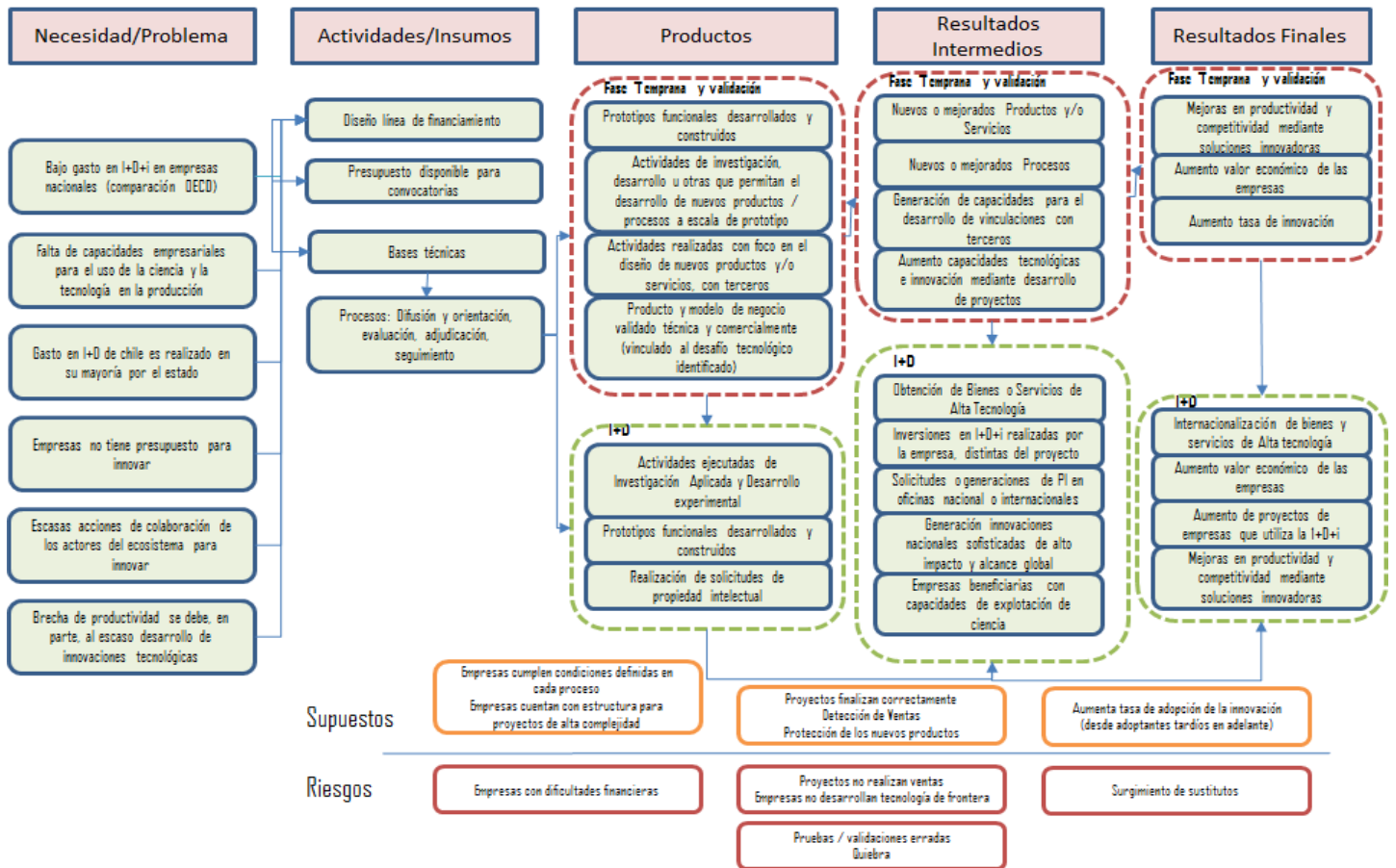
6.2. Teoría del cambio del programa e hipótesis de evaluación

Si bien durante el periodo de evaluación, InnovaChile realizaba sus ejercicios de planificación mediante metodología de marco lógico para cada componente o línea de financiamiento separadamente⁹, para efectos del estudio se ha realizado un proceso de reconstrucción de la teoría de cambio del programa que analiza de forma agregada la lógica causal de la intervención mediante los distintos componentes. Adicionalmente se han incluido las teorías de cambio de cada instrumento del programa en el anexo 11.2.

A partir de la teoría de cambio descrita a continuación, se ha construido la siguiente hipótesis de intervención para las intervenciones del periodo 2015-2017: *“las empresas en Chile realizan escasa inversión en I+D, no cuentan con las capacidades para utilizar y/o gestionar la ciencia como insumo para producir, ni colaboran con otros para desarrollar productos y/o servicios de alto impacto, por lo cual al fomentar el desarrollo de innovaciones basadas en colaboración con terceros, en la generación de I+D al interior de la empresa, la contratación de entidades que ayuden en el proceso, la protección de la propiedad intelectual para el desarrollo de estos nuevos productos, el gasto en inversión y equipamiento para el desarrollo de I+D, las empresas podrán mejorar su valor, mejorando su rendimiento productivo y competitividad”*.

⁹ Pese a que el diseño original de los instrumentos del programa se realizó con base en la metodología de marco lógico, a posteriori se realizó un esfuerzo conjunto de CORFO y MINECON para desarrollar las teorías del cambio de los instrumentos de InnovaChile.

Figura N°4. Teoría del cambio del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de InnovaChile CORFO (2015-2017)



Fuente: Elaboración propia basada en InnovaChile CORFO. Nota: uno de los indicadores de resultados finales analizados en este estudio es empleo (número de trabajadores bajo relación de dependencia declarados por la empresa). Pese a que este indicador no se encuentra explícito en la última sección de la teoría del cambio, fue incluido luego de la revisión de la literatura y de las fichas técnicas de los proyectos, como una variable de proxy de la mejora en el valor económico de las empresas.

7. Diseño de la evaluación de impacto

7.1. Diseño metodológico

El objetivo general de la evaluación de impacto realizada fue generar evidencia rigurosa que permita cuantificar el impacto del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de InnovaChile. La evaluación de impacto buscó identificar los impactos de la ejecución del programa entre el 2015 y 2017. Sin embargo, el periodo del estudio incluye datos en el periodo 2014-2019. A diferencia de estudios anteriores que analizan el impacto de los programas de Fomento a la Innovación Empresarial de CORFO (véase, por ejemplo, Belmar, 2014; Lemaire et al. 2017; Benavente, Crespi y Maffioli, 2007) la presente evaluación busca aplicar un diseño de Regresión Discontinua para la medición de distintas etapas del proceso de innovación empresarial, a saber, lo asociado a la adicionalidad de resultados (medido con indicadores de innovación a través de los sistemas de propiedad intelectual, así como indicadores de innovación auto reportados) y desempeño de las empresas (medido con indicadores financieros obtenidos a través de las declaraciones tributarias mensuales y anuales de las empresas).

Las preguntas que la evaluación busca contestar son las siguientes:

- (a) ¿El programa logra incrementar la cooperación de las empresas beneficiarias con otros actores del ecosistema nacional de innovación?
- (b) ¿El programa logra incrementar las tasas de innovación de productos, procesos, mercadeo u organizaciones en las empresas beneficiarias?
- (c) ¿El programa logra mejorar las solicitudes o aprobaciones de instrumentos de propiedad intelectual (marcas y patentes) en las empresas beneficiarias?
- (d) ¿El programa logra mejorar el desempeño financiero de las empresas beneficiarias, expresado a través de los costos de ventas, ventas, ganancias, número de trabajadores y productividad laboral?

En principio, los investigadores buscaban realizar un análisis de costo-efectividad de los efectos del programa. El análisis de costo-efectividad permite resumir complejos programas en términos del valor monetario de las intervenciones para lograr un resultado en específico. Sin embargo, este tipo de evaluaciones pierde relevancia en la medida en que los efectos no son distinguibles con suficiente precisión del efecto cero. Como se profundiza en la sección de resultados, esta evaluación presenta esa característica por lo cual se decide no incorporar una sección con análisis de costo-efectividad en el presente reporte.

A continuación, se realiza un breve resumen de la metodología de regresión discontinua (RD). Siguiendo a Bernal y Peña (2010) esta estrategia cuasi experimental puede ser implementada cuando la participación en el tratamiento cambia discontinuamente con una variable observada. El esquema básico del método de RD es que las unidades de interés deben tener un puntaje asociado, sobre el cual se define un punto de corte que hace que las unidades a un lado del punto de corte sean elegibles para el programa, y las unidades al otro lado del punto de corte no lo sean. Posteriormente, se estudian las variables de resultado de interés para ambos grupos de observaciones. Dado que todo lo demás no cambia, cualquier diferencia en las variables de resultado se puede atribuir al efecto del tratamiento (Cattaneo et al. 2019). Los métodos de RD son locales por naturaleza. Es decir, se estudian unidades con puntajes cercanos al punto de corte, dado que esto permite

asegurar que no haya diferencias sistemáticas entre las unidades. Las unidades tratadas y las no tratadas cercanas al punto de corte son muy similares en todas las características salvo en que unas reciben el tratamiento y otras no. Los detalles técnicos se pueden encontrar en Calonico et al. (2014), Cattaneo et al. (2019), y Cattaneo et al. (2021).

En síntesis, siguiendo a Cattaneo, Titiunik y Vázquez-Bare (2019a), para que exista un diseño de RD se debe dar un escenario con al menos los siguientes criterios: (a) un puntaje o variable observable, (b) una regla de asignación al tratamiento establecida y que no pueda ser predicha ni manipulada por los postulantes, (c) un puntaje de corte o umbral, (d) una intervención que depende de la posición del puntaje con respecto al punto de corte. No obstante, la implementación de un diseño de RD requiere del cumplimiento de una serie de supuestos adicionales, los cuales han sido enumerados por CAF (2019): (a) con excepción de la probabilidad de que una unidad sea asignada al tratamiento, todas las demás variables (tanto las covariables predeterminadas para el control, como los *outcomes* de medición y otras variables placebo) deben ser continuas alrededor del punto de corte, (b) la probabilidad de recibir el tratamiento aumenta de forma drástica en el punto de corte.

Por otro lado, un aspecto importante a mencionar es que existen dos tipos de diseños de RD: uno de corte nítido (Sharp RD en inglés) y uno de corte difuso (Fuzzy RD en inglés). Antes de indicar las diferencias entre ambas, se hace relevante la diferenciación entre la condición de tratamiento siguiendo el criterio del puntaje de corte, y la recepción efectiva del tratamiento. Según Cattaneo, Idrobo y Titiunik (2019), un RD de corte nítido es aquel donde la condición de tratamiento asignada es idéntica a la que efectivamente recibieron las unidades, mientras que el RD de corte difuso es cuando lo anterior no se cumple, es decir, hay unidades que no cumplen la condición de asignación al tratamiento. Para efectos de este estudio nos encontramos en presencia de muy pocas observaciones que no cumplen la condición de asignación al tratamiento. Adicionalmente, no hay evidencia para validar que haya un cambio discontinuo en la probabilidad de recibir el tratamiento en el puntaje de corte, lo cual únicamente permite implementar un RD nítido para explorar el “*Intention to Treat (ITT) effect*”. En otras palabras, este método estudia el efecto de la asignación al tratamiento sin tener en cuenta que la asignación al tratamiento inicial es diferente al tratamiento efectivo final.

Para efectos de este estudio, además, podemos afirmar que la investigación cuenta con los siguientes criterios esenciales para explorar la factibilidad un diseño RD como estrategia de medición causal de los impactos:

- (a) **Un puntaje o variable observable:** Correspondiente con la nota final asignada en la fase de evaluación técnica. Dicho puntaje se asigna en función de las bases técnicas de cada línea de financiamiento, detalladas en el anexo 11.1.
- (b) **Una regla de asignación al tratamiento:** Correspondiente con la decisión final del comité de otorgar o no los fondos en función del puntaje obtenido en la fase de evaluación técnica. No obstante, la decisión de adjudicación de fondos no depende totalmente del puntaje, entrando en consideración también las bases técnicas de cada convocatoria y las recomendaciones de adjudicación (o no) la fase de evaluación de los proyectos. Debido a que en la mayoría de los casos del presente estudio se cuenta con la evaluación externa de los proyectos, disminuye el riesgo de que los participantes o evaluadores afecten, manipulen o influyan el puntaje recibido por los proyectos.

- (c) **Un puntaje de corte:** Para obtener este puntaje de corte procedemos a ordenar de forma descendente los montos solicitados en cada proyecto independientemente de su adjudicación o no, y se selecciona el puntaje del último proyecto que permite completar el presupuesto de la convocatoria¹⁰.
- (d) **Una intervención:** Correspondiente a las distintas líneas de financiamiento de InnovaChile cuya factibilidad técnica procederemos a evaluar, es decir, Vouchers de Innovación (VIP), Vouchers de Innovación para Mujeres (VIPM), Contratos Tecnológicos (COTE), Contratos Tecnológicos Especiales (COTEC), I+D Aplicada, I+D Aplicada Especial (IDAE) y Alta Tecnología.

Un aspecto relevante a mencionar es que debido a que las líneas consideradas presentan distintas convocatorias cada una con un puntaje de corte distinto, se realiza un proceso de normalización de los puntajes siguiendo la siguiente transformación:

$$r_{ij} = x_{ij} - c_j$$

Donde: $i \in I$ es el conjunto de empresas postulantes, $j \in J$ es el conjunto de convocatorias de cada línea de financiamiento, r_{ij} es el puntaje normalizado de postulación de la i -ésima empresa que postula en la j -ésima convocatoria, x_{ij} es el puntaje de postulación de la i -ésima empresa para la j -ésima convocatoria, c_j es el puntaje de corte para la j -ésima convocatoria. Con base en este puntaje normalizado se define el tratamiento. En particular: $T_i = 1[r_{ij} \geq 0]$ es una variable dicótoma que indica si la unidad i hace parte del grupo de tratamiento o de control. Es fundamental que la probabilidad de recibir el tratamiento sea discontinua en el punto de corte. El parámetro de interés en el caso nítido está dado por:

$$\tau_{SRD} = E[Y_i(1) - Y_i(0) | X_i = c]$$

en donde c hace referencia al punto de corte, $Y_i(1)$ es la variable resultado potencial (potential *outcome*, en inglés) para una unidad tratada y $Y_i(0)$ es la variable resultado potencial para una unidad no tratada.

Con el fin de estimar τ_{SRD} la literatura utiliza métodos de regresión local lineal, haciendo una estimación por la izquierda y una estimación por la derecha del punto de corte. Adicional a esto se usa una función de kernel para darle más peso a las observaciones más cercanas al punto de corte, y un menor peso a las observaciones lejanas. Finalmente, el procedimiento anterior se hace al interior de un ancho de banda, que es escogido con el fin de minimizar el MSE (Mean Squared Error en inglés). Dicho procedimiento se puede realizar con el paquete *rdrobust*, desarrollado para Stata y para R. Los detalles técnicos se pueden encontrar en Calonico et al. (2014), Cattaneo et al. (2019), y Cattaneo et al. (2021).

¹⁰ El puntaje de corte fue definido de esa forma por dos razones: (a) en el momento de la evaluación, no había registro de los puntajes de corte de asignación al tratamiento en todas las convocatorias, (b) el supuesto detrás de la construcción de este puntaje de corte haciendo uso de los montos es que las convocatorias presentan un presupuesto fijo y cuando se agota, el resto de las unidades no reciben la intervención. Por lo tanto, si el supuesto anterior es correcto, es posible ordenar a las empresas de forma descendente cada convocatoria y definir como puntaje de corte aquel que recibe la última empresa asignada al tratamiento con el cual se cubre el presupuesto de la convocatoria.

7.2. Datos

Con el fin de contestar las preguntas de investigación, la estrategia de levantamiento de datos se divide en tres, de acuerdo con su fuente de datos:

Datos administrativos de CORFO: Esta base de datos fue construida con base en la información de las postulaciones y de la evaluación a las líneas de financiamiento. Incluye información sobre la empresa (tamaño, localidad de la empresa, y clasificación económica), así como información sobre la evaluación (puntaje obtenido, puntaje de corte, convocatoria y adjudicación).

Encuesta de Innovación a empresas: Esta estrategia tuvo como objetivo recolectar datos sobre medidas de innovación auto reportadas por las empresas (innovación en procesos, productos, organización de equipos y mercadeo) así como actividades de vinculación de las empresas con otras instituciones del ecosistema de innovación. El detalle del proceso de levantamiento se encuentra en el anexo 11.3.

Datos del Sistema de Propiedad Intelectual (INAPI): Esta estrategia tuvo como objetivo recolectar datos sobre resultados de innovación a través del Sistema de Propiedad Intelectual de Chile. Específicamente, se recolecta información sobre solicitudes y aprobaciones de marcas y patentes de parte de las empresas.

Datos de las declaraciones tributarias de las empresas (SII). Esta estrategia tuvo como objetivo recolectar datos sobre la adicionalidad de insumos, expresado a través del Gasto en I+D+i de las empresas, así como variables de desempeño financiero, expresadas a través de indicadores como ventas, costos de ventas, utilidad, productividad laboral y empleo. El detalle del proceso de levantamiento se encuentra en el anexo 11.3. Por otro lado, para implementar un modelo de RDD, se requiere los datos de las variables de resultados así como información sobre la convocatoria a la cual participó (puntaje de corte y puntaje de evaluación). No obstante, no era posible hacer una consolidación de las bases de datos a la vez que se preservara el secreto tributario de las empresas. Por esa razón, se decide generar un ruido aleatorio con media de cero y varianza de cada variable de interés, a fin de poder acceder a datos que sean precisos en promedio, pero que preserven el secreto tributario de las empresas. Esta transformación de los datos, posiblemente pueda generar un incremento de los errores de las estimaciones, afectando los resultados de inferencia estadística de los RD.

Con base en los datos anteriores, se procede a la consolidación de una base de datos que permitió realizar los análisis econométricos. Para consolidar dicha base de datos se realiza una unión de las bases de datos recolectadas en el contexto del estudio, utilizando como llave el RUT de cada empresa.

En cuanto a las variables medidas, se presentan a continuación.

Cuadro N°4. Matriz de operacionalización del estudio.

Dimensión	Variable	Indicador	Fuente
Adicionalidad de entrada	Gasto en I+D+i de la empresa	Valor del Gasto anual en I+D+i reconocido y no reconocido por CORFO	SII
Adicionalidad de entrada	Actividades de cooperación	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa afirma haber realizado actividades de cooperación con alguna organización del ecosistema de innovación	Encuesta de innovación
Adicionalidad de resultados	Nuevos productos o con mejoras significativas	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa afirma haber realizado una innovación de esta categoría, por año	Encuesta de innovación
Adicionalidad de resultados	Nuevos procesos o con mejoras significativas	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa afirma haber realizado una innovación de esta categoría, por año	Encuesta de innovación
Adicionalidad de resultados	Mejoras en la organización interna de la empresa	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa afirma haber realizado una innovación de esta categoría, por año	Encuesta de innovación
Adicionalidad de resultados	Intentos de marcas realizadas	Número de marcas con intento de registro por las empresas ante el INAPI por año	INAPI
Adicionalidad de resultados	Registros de marcas aprobadas	Número de marcas efectivamente registradas por las empresas ante el INAPI por año	INAPI
Adicionalidad de resultados	Intentos de patentes realizadas	Número de patentes con intento de registro por las empresas ante el INAPI por año	INAPI
Adicionalidad de resultados	Registros de patentes aprobadas	Número de patentes efectivamente registradas por las empresas ante el INAPI por año	INAPI
Desempeño financiero de las empresas	Ventas de la empresa	Valor de las ventas (ingreso de giro) anuales de la empresa ¹¹	SII
Desempeño financiero de las empresas	Costos de venta de la empresa	Valor del costo de venta anual de la empresa	SII
Desempeño financiero de las empresas	Productividad laboral de la empresa	Valor de las ventas anuales de la empresa divididas por el número de trabajadores	SII
Desempeño financiero de las empresas	Empleo de la empresa	Número de trabajadores dependientes informados al cierre de cada año	SII
Desempeño financiero de las empresas	Utilidad neta de la empresa	Ganancias o pérdidas netas anuales de la empresa	SII

Fuente: Elaboración propia

7.3 Proceso de Levantamiento de Datos

En este punto es relevante señalar sobre las limitaciones presentadas en el proceso de levantamiento de los datos y que condicionan el alcance de los hallazgos que se reportan en el siguiente capítulo.

En cuanto a la encuesta de innovación de las empresas, como se observa en la sección de resultados, hubo una baja tasa de respuesta (cercana al 18% del total de empresas, para mayor detalle de los resultados del levantamiento remitirse al anexo 11.6, específicamente a los Cuadros N°18, 19 y 20). Dicha tasa de respuestas podría explicarse por un conjunto de factores: (a) debido al periodo que la presente medición abarca (2015-2017) es posible que la contactabilidad de las empresas haya cambiado en el tiempo y los datos de contacto no se encuentren actualizados, especialmente para aquellas empresas que no fueron beneficiarias, (b) la situación sanitaria del momento de levantamiento de la encuesta por la pandemia por Covid 19, generó que muchas empresas en el país pasaran su esquema de trabajo al no presencial, lo cual posiblemente dificulta aún más el proceso de contacto de las empresas incluidas en el estudio, (c) levantamiento de otra encuesta por CORFO en simultáneo con el presente estudio, lo cual posiblemente haya afectado de forma negativa las tasas de respuesta, (d) institucionalmente, existe un problema de deserción muestral

¹¹ El valor de ventas se corresponde con el reportado por las empresas en cuanto a las facturas emitidas por ventas y servicios de giro de forma mensual. En caso de que una empresa no reporte ventas, se indica con el valor de cero y se considera en la agregación anual.

diferenciada por estatus del tratamiento posiblemente por una incompatibilidad de incentivos de proveer información del proceso de innovación a CORFO especialmente en las empresas no beneficiarias.

Esta tasa de no respuesta alta es problemática: el análisis empírico derivado de los datos de las empresas que respondieron la encuesta podría estar sesgado por el sesgo de selección. Es decir, las empresas que respondieron la encuesta probablemente podrían ser diferentes a las empresas que no lo hicieron, y dichas diferencias se expresan no sólo en las variables observables sino también en variables no observables. Esta deserción muestral diferencial en la respuesta de la encuesta dificulta la obtención de efectos causales a partir del análisis.

Por ejemplo, en la sección 11.6.1 se agrupan los instrumentos en dos. En el primer grupo están Contratos Tecnológicos, Investigación y Desarrollo Aplicada, y Alta Tecnología. En el segundo grupo está Voucher de Innovación. El número de observaciones (empresas) para el primer grupo es de apenas 83. De estas, 36 fueron asignadas a recibir algún financiamiento de los instrumentos y 47 fueron asignadas al grupo de control. De las 36 asignadas a tratamiento solo 30 lo recibieron efectivamente, mientras que de las 47 asignadas a control hubo 5 empresas que recibieron el tratamiento. Es decir que hubo una deserción muestral diferenciada por estatus del tratamiento. Sin embargo, el punto clave es que incluso en el cuadro de la sección 11.6.1 que agrega por cohortes, años, e instrumentos, ya se puede ver que el número de observaciones es bajo. Las secciones 11.6.2 y 11.6.3 hacen el mismo ejercicio pero desagregando aún más, donde se observa que el número de empresas en cada categoría cae conforme se desagregan los grupos, profundizando aún más las dificultades relacionadas a la validez del análisis.

En resumen, dentro de la lógica causal de la intervención se encuentra como resultado la generación de innovaciones en productos y procesos, así como la mejora en las vinculaciones con terceros y el aumento de capacidades tecnológicas y de innovación, especialmente en la fase temprana y de validación de los proyectos. Dichos indicadores esperaban ser recolectados a partir de la encuesta de innovación a las empresas. No obstante, dadas las limitaciones anteriormente mencionadas se decide excluir esta fuente de datos del estudio, lo cual reduce la evaluabilidad de los programas de fomento a la innovación de fase temprana, especialmente Voucher de Innovación (VIP) y Contratos Tecnológicos (CONTEC).

Por otro lado, en cuanto al conjunto de datos provenientes del INAPI, se buscó recolectar información sobre las solicitudes o generaciones de propiedad intelectual realizadas en oficinas nacionales. En este sentido, la data administrativa presenta buena calidad, no obstante distintas consideraciones deben realizarse en torno al uso de esta data para concluir sobre la adicionalidad de resultados: (a) Comparativamente con el resto de los países de la OECD, Chile presenta uno de los menores números de solicitudes de patentes en el país de origen, ubicándose en el 2020 en el puesto 69 en el ranking de países por patentes de origen, según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, 2020) (b) es posible que el presente estudio subestime el número de patentes de las empresas beneficiarias, dado que no se consideran las patentes solicitadas por personas naturales ni las patentes solicitadas en el contexto del Tratado de Cooperación de Patentes, donde Chile se ubica en una posición considerablemente mayor en el ranking de países, como número 34 del mundo en el 2020 (WIPO, 2020), (c) el horizonte temporal donde se

analizan los datos de solicitudes y aprobaciones de instrumentos de propiedad intelectual es corto en este estudio. Este horizonte temporal es de cuatro años o menos, por lo que es posible que no se observen efectos de acuerdo con la lógica causal de la intervención¹², (d) no todos los instrumentos considerados en el programa contemplan en su lógica causal resultados en estas variables, debiendo centrar el análisis solo en los instrumentos de sofisticación de la innovación como I+D Aplicada y Alta Tecnología. Posiblemente por las razones anteriormente presentadas, los datos analizados en el contexto del estudio usando esta fuente de datos presentan muy poca variabilidad. Esto será profundizado en la sección de análisis.

Adicionalmente, en cuanto al conjunto de datos provenientes del SII, se buscó recolectar información relativa al desempeño financiero y valor económico de la empresa, utilizando las declaraciones mensuales y anuales tributarias. Sin embargo, estos datos presentan ciertas limitaciones que es relevante mencionar: (a) la data administrativa puede presentar sesgos de reporte, lo cual ocurre cuando los individuos o la organización presentan incentivos a reportar erróneamente u omitir información relevante. En este caso, ese problema puede expresarse a través de la evasión tributaria, que el SII estimó que rondaba el 21% en el 2018 en el caso del IVA (SII, 2018), pudiendo ser el monto evadido aún mayor en el caso del impuesto sobre la renta (Accorsi y Sturla, 2020), (b) de acuerdo con las estadísticas de empresa publicadas por el SII, se puede observar que cerca del 21% de las empresas que entregan declaraciones no reportan datos de ventas (SII, 2020), por lo cual es posible que en distintas variables se presenten datos ausentes para uno o más periodos del estudio lo cual puede generar problemas de agregación y pre-procesamiento de los datos (c) la reforma tributaria de Chile del año 2018 genera un cambio en el proceso de declaración de algunas variables como ventas, costos de ventas entre otros, lo cual dificulta la comparabilidad de los datos en adelante, impidiendo el uso de datos para el periodo posterior, (d) como se observa en la lógica causal de las intervenciones, pese a que la mayor parte de ellas busca en sus resultados finales mejorar el valor económico de las empresas o su productividad y competitividad, este es un resultado de largo plazo, que posiblemente no evidencia cambios en el periodo de estudio. Finalmente, a nivel logístico, el inicio de la pandemia por Covid 19 generó un incremento en los plazos de respuesta y extracción de datos ante el SII, lo cual redujo el acceso oportuno a los resultados del análisis, influyendo en la capacidad de reacción del equipo. Posiblemente por las mencionadas razones, entre otras, dentro de los resultados obtenidos se evidencian pequeños tamaños efectivos de muestra y numerosos datos sin registros en el periodo de estudio. Esto, además de reducir potencialmente la precisión de las estimaciones realizadas, pudo influir en la reducción del poder estadístico de los modelos¹³.

Por otro lado, el modelo de Regresión Discontinua requiere de un número suficiente de observaciones a ambos lados del punto de corte para generar estimaciones confiables sobre los potenciales efectos locales de la intervención. Como regla general, si el número de observaciones efectivas a cualquier lado del punto de corte es menor a 45 observaciones podría generar problemas de confiabilidad en las propiedades asintóticas de

¹² El horizonte donde es verosímil identificar efectos si los hay sobre el desempeño económico de las firmas, puede variar para cada instrumento o tipo de programa. Sin embargo, en la literatura algunos estudios han realizado estos análisis con al menos 10 años de datos administrativos (por ejemplo, véase el estudio de Crespi, Maffioli y Meléndez (2011) en Colombia) aunque otros estudios han encontrado efectos con plazos más reducidos, por ejemplo, cinco años (por ejemplo, véase Bronzini y Piselli (2016)).

¹³ Para mayor nivel de detalle, favor remitirse a los anexos 11.5.5., 11.7.3. y 11.7.4.

los estimadores. Esto generaría, a su vez, problemas de inferencia estadística, especialmente, en lo asociado a los errores estándar y los contrastes de hipótesis.

7.4. Factibilidad metodológica de un diseño de RD

El presente estudio utilizó un diseño de RD de corte nítido (Sharp Regression Design en inglés), este tipo de diseños se utilizan cuando existe una discontinuidad completa en la probabilidad condicional de tratamiento en función del puntaje de corte. Debido a que la asignación de la condición del tratamiento depende del monto de la convocatoria y del valor postulado de los proyectos, la probabilidad de recibir tratamiento pasa del valor de la unidad al valor del cero una vez alcanzado el presupuesto de la convocatoria (Lemaire et al., 2017).

Para ello, se validó el grado de cumplimiento de la asignación al tratamiento (véase el Cuadro N°5). En otras palabras, se estimó el número de postulaciones que cumplen con el criterio de asignación y aquellas que efectivamente fueron asignadas al tratamiento. Para que un diseño de RD de corte nítido sea creíble, debe ocurrir que el grado de cumplimiento sea elevado. Con base en lo anterior, se pudo observar que existió un nivel elevado de cumplimiento de la asignación al tratamiento. En el caso de Vouchers de Innovación este cumplimiento ronda el 85%, mientras que en el conglomerado del resto de los proyectos se observa un cumplimiento que ronda el 80%. Adicionalmente, a fin de determinar si el diseño se corresponde con uno de corte nítido o de corte difuso, se suele analizar la presencia de discontinuidades alrededor del puntaje de corte de acuerdo con el estatus del tratamiento de las observaciones. En este caso, se observó la no existencia de discontinuidades en la asignación al tratamiento condicionado por el puntaje, lo cual imposibilita la aplicación de un modelo de RD con corte difuso (Cattaneo, Idrobo y Titiunik, 2019) (véase el Cuadro N°6). Como se menciona en la sección anterior, se procede a implementar un diseño de RD de corte nítido, para analizar el efecto del *Intention-To-Treat (ITT)*.

Cuadro N°5. Cumplimiento de la asignación al tratamiento

Grupo 1: Subsidio a la innovación en fase temprana - VIP y VIPM

	Arriba del corte	Debajo del corte
Recibe el tratamiento	638	66
No recibe el tratamiento	106	614

Grupo 2: Subsidio para la sofisticación de la innovación - COTE, CONTEC, IDAE, IEAT

	Arriba del corte	Debajo del corte
Recibe el tratamiento	244	40
No recibe el tratamiento	46	153

Fuente: Cálculos y elaboración propios

Cuadro N°6. Resultados de la regresión usando polinomios locales en la probabilidad de recibir el tratamiento

Tamaño del intervalo MSE óptimo	Estimador RD	P-valor robusto	Intervalo del 95% método robusto	Número de observaciones a la izquierda efectivas	Número de observaciones a la derecha efectivas
0.307	0.0477	0.460	[-0.124639 ; 0.157824]	459	556

Fuente: Cálculos y elaboración propios

Siguiendo los trabajos de Cattaneo, Idrobo y Titiunik (2019) una de las pruebas de falsificación más importantes para un diseño RD consiste en examinar que las unidades de tratamiento y control cercanas al punto de corte sean similares en términos de características observables. Los autores agrupan estas variables en dos grupos: covariables predeterminadas, que son aquellas características observables antes del tratamiento y las variables placebo que no deberían ser afectadas por el tratamiento. El presente análisis se enfoca en las primeras.

7.4.1 Prueba de covariables predeterminadas

La idea fundamental de las pruebas presentadas a continuación es que, dado que la covariable predeterminada no puede haber sido afectada por el tratamiento, entonces la hipótesis nula de que el efecto de tratamiento igual a cero no debe ser rechazada si el diseño del RD es válido. En otras palabras, se buscó que alrededor del puntaje de corte exista continuidad para las covariables predeterminadas a fin de garantizar que los efectos potencialmente observados de la intervención puedan ser atribuidos causalmente a ella y no a un sesgo de selección presente antes de la intervención.

Para validar dicho supuesto, se hace uso de una prueba de falsificación que utiliza técnicas de estimación de polinomios locales a la izquierda y derecha del puntaje de corte. Los resultados de dichas pruebas se encuentran en los anexos 11.4 (véase los Cuadros N°9 y 10). Las covariables incluidas en el análisis son: región de ejecución del proyecto, región de impacto de los beneficiarios del proyecto, sector económico principal y tamaño de la empresa. A partir de lo anterior podemos concluir que el tamaño promedio del efecto local del tratamiento es pequeño y no es estadísticamente significativo al 99% en todos los casos para cada covariable predeterminada. Por lo tanto, se puede concluir que no existe una discontinuidad significativa entre ninguna de las covariables predeterminadas entre el grupo control y tratamiento de forma previa a la intervención.

7.4.2. Pruebas de densidad

El segundo conjunto de pruebas de falsificación permite contrastar el número de observaciones alrededor del puntaje de corte y validar si existen diferencias entre las unidades por encima y por debajo del mismo. La lógica de esta prueba consiste en que, en ausencia de manipulación de los puntajes, el número de observaciones aproximadamente por encima y por debajo del puntaje de corte deben ser similares (Cattaneo, Idrobo y Titiunik, 2019). Para contrastar este supuesto utilizaremos principalmente dos niveles de análisis: la prueba binomial implementada en pequeñas ventanas alrededor del puntaje de corte (Cattaneo, Titiunik y Vázquez-Bares, 2019a) y la prueba de densidad de las

observaciones a partir de la estimación de polinomios locales (Cattaneo, Idrobo y Titiunik, 2019).

La primera prueba permite realizar un análisis de densidad alrededor del puntaje de corte, buscando contrastar la hipótesis nula de que la probabilidad de que una unidad sea asignada al control o al tratamiento es aproximadamente de 0.5. En otras palabras, esta prueba busca contrastar si el número de observaciones alrededor del puntaje de corte es compatible con lo que se hubiese observado si las observaciones hubiesen sido asignadas al grupo de tratamiento con una probabilidad de 0.5. Para implementar la mencionada prueba se hace uso de un procedimiento descrito por Cattaneo, Idrobo y Titiunik (2019) que consiste en la selección de ventanas en las cuáles se realizarán pruebas de balanceo sobre una aleatorización local. Específicamente, esta metodología permitirá construir una serie de ventanas que se solapan, alrededor del puntaje de corte y luego estimar la prueba binomial en dicha ventana (pudiendo controlar por covariables). El objetivo de implementar este método es poder validar la densidad de unidades en pequeñas ventanas alrededor del puntaje de corte. Los resultados de esta prueba se presentan en el anexo 11.4 (cuadros 11 y 12). En el presente estudio, se puede concluir que no hay evidencia para afirmar que existen discontinuidades en torno al puntaje de corte con un nivel de confianza del 95%.

Finalmente, para validar el diseño del RD en términos de la ausencia de manipulación, procedemos a realizar una prueba planteada por Cattaneo, Jansson y Ma (2019). Dicha prueba consiste en una prueba analítica de manipulación basada en un estimador de densidad de polinomios locales. En otras palabras, dicha prueba contrasta la hipótesis de que no existe manipulación en los puntajes. De los resultados de esta prueba podemos afirmar con una confianza del 95% que ni en el caso de Vouchers para la Innovación ni en los demás instrumentos existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencias en la densidad de las observaciones asignadas al control y al tratamiento alrededor del puntaje de corte.

8. Resultados y hallazgos

8.1. Hallazgos de la adicionalidad de resultados (INAPI)

Con el fin de estudiar el impacto de las líneas de financiamiento sobre las solicitudes y aprobaciones de patentes y marcas se analizaron los datos obtenidos a través del Instituto Nacional de Propiedad Intelectual (INAPI). Específicamente, se desea comprender el efecto de las líneas de financiamiento sobre la probabilidad de solicitar o de aprobar un instrumento de propiedad intelectual (marcas o patentes). Para tal fin se aplicó la metodología de Regresiones Discontinuas en aquellas empresas cercanas al punto de corte. Estos diseños tratan de entender si las variables de resultado son diferentes para las empresas que recibieron algún tratamiento en comparación con las empresas que no lo hicieron, dentro del ancho de banda alrededor del puntaje de corte.

Las variables de interés son la solicitud y aprobación de marcas y patentes de parte de las empresas. Para ello, se construyen variables dicotómicas: i.) Una variable dicotómica que toma el valor de 1 si una patente es concedida y 0 de lo contrario. ii.) Una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa solicitó una patente y 0 de lo contrario. iii.) Una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa registró una marca y 0 de lo

contrario. iv.) Una variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa solicitó un registro de marca y 0 de lo contrario.

Como se mencionó en la sección de descripción del programa, se implementaron diseños de RD para dos grupos de instrumentos. Estas líneas de acción son: subsidio a la innovación en fase temprana, (representado a través de Vouchers de Innovación VIP y VIPM); mientras que la segunda línea es el subsidio para sofisticación de la innovación, que financia proyectos de I+D+i empresarial. Los instrumentos abordados en esta categoría son Contratos Tecnológicos (CONTEC y COTE), I+D Aplicada (IDAE) y Alta Tecnología (IEAT). La data disponible de los instrumentos de propiedad intelectual corresponde al periodo 2013-2019 (al cierre de cada año) aunque los años de financiamiento de los proyectos corresponden a 2015, 2016 y 2017. Los resultados se presentan en la sección de anexos 11.7.

Antes de comentar los hallazgos, es relevante revisar las teorías del cambio de los instrumentos para entender si hace sentido esperar efectos del tratamiento en las variables de interés. En el caso de Voucher de Innovación (VIP y VIPM), se espera que una vez recibido el financiamiento, las empresas generen prototipos de baja resolución, pruebas de concepto y ensayos, así como un incremento de las actividades enfocadas en el diseño de nuevos productos. Por lo tanto, el enfoque de este instrumento es la generación de innovaciones de bienes y servicios, lo cual debería verse reflejado en las tasas de innovación de la empresa y las realizadas en colaboración con otros actores del ecosistema de innovación. Sin embargo, a priori no se espera que dichas innovaciones sean candidatas a participar en instrumentos de propiedad intelectual por la fase inicial en que las empresas se encuentran en los procesos de I+D+i empresarial. Por esa razón, se esperaría que las empresas que participan en estas convocatorias presenten bajas tasas de solicitudes y aprobación de instrumentos de propiedad intelectual, por lo que no se esperarían efectos significativos del tratamiento en este sentido.

Por otro lado, los instrumentos de Contratos Tecnológicos, I+D Aplicada y Alta Tecnología, están dirigidos a empresas que se encuentran en una etapa más avanzada del proceso de innovación. No obstante, es importante hacer notar que de estos tres instrumentos, el que presenta un mayor número de aplicaciones, Contratos Tecnológicos, no espera en su lógica causal generar innovaciones que se traduzcan en marcas y patentes. De hecho, este instrumento tiene como objetivo fundamental la formalización del proceso de innovación a través de la consolidación de los equipos encargados del I+D+i dentro de las empresas y la generación de alianzas con otras organizaciones del ecosistema de innovación. Por lo tanto, aunque sí se espera observar mayores solicitudes de patentes y marcas en las empresas que postulan las líneas de a I+D aplicada y Alta Tecnología, es posible que por el reducido tamaño de muestra de estos instrumentos, no se cuente con suficiente poder estadístico para identificar los cambios en el grupo de instrumentos de subsidio para la sofisticación de la innovación.

Finalmente, es importante recordar que en caso de que el tratamiento tenga un impacto sobre una variable de resultado, se debería observar una discontinuidad en el punto de corte. Es decir, las unidades tratadas deberían tener un nivel de la variable menor o mayor (dependiendo de la variable de interés) a las unidades de control. Dado que las unidades son similares en todo excepto en el tratamiento, dicha diferencia en la variable de interés se atribuye al efecto causal de la participación en el programa. Dado que la hipótesis nula en la

prueba que hace una Regresión Discontinua es que no hay discontinuidad, un p-valor bajo indica que hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, y concluir que hay una discontinuidad. Por el contrario, si el p-valor es alto, no habría evidencia para rechazar la hipótesis nula y por lo tanto se puede concluir que no hay evidencia de discontinuidad. Sin embargo, para que estas pruebas funcionen adecuadamente, se debe tener un número suficiente de observaciones a ambos lados del punto de corte (idealmente mayor que 45 como regla general).

En cuanto a los instrumentos de Voucher de Innovación (VIP y VIPM), podemos observar las siguientes estadísticas descriptivas. En términos descriptivos (véase el Cuadro N°24¹⁴), la mayor parte de las firmas que aplican, pero no han adjudicado el instrumento Voucher, no presentan solicitudes ni aprobaciones de patentes (en todos los años, la proporción de empresas que realizan alguna es inferior al 0.5% del total). En cuanto a las marcas, las solicitudes y registros son ligeramente mayores (el rango promedio anual se ubica entre el 5-8% del total de empresas). En término de las estimaciones del RD (Cuadro N°22), se puede observar que en la mayoría de los años los estimadores no son estadísticamente diferentes de cero. De hecho, aún sin controlar por problemas de comparación de múltiples hipótesis, no hay suficiente evidencia estadística para afirmar que hay una discontinuidad en ninguna variable en todo el periodo con un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, no podemos concluir que el instrumento tuvo un impacto estadísticamente significativo sobre esas variables en el horizonte del estudio.

No obstante, un aspecto interesante a resaltar es que, en un horizonte temporal corto luego de haber recibido el financiamiento, los estimadores parecen tener un signo negativo. En otras palabras, aunque el efecto del tratamiento no es estadísticamente diferente del cero, la estimación puntual muestra que las firmas que reciben el financiamiento presentan una menor probabilidad (no significativa) de realizar solicitudes o de recibir aprobaciones de patentes o de marcas. Este hecho es consistente a lo largo de los años y de las variables incluidas. Una posible explicación es que las empresas se centran en la generación de nuevos bienes y servicios o en realizar mejoras significativas a los ya existentes, así como la generación de vinculaciones con otras organizaciones y adquisición de capacidades para innovar, en vez de centrarse en la generación de innovaciones con intención de solicitar instrumentos de propiedad intelectual. Se recomienda profundizar en estos hallazgos en el futuro, para entender si las empresas logran la adquisición de capacidades, la formación de alianzas con otras organizaciones y las mejoras en las tasas de innovación de bienes y servicios; y si estas se traducen en el largo plazo en mayores solicitudes de instrumentos de propiedad intelectual.

Por otro lado, en el cuadro de la sección 11.7.2 se presentan resultados en lo relacionado con los instrumentos de sofisticación: Alta Tecnología, Contratos Tecnológicos e I+D aplicada (IEAT, CONTEC, COTE, IDAE). En primer lugar, es importante mencionar que el número de observaciones es inferior a los presentados en Vouchers de Innovación aunque sigue siendo suficiente para garantizar la validez de las aproximaciones asintóticas usadas por el método de Regresión Discontinua. En términos descriptivos, se puede observar que la proporción de empresas que obtienen aprobación de sus patentes, es muy similar a las observadas en VIP y VIPM. No obstante, en cuanto a los intentos de registro de patentes,

¹⁴ Un aspecto a mencionar es que en la base de datos las observaciones que no presentan solicitudes o aprobaciones de instrumentos de propiedad intelectual se cuentan en el cuadro con valores iguales a cero (0). Por dicha razón, se observan conteos similares para todas las variables.

los números son ligeramente superiores a los observados en VIP y VIPM (con un rango cercano al 3% del total de empresas entre el 2017-2019). En otras palabras, al menos en principio, pareciera que el número de solicitudes de patentes se incrementa más en el tiempo para todas las empresas que aplicaron a fondos de CONTE-COTE-IDAE-IEAT, comparado con aquellas empresas que aplicaron a VIP y VIPM. En el caso de solicitudes y aprobaciones de marcas, se observan también proporciones mayores (con un rango entre el 10 y el 15% del total de empresas entre 2013-2019).

En términos de los RD, se obtienen los siguientes resultados: Por un lado, no se presentan discontinuidades significativas para ningún año ni para ninguna variable de interés con un nivel de significancia del 5% (sin controlar por el problema de múltiples hipótesis). Esto puede ser explicado por diversas razones: en primer lugar, el tamaño de muestra de este grupo de instrumentos representa mayormente a empresas beneficiarias de Contratos Tecnológicos. Por esa razón, es posible que el poder estadístico del estudio no haya permitido capturar pequeños efectos en la probabilidad de solicitar o recibir una marca o patente. Por otro lado, los tiempos requeridos para aprobar una patente exceden un año en el caso chileno, por ello, es posible que el presente estudio esté analizando los efectos de la intervención en un horizonte temporal limitado. Además, es posible que los números de patentes y marcas se encuentren subestimadas por dos razones: (i) el estudio únicamente considera patentes registradas en Chile, lo cual excluye las patentes o marcas concedidas por otros países, y excluye las solicitudes presentadas ante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PTC en inglés), (ii) es posible que algunas marcas o patentes sean registradas por los encargados del proyecto o en relación de cooperación con otra organización y este estudio analiza aquellas marcas o patentes asociadas a las empresas.

Un aspecto importante a mencionar es la diferencia entre el impacto sustancial (o económico) de un estimador y el impacto estadístico. Aunque a nivel estadístico un estimador pueda ser pequeño, este debe compararse contra un benchmark con el objetivo de dimensionar los efectos observados. Para efectos del estudio, se realiza esta comparación con respecto al promedio de la variable de interés en el grupo de control. Esta media se puede calcular localmente (unidades del control dentro del ancho de banda) o se puede calcular globalmente (total de unidades no beneficiarias del programa). Posteriormente se usa la media para entender el tamaño del estimador en relación a la variable de resultado para las unidades de control. Por ejemplo, si tomamos el estimador de la primera fila del Cuadro de la sección 11.7.1 encontramos que es igual a -0.001. Para dimensionar este estimador, debemos entender la escala de la variable de resultado para las unidades de control. Por lo tanto tomamos la media de la primera fila del Cuadro de la sección 11.7.3, que es 0.001 (previo al tratamiento). Podemos concluir que el estimador es de una magnitud similar a la media global del grupo de control, lo cual indica que el tamaño del estimador es relativamente grande. Sin embargo, no es posible distinguir de cero esta magnitud en términos estadísticos dado que el p-valor es cercano a 0.2.

En resumen, no existe evidencia de que estos grupos de instrumentos hayan generado efectos del tratamiento positivos y significativos en el periodo de estudio. Como se mencionó en la revisión del diseño metodológico de la evaluación, la obtención de patentes y/o marcas no es un resultado esperado para todos los instrumentos medidos. Sólo es mencionado como un resultado intermedio en la Teoría de Cambio de dos de los instrumentos de sofisticación de la innovación: a saber, I+D Aplicada y Alta Tecnología.

Dichos instrumentos sólo representan una proporción menor de las unidades consideradas en el estudio. Adicionalmente y tal como se constata en la sección de revisión de literatura, la obtención de patentes y de nuevas marcas no es un resultado observable en el corto plazo, sino que requiere de la consolidación de otros factores habilitadores previos.

8.2. Hallazgos sobre el desempeño de las empresas

Uno de los aportes que este estudio busca realizar en la literatura, es estimar si en un horizonte temporal corto, las empresas beneficiarias de algún financiamiento del programa de Fomento a la Innovación Empresarial de InnovaChile mejoraron su desempeño económico. Para ello, se recurre a las declaraciones tributarias que las empresas reportan al Sistema de Impuestos Internos (SII). Como en la sección anterior, dichos resultados también se analizan a través de RD para las empresas cercanas al puntaje de corte. A partir del cruce de la teoría del cambio de los instrumentos y de la información reportada por las empresas, se seleccionan las siguientes variables de resultados: i.) Costos de venta, ii.) Número de trabajadores, iii.) Productividad laboral iv.) Utilidad, y v.) Ventas. El periodo de los datos obtenidos a partir del SII es del 2014-2018, dados los cambios en la estructura tributaria chilena, que dificultan la comparabilidad de los datos con posterioridad a este periodo. Un aspecto a mencionar es que los datos reportados anualmente por las empresas se corresponden con el año comercial anterior¹⁵. En otras palabras, únicamente se cuenta con información de las declaraciones tributarias de los años comerciales del 2013-2017 para la mayoría de las variables (con excepción del número de trabajadores), lo cual limita el análisis del tratamiento para las cohortes que reciben financiamiento en los años 2016 y 2017.

Antes de presentar los resultados, se requiere dar cuenta de los efectos esperados de los instrumentos. En cuanto a Vouchers de Innovación, la teoría del cambio del instrumento muestra que si las empresas beneficiarias mejoran sus habilidades para la gestión de tecnologías desarrolladas e incrementan las tasas de innovación propias a la empresa y con colaboración, deben mejorar la productividad laboral y el valor económico de sus empresas. En otras palabras, a través de la generación de innovaciones de bienes y servicios, de la gestión de alianzas con otras instituciones y la adquisición de competencias relacionadas con la innovación, se espera que mejore el desempeño económico de las firmas beneficiarias.

Algo similar se espera que ocurra con las firmas beneficiarias del instrumento I+D aplicada, aunque el canal del tratamiento posiblemente sea diferente. En este caso, se espera que las empresas beneficiarias, generen innovaciones nacionales sofisticadas de alto impacto y alcance global y obtengan bienes y servicios de alta tecnología. Si lo anterior se cumple, la teoría indica que las empresas deben internacionalizar dichos bienes y servicios y mejorar su productividad y competitividad. Esta cadena causal es muy parecida al instrumento de Alta Tecnología. La diferencia entre ambos instrumentos es que I+D Aplicada tiene como objetivos, además de la mejora en las ventas e inversión en I+D por parte de las empresas, la generación de pilotos, prototipos y pruebas de concepto así como su validación. Por su parte, el proyecto de Alta Tecnología se enfoca más en los resultados finales del valor económico de la empresa y su desempeño financiero.

¹⁵ Los datos provenientes de las declaraciones tributarias de las empresas al SII se realizan anualmente entre marzo y abril, y contienen información sobre el año comercial anterior. Por esa razón, se realiza una agregación de datos anual que se corresponde con información del periodo anterior.

Finalmente, en cuanto a Contratos Tecnológicos, no se espera que el financiamiento directamente genere una mejora en el desempeño económico de las empresas. En cambio, se espera que dicho financiamiento contribuya a formalizar los procesos de innovación empresarial y de vinculación con otras organizaciones, y así generar incrementos en el número de proyectos y gasto asociado a I+D+i.

En resumen, se espera que solo tres de los cuatro instrumentos considerados potencialmente generen efectos en el valor económico y desempeño financiero de las empresas. Además, se espera que sus canales de tratamiento sean diferentes. Por lo tanto, se decide realizar el análisis de los efectos por cada instrumento de forma individual y luego estimar efectos promedio por los dos grupos considerados en la sección anterior: subsidio para la innovación en fase temprana (VIP y VIPM) y subsidio para la sofisticación de la innovación (COTE, CONTEC, IDAE y IEAT).

En la sección de anexos, numeral 11.5 se presentan diferentes resultados de ejercicios de Regresión Discontinua sobre las variables de interés¹⁶. Los resultados se presentan desagregados en cuatro grupos: (i) Por instrumento y cohorte de tratamiento (2015, 2016 y 2017)¹⁷ en la sección 11.5.1, (ii) Agregando instrumentos, años y cohortes, en la sección 11.5.2., (iii) Por instrumento, año, y cohorte, en la sección 11.5.3, y (iv) Por grupos de instrumentos, agregando años, y cohorte, en la sección 11.5.4. Una advertencia a realizar es que pocos niveles de agregación de las unidades cumplen con la regla general de contar con al menos 45 observaciones a cada lado del puntaje de corte y dentro del ancho de banda. La implicación de esto es que, por un lado, se cuenta con un limitado poder estadístico para identificar pequeños efectos del tratamiento; por otro lado, es posible que los errores estándar de las estimaciones sean elevados dado el tamaño de muestra considerado; finalmente, un número reducido de observaciones dentro del ancho de banda del RD puede ocasionar problemas en las propiedades asintóticas de las estimaciones. Las consecuencias de lo anterior, es que los resultados de los RD pueden no ser confiables desde una perspectiva estadística.

La sección de anexos 11.5.1. presenta los resultados obtenidos para cada instrumento y cada cohorte de tratamiento (2015-2017). En general, se puede observar que son pocos los casos en los cuales el número de observaciones a ambos lados del punto de corte están por encima de 45. Aunque existen algunos estimadores significativos (antes de ajustar por el problema de múltiples hipótesis), las limitaciones mencionadas en la data no permiten concluir de forma rigurosa sobre estos hallazgos¹⁸. En otras palabras, con la data disponible no es posible distinguir los efectos locales del tratamiento del cero. Esto puede ser explicado por el pequeño tamaño de muestra en las convocatorias o por problemas en las

¹⁶ Cabe resaltar que las variables de interés fueron estandarizadas para que su escala fuera más razonable. Dicho procedimiento se hace dividiendo la variable por 10 de manera sucesiva hasta que el máximo de la variable es menor a 100. Por lo tanto, los coeficientes de los estimadores no tienen una interpretación directa, sino que requieren su transformación para analizar los efectos en las unidades originales (pesos chilenos o número de trabajadores).

¹⁷ En este caso, definimos cohorte de tratamiento a los años donde las empresas reciben al menos un tratamiento (es decir, son beneficiarias de al menos una línea de financiamiento). Esto puede ocurrir debido a que no existe requerimiento de que las empresas únicamente se postulen a una convocatoria por año. Por esa razón, es posible que las empresas presenten distintos estatus de tratamiento entre las distintas convocatorias. No obstante, si los supuestos detrás del RDD son válidos, debería ocurrir que cada convocatoria se comporte como si fuese un experimento aleatorio, por lo que esperaríamos que las empresas cercanas al puntaje de corte sean estadísticamente equivalentes, incluso si han participado en distintas convocatorias.

¹⁸ Para mayor información, remitirse a la sección 7.3 sobre limitaciones del proceso de levantamiento de información a partir de datos del SII.

propiedades asintóticas de los estimadores. Adicionalmente, es posible que el efecto en el desempeño económico de las empresas beneficiarias de estos instrumentos pueda requerir un periodo más largo para experimentar resultados positivos y significativos.

Al analizar los resultados agregando por instrumento, año y cohorte (véase Cuadro N°15), observamos que ninguna variable presenta resultados positivos y significativos con un nivel de significancia del 1%. En otras palabras, si se agrupa a todas las empresas que recibieron algún subsidio en alguno de los tres años de intervención, no hay evidencia de que sean estadísticamente distintas de aquellas empresas al otro lado del puntaje de corte (y dentro del ancho de banda) para las variables de costos, número de trabajadores, productividad laboral, utilidad o ventas. No obstante, se puede observar que en todos los casos los estimadores son positivos, aunque no son distintos del cero en términos estadísticos. Adicionalmente, relajando el nivel de significancia, se puede observar que con un nivel de confianza del 95%, los efectos locales son positivos sobre la variable del número de trabajadores. No obstante, las limitaciones presentadas para los modelos anteriores persisten en esta dimensión del análisis. Se requiere repetir las estimaciones con el paso del tiempo y buscar incrementar el poder estadístico de los RD con el objetivo de analizar si la discontinuidad en esa (u otras variables) se profundiza en el tiempo.

Finalmente, en la sección 11.5.3 se presentan los resultados desagregados por año y cohorte. El objetivo de este análisis es estudiar para todas las cohortes del tratamiento a las variables de interés antes y después de la intervención. En este caso, se puede observar que a priori no existen diferencias significativas en las unidades a la izquierda y a la derecha del puntaje de corte en los periodos previos al tratamiento, aunque probablemente las propiedades asintóticas de los estimadores no se cumplan, debido al tamaño de las muestras. Sin embargo, dada la no disponibilidad de datos para los resultados de interés a partir del 2017, el estudio no permite considerar un horizonte temporal lo suficientemente largo como para analizar los efectos del tratamiento sobre las cohortes del 2016 y 2017.

Como un ejercicio adicional se calcula un estimador por grupo de tratamientos, construido con base en el Cuadro N°14 de la sección 11.5.1. El objetivo es poder comparar los impactos para un grupo de instrumentos: subsidio a la innovación en fase temprana (VIP y VIPM) y comparar ese indicador con el grupo de subsidio para la sofisticación de la innovación (COTE, CONTEC, IDAE, IEAT). El Cuadro N°17 (sección 11.5.4) contiene los resultados agrupados y se reporta únicamente un estimador que se construye como un promedio ponderado de los estimadores individuales para cada instrumento. Los pesos son el número de observaciones dentro del ancho de banda para los ejercicios desagregados, divididos por la suma de dichas observaciones para todos los instrumentos del grupo. En este caso no se reporta la precisión estadística (p-valores o intervalos de confianza) dado que esta información no se puede calcular a partir de las estimaciones individuales. Por lo tanto, dichos estimadores ponderados deben tomarse como indicativos de la magnitud del efecto, pero teniendo en cuenta que no se cuenta con información sobre la precisión estadística del estimador.

En cuanto a los hallazgos de estos estimadores ponderados se puede observar que los coeficientes cambian de signo y de magnitud aún para la misma variable de resultado y no son consistentes entre ambos grupos de instrumentos en todos los casos. No obstante, algunos casos como el del grupo 2 experimentan resultados consistentes. Este grupo experimenta de forma sistemática una mejora en el número de trabajadores y la utilidad

medido a través de este estimador ponderado. Por otro lado, para el instrumento de Voucher de Innovación, únicamente en el caso de productividad laboral y utilidad se experimentan resultados consistentes, obteniendo en ambos casos estimadores con signos negativos.

De la misma manera como se discutió en la sección 7.2.2 al comentar los resultados de INAPI, en algunos casos es importante entender el impacto sustancial o económico de la política estudiada. Para tal fin se utilizaron diferentes medidas del grupo de control que permiten saber si los estimadores obtenidos son grandes o pequeños, más allá de si son estimados con mucha o con poca precisión. Por ejemplo, en el Cuadro N°18 de la sección 11.5.5 presentamos estadísticas descriptivas para el grupo de control (empresas no beneficiarias de ningún financiamiento y que se ubican dentro del ancho de banda). Estos resultados pueden ser usados para escalar los coeficientes provenientes de los RD. Por ejemplo, la primera fila del Cuadro N°14 dice que el estimador tiene un valor de 0.684. La fila 1 del Cuadro N°18 muestra que la media para el grupo de control en ese caso era de 0.204. Es decir que el estimador era 3.35 veces la media global del grupo de control.

En resumen, considerando los tamaños muestrales de los que se dispone, dadas las restricciones anteriormente mencionadas, no es posible pronunciarse sobre los potenciales efectos que estos instrumentos hayan tenido en el periodo de estudio sobre las variables de desempeño financiero de las empresas. Esto se debe a potenciales problemas de poder estadístico o de cumplimiento de las propiedades asintóticas de los estimadores.

9. Conclusiones, aprendizajes y recomendaciones

Principales Hallazgos de la Evaluación

Sobre los hallazgos del análisis de los datos, los resultados dan cuenta de que los instrumentos de Innovación Empresarial medidos en el marco de la evaluación, no han tenido un impacto estadísticamente significativo en la solicitud u otorgamiento de patentes ni tampoco en la solicitud o registro de marcas. Estos resultados se circunscriben al análisis de los datos facilitados por el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, que se enmarcan en un horizonte de cinco años o menos luego de recibido el financiamiento y que son aquella fuente de datos que cuenta con suficiente poder estadístico para concluir de forma confiable sobre el impacto de los programas. Lo anterior implica que de aquellas empresas beneficiarias del programa, seleccionadas con un puntaje inmediatamente superior al puntaje de corte, la proporción que solicitó y/o registró una marca o patente en un periodo de 1 a 5 años luego de recibir el programa no fue estadísticamente diferente de aquellas empresas que no recibieron las prestaciones del programa por estar levemente por debajo al puntaje de corte y no haber sido adjudicadas como beneficiarias del programa.

Los Desafíos de Evaluar durante una Pandemia:

La Pandemia por Covid 19 del año 2020 y las restricciones a la movilidad y al habitual desempeño de labores de los equipos de trabajo de las diversas organizaciones involucradas han implicado importantes desafíos al proceso de evaluación, requiriendo una estrategia de toma de decisiones y eventual adaptación del proceso oportuna, informada y colaborativa, para hacer factible la implementación del estudio. Algunas de las dificultades condicionadas por la pandemia fueron:

- La suspensión de la visita del investigador principal a Chile y la adaptación de las actividades programadas a un formato completamente virtual
- El equipo investigador atribuye la baja contactabilidad de las empresas y la consecuente baja tasa de respuesta de la encuesta a empresas en el contexto de pandemia y sus implicancias para el trabajo de empresas, entre otros factores.
- El incremento de los tiempos de coordinación de la extracción de datos en el computador isla de SII y las dificultades para implementar estrategias para abordar las dificultades asociadas a los datos ausentes, dentro de los límites de tiempo del estudio.
- La necesidad de adaptar todo el proceso de evaluación a un formato virtual.

El principal aprendizaje obtenido en este proceso es que para hacer factible la implementación del proceso de evaluación en un contexto especialmente desafiante se requiere una estrecha comunicación y colaboración entre los diversos actores involucrados y un consenso sobre la relevancia y prioridad que implica el estudio. La forma de abordar estos desafíos fue el trabajo de un equipo gestor interinstitucional que apoyó tanto la toma de decisiones estratégicas del proyecto, como su implementación.

Se recomienda que para futuros ejercicios de evaluación se implemente un Equipo Gestor Interinstitucional, conformado por diversos actores relevantes. En el caso de esta evaluación, el EGI se compuso por representantes de Dipres, CORFO, Ministerio de Economía y el Equipo Evaluador y se recomienda que adicionalmente se incorpore a un representante del Servicio de Impuestos Internos. Lo anterior en tanto el compromiso e involucramiento activo del SII puede facilitar la coordinación eficiente y oportuna de futuros ejercicios de evaluación de impacto en los que se utilicen datos del Servicio.

La heterogeneidad de la Intervención y sus desafíos para la evaluación

El diseño del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial de CORFO incorpora un conjunto de instrumentos que si bien comparten sus objetivos de impacto, lo hacen a través de estrategias, productos y resultados esperados distintos. Lo anterior se basa en una lógica de complementariedad de los distintos instrumentos que pueden ser entendidos como distintas etapas de un camino común, que se espera las empresas recorran para concretar procesos de innovación que son diversos y complejos. Si bien todos los instrumentos del programa constituyen fondos no reembolsables para apoyar el financiamiento de actividades de innovación en las empresas, cada uno tiene un foco, objetivo, población objetivo, montos asociados y lógica causal de la intervención diferente.

Debido a esta heterogeneidad en el diseño y en la implementación, el alcance de la evaluación, en términos de los instrumentos que incorporó fue reducido debido a que no fue factible la implementación de la metodología propuesta para los instrumentos que asignaban el tratamiento mediante ventanilla abierta.

Un importante aprendizaje del equipo evaluador al respecto obtenido en el marco de la gestión del proceso de evaluación ha sido la fortaleza de implementar ejercicios analíticos colaborativos, entre el equipo evaluador y quienes han estado involucrados en el diseño e implementación de los diversos instrumentos del programa. Lo anterior permite analizar la

pertinencia y factibilidad de la implementación del diseño metodológico de la evaluación, ajustar aquellos aspectos que puedan requerirlo y de esta forma gestionar de forma eficiente y consensuada el proceso.

La recomendación que se realiza a la organización para futuros procesos de evaluación de impacto es propiciar la existencia de espacios colaborativos de análisis y ajuste del diseño metodológico de la evaluación, asegurando un proceso adecuado a las necesidades, expectativas y posibilidades de la organización.

No se incorporan recomendaciones de adaptación del diseño de instrumentos ni del programa para abordar de mejor forma heterogeneidad señalada en futuros procesos de evaluación debido a que, como se ha señalado previamente, el año 2019 CORFO implementó un profundo proceso de rediseño del Programa y de sus instrumentos, debido a lo cual los instrumentos evaluados en este proceso no están ya vigentes.

El Diseño de la Evaluación y los datos requeridos:

El método de Regresión Discontinua, definido como estrategia metodológica para la implementación de la evaluación es, dentro de las herramientas de evaluación de impacto actuales, una opción sencilla de implementar y suele producir resultados robustos y creíbles cuando se cumplen los requerimientos del método. El diseño debe ser tal que haya un puntaje, un punto de corte y un tratamiento. Las unidades con puntaje arriba del punto de corte reciben el tratamiento y las demás no. Este diseño permite comparar unidades cercanas al punto del corte con y sin el tratamiento. Si las variables que no se debieron ver afectadas por el tratamiento son iguales a ambos lados del punto de corte, entonces los cambios en las variables de resultado se pueden atribuir al tratamiento. Como se ha observado en el informe, lo anterior se ha cumplido en el caso del diseño de la evaluación del Programa de Fomento a la Innovación Empresarial, focalizado en los instrumentos de Voucher de Innovación, Contratos Tecnológicos, Alta Tecnología e I+D aplicada para su implementación 2015, 2016 y 2017, dando cuenta de un diseño pertinente, robusto y adecuado a la información disponible al método de diseño

Sin embargo, el RD se basa en aproximaciones estadísticas que requieren un número suficiente de observaciones. En particular, para lograr aproximaciones usando el Teorema del Límite Central, se necesita tener más de 35-45 observaciones. Como se presentó en la sección de hallazgos, en la mayoría de ejercicios realizados no hubo más de 35-45 observaciones a ambos lados del punto de corte, razón por la cual no se logra una aproximación creíble, y los resultados no se pueden interpretar de manera confiable. El bajo número de datos disponibles para el análisis se debe a una alta cantidad de datos no encontrados en las base de datos del Servicio de Impuestos Internos y a un alto nivel de deserción muestral en la respuesta de las empresas a la encuesta. Esta escasa disponibilidad de datos se explica por diversos motivos, que han sido revisados en la sección sobre los resultados del trabajo de terreno y que han incidido en la imposibilidad de arribar a conclusiones robustas y confiables sobre el impacto del programa y sus diversos instrumentos. Adicionalmente, dadas las teorías de cambio de los instrumentos evaluados y sus potenciales efectos esperados en las variables de propiedad intelectual y desempeño financiero de las empresas, se sugiere repetir en un futuro ejercicio de evaluación los análisis estadísticos realizados en este estudio en un horizonte temporal mayor a fin de poder analizar si los efectos se concretan (o no) con el paso del tiempo.

Desafíos asociados al levantamiento y análisis de datos

Un aprendizaje relacionado al proceso de levantamiento de datos se relaciona con el hecho de que pese a haber considerado un diseño mixto que combina datos administrativos y datos levantados por el equipo evaluador mediante encuestas, existieron dificultades que impidieron obtener y utilizar de acuerdo a la planificación, dos de las tres fuentes de datos consideradas en el diseño del estudio.

Si bien el uso de datos administrativos para la evaluación de impacto constituye una oportunidad eficiente y eficaz para evaluar programas en países cuyos sistemas de recolección y bases de datos administrativos están suficientemente consolidadas, como es el caso de Chile, existen procedimientos, normativas, requisitos de gestión y otros que hacen que estas estrategias sean falibles. Por lo tanto se recomienda que además de utilizar datos administrativos de otras organizaciones para las evaluaciones y planificar el levantamiento de encuestas orientadas a conocer el impacto de los programas, la organización implemente estrategias para fortalecer el sistema con el que registra, gestiona y analiza los datos de quienes postulan a sus programas y de esta forma facilitar el uso de estrategias de evaluación con datos institucionales.

Cómo se ha constatado en el informe, la baja tasa de respuesta de las empresas a las encuestas, adicional a dificultades logísticas para contactarles da cuenta de una escasa motivación para entregar información sobre su desempeño, incluso en aquellos casos que han recibido el tratamiento, es decir a quienes se les ha adjudicado un fondo. Esta alta deserción muestral, si bien es diferenciada entre grupo de tratamiento y grupo de control da cuenta de un importante desafío de carácter transversal, para asegurar la disponibilidad de datos para evaluar impacto de forma eficiente y eficaz. En este punto la recomendación hacia el futuro es que haya garantías dentro del diseño programático que permitan el acceso a un número suficiente de observaciones a ambos lados del punto de corte, de tal manera que se pueda hacer Regresiones Discontinuas de manera apropiada.

Estas garantías se refieren a mecanismos e incentivos para fomentar la entrega de datos por parte de las empresas postulantes a los distintos instrumentos que forman parte del programa. Este reporte y un adecuado registro y almacenamiento de los datos para posterior análisis en las etapas de postulación, pero también durante y luego del periodo de ejecución es una condición necesaria para hacer factible la medición de impacto mediante una metodología de RD. Es importante recalcar que desde CORFO, y luego del periodo que forma parte del alcance de la evaluación se han realizados importantes esfuerzos para optimizar las estrategias y sistemas para recolección y almacenamiento de estos datos reduciendo en amplia medida los desafíos en este línea. Una mirada al futuro

Para incrementar la evaluabilidad de los programas, de cara a la implementación de futuros ejercicios de evaluación de impacto es necesario que se creen incentivos para que las empresas reporten los datos de manera consistente a través del tiempo, bien sea que se asignen al grupo de control o al grupo de tratamiento. Esto debe lograrse desde el diseño mismo del programa, estableciendo mecanismos que incentiven a las empresas participantes a reportar los datos suficientes para poder hacer una evaluación de impacto.

Es deseable que dicho diseño de mecanismos cree incentivos para que las empresas respondan a las encuestas o a cualquier solicitud adicional de información, y que dicho

proceso no dependa de su voluntad, dado que esto crea problemas estadísticos de sesgo de selección que son muy difíciles de solucionar una vez se ha implementado el programa.

En este punto se reconoce el hecho de que a partir del año 2019 la Gerencia de Innovación de CORFO ha implementado esfuerzos sistemáticos para robustecer el sistema de registro, almacenamiento y análisis de los datos de línea base, de seguimiento y de resultados de las empresas que son beneficiarias de los instrumentos de sus programas. Implementando mejoras como la estandarización de los indicadores de línea base y seguimiento y la automatización y estandarización de las estrategias y sistemas de levantamiento y registro de datos, entre otros. En reconocimiento de este esfuerzo, implementado con posterioridad al periodo de alcance de la evaluación, y ante la necesidad de conocer oportunamente sus fortalezas y debilidades, el equipo evaluador no hace recomendaciones con respecto a la nueva estrategia de gestión de datos para empresas beneficiarias.

Sin embargo y pese a que la línea base levantada por el mencionado sistema incorpora a la totalidad de empresas postulantes, se levanta la alerta sobre la necesidad de profundizar y robustecer el levantamiento de datos de resultados e impacto de aquellas empresas que no han sido beneficiarias del programa y que podrían constituir parte del grupo de control en una evaluación de impacto.

Finalmente, el equipo evaluador sugiere planificar e implementar un nuevo esfuerzo de evaluación de impacto de los instrumentos que formaron parte del alcance de la evaluación con el diseño metodológico propuesto, previa adaptación de aquellos aspectos que requieren ser ajustados para asegurar la reducción de los niveles de datos no encontrados.

Debido al esfuerzo de indagación y registro de los datos existentes en la organización sobre los puntajes obtenidos por las empresas postulantes a los diversos instrumentos y las estrategias y puntajes de corte de adjudicación al tratamiento en los años 2015 a 2017, así como el diseño metodológico y las herramientas de levantamiento de datos (Diseño de encuestas y do file) se recomienda que la organización pueda planificar un nuevo momento de implementación de la evaluación de impacto mediante RD, una vez subsanados las dificultades con la disponibilidad de datos que afectaron el ejercicio aquí reportado. Esta evaluación se basará en los aprendizajes del ejercicio abordado en este informe y podría ser implementado tanto por un equipo externo como por un equipo interno de la organización.

10. Referencias bibliográficas

- Aboal, D., & Garda, P. (2016). Does public financial support stimulate innovation and productivity? An impact evaluation. *CEPAL Review*, 2015(115), 41–61. <https://doi.org/10.18356/3fdbef72-en>
- Aboal, D., Rojas, G., Servin, B., & Queraltó, P. (2019). How Effective are Innovation Support Programs to Stimulate Innovation? Evidence from Paraguay. *Dotec-Colombia.org*. <http://www.dotec-colombia.org/index.php/series/518-lacea-latin-american-and-caribbean-economic-association/doumentos-de-rabajo-lacea/17233-how-effective-are-innovation-support-programs-to-stimulate-innovation-evidence-from-paraguay>
- Acemoglu, D., Akcigit, U., Alp, H., Bloom, N., & Kerr, W. R. (2013, April 25). Innovation, Reallocation and Growth. National Bureau of Economic Research Working Paper Series. <http://www.nber.org/papers/w18993>
- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2), 323. <https://doi.org/10.2307/2951599>
- Aguiar, L., & Gagnepain, P. (2017). European cooperative R&D and firm performance: Evidence based on funding differences in key actions. *International Journal of Industrial Organization*, 53(C), 1–31. https://econpapers.repec.org/article/eeeindorg/v_3a53_3ay_3a2017_3ai_3ac_3ap_3a1-31.htm
- Arrow, K. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. *NBER*, 609–626. <http://www.nber.org/chapters/c2144>
- Baghana, R. (2010). Public R&D Subsidies and Productivity: Evidence from Firm-Level Data in Quebec. *Ideas.repec.org*. <https://ideas.repec.org/p/unm/unumer/2010055.html>
- Bayona-Sáez, C., & García-Marco, T. (2010). Assessing the effectiveness of the Eureka Program. *Research Policy*, 39(10), 1375–1386. https://econpapers.repec.org/article/eeerespol/v_3a39_3ay_3a2010_3ai_3a10_3ap_3a1375-1386.htm
- Becker, B. (2014). PUBLIC R&D POLICIES AND PRIVATE R&D INVESTMENT: A SURVEY OF THE EMPIRICAL EVIDENCE. *Journal of Economic Surveys*, 29(5), 917–942. <https://doi.org/10.1111/joes.12074>
- Belmar, J. M. (2014). Innovación y fomento: una evaluación no experimental de programas CORFO. *Uchile.CI*. <https://doi.org/http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116389>
- Benavente, J. M., Crespi, G., Figal, L., & Maffioli, A. (2012). The impact of national research funds: A regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. *Research Policy*, 41(8), 1461–1475. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.007>
- Benavente, J. M., Crespi, G., & Maffioli, A. (2007). Public Support to Firm-Level Innovation: An Evaluation of the FONTEC Program. *Repec.org*. <https://econpapers.repec.org/RePEc:idb:ovewps:0507>
- Bernal, R., & Peña, X. (2011). Guía práctica para la evaluación de impacto: Guía práctica para la evaluación de impacto (1st ed., p. 325). Universidad de los Andes, Colombia. <https://www.jstor.org/stable/10.7440/j.ctt1b3t82z>
- Blanco, L. R., Gu, J., & Prieger, J. E. (2015). The Impact of Research and Development on Economic Growth and Productivity in the U.S. States. *Southern Economic Journal*, 82(3), 914–934. <https://doi.org/10.1002/soej.12107>
- Bronzini, R., & Iachini, E. (2011). Are incentives for R&D effective? Evidence from a regression discontinuity approach. *Roma Banca D'italia*.
- Bronzini, R., & Piselli, P. (2016). The impact of R&D subsidies on firm innovation. *Research Policy*, 45(2), 442–457. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.10.008>
- CAF. (2019). ¿Cómo implementar Regresión Discontinua para medir impacto? | CAF. *Caf.com*; CAF - Banco de Desarrollo de América Latina. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/07/como-implementar-regresion-discontinua-para-medir-impacto/>
- Calónico, S., Cattaneo, M. D., & Titiunik, R. (2014). Robust Nonparametric Confidence Intervals for Regression-Discontinuity Designs. *Econometrica*, 82(6), 2295–2326. <https://doi.org/10.3982/ecta11757>
- Castellani, D., Piva, M. C., Schubert, T., & Vivarelli, M. (2016). The Productivity Impact of R&D Investment: A Comparison between the EU and the US. <http://ftp.iza.org/dp9937.pdf>
- Castillo, V., Maffioli, A., Rojo, S., & Stucchi, R. (2011). Innovation Policy and Employment Evidence from an Impact Evaluation in Argentina.

- https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/empleo_y_politicas_de_innovacion_evidencia_desde_la_evaluacion_de_impacto_en_argentina.pdf
- Cattaneo, M. D., Idrobo, N., & Titiunik, R. (2019). A Practical Introduction to Regression Discontinuity Designs. <https://doi.org/10.1017/9781108684606>
- Cattaneo, M. D., Jansson, M., & Ma, X. (2019). Simple Local Polynomial Density Estimators. *Journal of the American Statistical Association*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/01621459.2019.1635480>
- Cattaneo, M. D., Titiunik, R., & Vazquez-Bare, G. (2019). Power calculations for regression-discontinuity designs. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 19(1), 210–245. <https://doi.org/10.1177/1536867x19830919>
- Cattaneo, M., Titiunik, R., & Vazquez-Bare, G. (2019). The Regression Discontinuity Design. https://cattaneo.princeton.edu/papers/Cattaneo-Titiunik-VazquezBare_2019_Sage.pdf
- Cimoli, M., & Porcile, G. (2009). Sources of learning paths and technological capabilities: an introductory roadmap of development processes†. *Economics of Innovation and New Technology*, 18(7), 675–694. <https://doi.org/10.1080/10438590802564600>
- Cockburn, I., & Griliches, Z. (1988). Industry Effects and Appropriability Measures in the Stock Market's Valuation of R&D and Patents. *American Economic Review*, 78(2), 419–23. https://econpapers.repec.org/article/aeaarecrev/v_3a78_3ay_3a1988_3ai_3a2_3ap_3a419-23.htm
- Correa, P., Andres, L., & Borja-Vega, C. (2011). The impact of government support on firm R&D investments : a meta-analysis. [Worldbank.org](http://documents.worldbank.org/curated/en/158151468164363390/The-impact-of-government-support-on-firm-R-D-investments-a-meta-analysis), 1–58. <http://documents.worldbank.org/curated/en/158151468164363390/The-impact-of-government-support-on-firm-R-D-investments-a-meta-analysis>
- Crespi, G., Garone, L. F., Maffioli, A., & Melendez, M. (2015). Long-Term Productivity Effects of Public Support to Innovation in Colombia. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(1), 1–17. https://www.academia.edu/25020117/Long-Term_Productivity_Effects_of_Public_Support_to_Innovation_in_Colombia
- Czarnitzki, D., & Lopes-Bento, C. (2014). Innovation Subsidies: Does the Funding Source Matter for Innovation Intensity and Performance? Empirical Evidence from Germany. *Industry and Innovation*, 21(5), 380–409. <https://doi.org/10.1080/13662716.2014.973246>
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2017, March 31). Business innovation: effect of public support, 2017. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/business-innovation-effect-of-public-support-2017>
- Easterly, W. (2001). What have we learned from a decade of empirical research on growth? It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. *The World Bank Economic Review*, 15(2), 177–219. <https://doi.org/10.1093/wber/15.2.177>
- Einiö, E. (2014). R&D Subsidies and Company Performance: Evidence from Geographic Variation in Government Funding Based on the ERDF Population-Density Rule. *Review of Economics and Statistics*, 96(4), 710–728. https://doi.org/10.1162/rest_a_00410
- Fagerberg, J. (2003). Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature. *Journal of Evolutionary Economics*, 13(2), 125–159. <https://doi.org/10.1007/s00191-003-0144-1>
- Falatoon, H., & Safarzadeh, M. R. (2006). Technological innovations and economic prosperity: A time series analysis. *RISEC*, 53, 240–248. <https://doi.org/10.1007/BF03029586>
- Fernández-Sastre, J., & Martín-Mayoral, F. (2015). The effects of developing-countries' innovation support programs: evidence from Ecuador. *Innovation*, 17(4), 466–484. <https://doi.org/10.1080/14479338.2016.1157447>
- Freeman, C., & Paredes, E. (1975). *La teoría económica de la innovación industrial*. Alianza.
- García-Quevedo, J. (2004). Do Public Subsidies Complement Business R&D? A Meta-Analysis of the Econometric Evidence. *Kyklos*, 57(1), 87–102. <https://doi.org/10.1111/j.0023-5962.2004.00244.x>
- Griliches, Z. (1980, January 1). R&D and the Productivity Slowdown. [Www.Nber.org](https://www.nber.org/papers/w0434). <https://www.nber.org/papers/w0434>
- Griliches, Z., & Mairesse, J. (1982, August 1). Comparing Productivity Growth: An Exploration of French and U.S. Industrial and Firm Data. [Www.Nber.org](https://www.nber.org/papers/w0961). <https://www.nber.org/papers/w0961>

- Hall, B. H., & Maffioli, A. (2008). Evaluating the impact of technology development funds in emerging economies: evidence from Latin America. *The European Journal of Development Research*, 20(2), 172–198. <https://doi.org/10.1080/09578810802060819>
- Hall, R. E., & Jones, C. I. (1999). Why do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker than Others? *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83–116. <https://doi.org/10.1162/003355399555954>
- Henningsen, M., Hægeland, T., & Møen, J. (2015). Estimating the additionality of R&D subsidies using proposal evaluation data to control for research intentions. *The Journal of Technology Transfer*, 40(2), 227–251. <https://ideas.repec.org/a/kap/jtech/v40y2015i2p227-251.html>
- Igami, M. (2013). Patent Statistics as Innovation Indicators? Hard Evidence. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2263318>
- Klenow, P., & Rodriguez-Clare, A. (1997). The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far? *RePEc - Econpapers*. <https://econpapers.repec.org/bookchap/nbrnberch/11037.htm>
- Le, T., & Jaffe, A. B. (2016). The impact of R&D subsidy on innovation: evidence from New Zealand firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(5), 429–452. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1213504>
- Lederman, D., & Maloney, W. F. (2003, April 1). R&D and Development. *Papers.Ssrn.com*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=402480
- Lemaire, M., Doebbel, H., Pertuzé, J., & Trinidad Alvarez, M. (2017). Resultados de voucher de innovación y contratos tecnológicos. In *Laboratorio de Estudios de I+D+i Empresarial*. Centro de Innovación UC: Anacleto Angelini.
- Lopez-Acevedo, G., & Tinajero, M. (2010). Impact Evaluation of SME Programs Using Panel Firm Data. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/19860/WPS5186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Ciencia. (2019). Encuesta Nacional de Innovación 2017 - 2018. *Www.Minciencia.Gob.Cl*; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. <https://www.minciencia.gob.cl/area-de-trabajo/encuesta-nacional-de-innovacion-2017-2018>
- OECD Statistics Directorate. (2019). OECD Glossary of Statistical Terms - Innovation activities Definition. *Oecd.org*. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6863>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020). OECD ICT indicators. *Key ICT Indicators*. <http://www.oecd.org/digital/broadband/oecdkeyictindicators.htm>
- Petrin, T. (2018). A literature review on the impact and effectiveness of government support for R&D and innovation. http://www.isigrowth.eu/wp-content/uploads/2018/02/working_paper_2018_05.pdf
- Pirtea, M., Dima, B., & Milos, L. R. (2009, November 24). An empirical analysis of the interlinkages between financial sector and economic growth. *Ideas.repec.org*. <https://ideas.repec.org/p/prapra/mprapa/20085.html>
- Rocha, C. (2018). Impact evaluation of innovation policy in Brazil. *CAF - Development Bank of Latin America*. <https://doi.org/http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1339>
- Romer, P. M. (1990a). Human capital and growth: Theory and evidence. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 32, 251–286. [https://doi.org/10.1016/0167-2231\(90\)90028-j](https://doi.org/10.1016/0167-2231(90)90028-j)
- Romer, P. M. (1990b). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71–S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Scandura, A. (2016). University–industry collaboration and firms’ R&D effort. *Research Policy*, 45(9), 1907–1922. <https://ideas.repec.org/a/eee/respol/v45y2016i9p1907-1922.html>
- Singh, N., & Trieu, H. (1996). The Role of R&D in Explaining Total Factor Productivity Growth The Role of R&D in Explaining Total Factor Productivity Growth in Japan, South Korea, and Taiwan. <https://core.ac.uk/download/pdf/51181426.pdf>
- Spence, M. (1984). Cost Reduction, Competition, and Industry Performance. *Econometrica*, 52(1), 101. <https://doi.org/10.2307/1911463>
- Tea Petrin. (2015). A literature review on the impact and effectiveness of government support for R&D and innovation | *isigrowth*. <http://www.isigrowth.eu/2018/02/14/a-literature-review-on-the-impact-and-effectiveness-of-government-support-for-rd-and-innovation/>

Vanino, E., Roper, S., & Becker, B. (2019). Knowledge to money: Assessing the business performance effects of publicly-funded R&D grants. *Research Policy*, 48(7), 1714–1737. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.04.001>

VERDE. (2016). EVALUACIÓN DEL PROGRAMA START-UP CHILE DE CORFO INFORME FINAL. <http://ctie.economia.cl/wp-content/uploads/2017/07/Evaluaci%C3%B3n-Start-Up-Chile-2016.pdf>

What Works Centre for Local Economic Growth. (2015). Innovation: grants, loans and subsidies. [Whatworksgrowth.org](http://whatworksgrowth.org). <https://whatworksgrowth.org/policy-reviews/innovation/>

WIPO. (2020). Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? [Www.Wipo.Int](http://www.wipo.int); World Intellectual Property Organization. https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2020/#:~:text=The%202020%20edition%20of%20the

11. Anexos

11.1. Criterios de evaluación de los proyectos de InnovaChile CORFO

Cuadro N°7. Criterios de evaluación de los proyectos de InnovaChile CORFO

Línea de Financiamiento	Evaluación de Elegibilidad: Requisitos	Evaluación de Pertinencia	Criterios de Evaluación Técnica
Voucher de Innovación (VIP)	-Persona Jurídica constituida en Chile de derecho privado o Persona Natural mayor de 18 años. -Si es persona natural, tener iniciación de actividades en giro de primera categoría de impuesto a la renta. -Que presente antecedentes legales requeridos de las Bases Administrativas Generales (BAG).	-Proyectos presentados en formularios de postulación en línea. - Que sean innovaciones de productos, procesos o servicios nuevos para el mercado. - Que el beneficiario no presente más de un proyecto al concurso. -En caso de Universidades y/o Centro de Investigación de registro de Centros de la ley I+D que presenten máximo 3 proyectos. - Que se cumpla con tope de subsidio, porcentaje de cofinanciamiento y aporte mínimo según BAG. -Que se cumpla con los plazos estipulados. -Que se aporten los antecedentes necesarios para evaluar.	Impacto 40% Coherencia 40% Compromiso 20%
Prototipo de Innovación (ITE 1)	-Que presente antecedentes legales requeridos de BAG.	-Proyectos presentados en formularios de postulación en línea. -propuestas con foco en desafíos de cada concurso y se orienten a innovaciones en productos y/o procesos. -Que se aporten los antecedentes necesarios para evaluar nivel de ventas y antigüedad.	Oportunidad (25%) Solución (40%) Equipo/empresa (20%) Modelo de negocio (15%) Postulación se realiza por ventanilla abierta
Validación y Empaquetamiento de Innovaciones (ITE 2)	-Que presente antecedentes legales requeridos de BAG.	-Proyectos presentados en formularios de postulación en línea. -propuestas con foco en desafíos de cada concurso y se orienten a innovaciones en productos y/o procesos. -Que se aporten los antecedentes necesarios para evaluar nivel de ventas y antigüedad. - Que los proyectos presenten un prototipo que haya resuelto un desafío tecnológico.	Para la "Innovación en Productos y Procesos (Prototipo)", se tendrá en consideración para su evaluación, el grado de cumplimiento de los objetivos y resultados del plan de trabajo propuesto en dicha línea. Oportunidad (30%) Solución (30%) Equipo y empresa (20%) Modelo de negocio (20%) Postulación se realiza por ventanilla abierta.
Contratos Tecnológicos (COTE)	-Persona Jurídica constituida en Chile de derecho privado o Persona Natural mayor de 18 años. (Excepto aquellos con giro único de capacitación, Universidades, IP o CFT) -Tener iniciación de actividades en giro de primera categoría. -Que presente antecedentes legales requeridos en BAG.	-Proyectos presentados en formularios de postulación en línea. con todos los anexos del proponente y su equipo. -Que se aporten los antecedentes necesarios para evaluar nivel de ventas. - En caso de que las EI+D+I no sean universidades o no estén inscritas en el registro I+D adjuntar antecedentes solicitados. -Incorporar contrato con EI+D+I con requisitos y antecedentes requeridos en las bases. -Presupuesto con gasto administrativos menores al 30%. Coherencia	Oportunidad (30%) Solución (40%) Empresas y equipo de trabajo (25%) Modelo de negocio (5%)

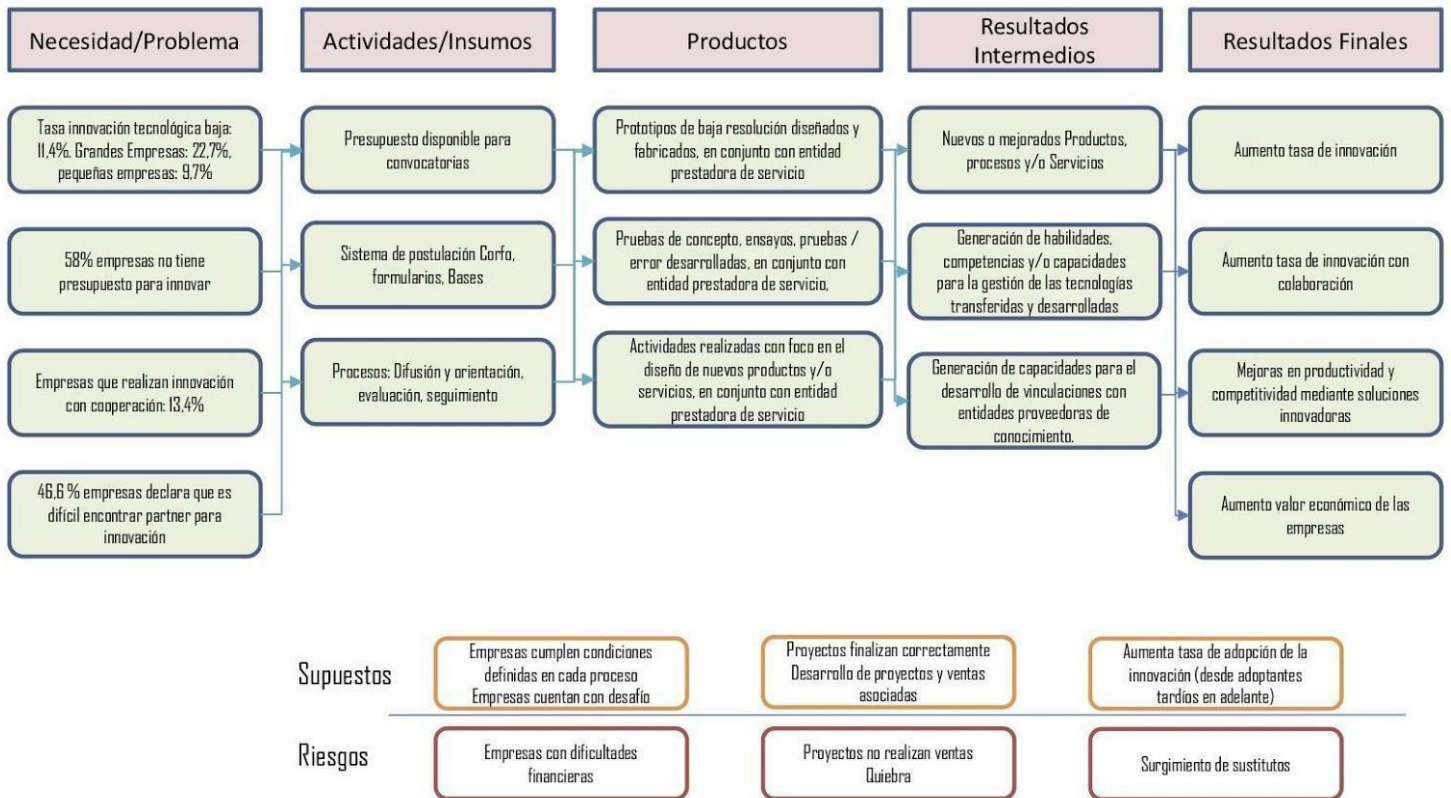
		<ul style="list-style-type: none"> -Objetivo del proyecto alineado con objetivos del instrumento -Contratar a una o más Ei+d+i para desafíos técnicos. -Plazo menor a 24 meses -Que se cumpla con tope de subsidio, porcentaje de cofinanciamiento y aporte mínimo según BAG. 	
Alta tecnología (IEAT)	<p>-Persona Jurídica constituida en Chile de derecho privado o Persona Natural mayor de 18 años (excepto Universidad, CFT o IP)</p> <p>-Tener iniciación de actividades en giro de primera categoría.</p> <p>-Que presente antecedentes legales requeridos en BAG.</p> <p>- En caso de participar varios inversionistas que sean personas jurídicas o naturales mayores de 18 años constituidas en Chile o en el extranjero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Proyectos presentados en formularios de postulación en línea. - Objetivos del proyecto coherentes con objetivos generales y específicos del instrumento. -Cumplimiento de requisitos de cofinanciamiento -Cumplimiento de requisitos de plazos -En caso de instrumento focalizados temáticamente: asegurar pertinencia de foco. -En caso de instrumentos focalizados geográficamente: asegurar pertinencia de foco. 	<p>Oportunidad (30%) Solución (35%) Equipo (25%) Modelo de negocio (10%)</p> <p>La nota otorgada en esta evaluación técnica equivale al (80%) de la nota. El 20% restante se otorgará en un Demo day. Aquí se presentan los proyectos ante uno o más evaluadores quienes elaboran un informe de recomendación.</p>
I+D aplicada (IDAE)	<p>-Persona Jurídica constituida en Chile de derecho privado o Persona Natural mayor de 18 años (excepto Universidad, CFT o IP)</p> <p>-Tener iniciación de actividades en giro de primera categoría.</p> <p>-Que presente antecedentes legales requeridos en BAG.</p> <p>- En caso de participar varios inversionistas que sean personas jurídicas o naturales mayores de 18 años constituidas en Chile o en el extranjero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Proyectos presentados en formularios de postulación en línea con anexos de descripción del proyecto y antecedentes para acreditar: nivel de ventas anuales y coherencia con lo requerido, formación y experiencia de equipo de empresa, resultados esperados -Alineación de Objetivo de proyecto con objetivos del instrumento. -Que se cumpla con tope de subsidio, distribución de costos según requerimientos de BAG. 	<p>Oportunidad (25%) Solución (40%) Empresas y equipo de trabajo (30%) Modelo de negocio (5%)</p>

Fuente: InnovaChile CORFO

11.2. Teorías del cambio de cada línea de financiamiento

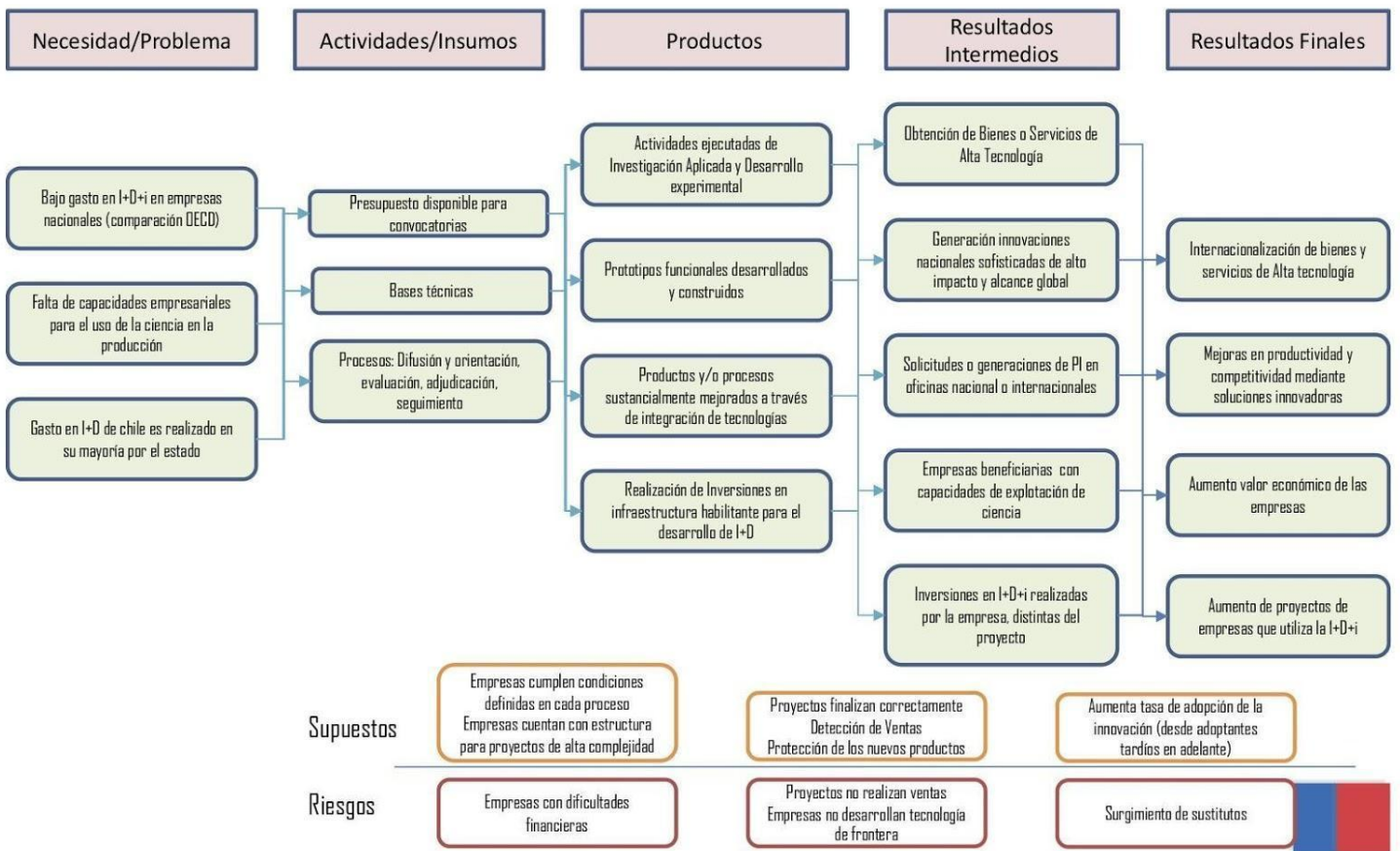
A continuación, se presentan las teorías del cambio de cada línea de financiamiento considerada en el presente estudio.

Figura 5.: Teoría del cambio del instrumento de Voucher de Innovación (VIP) de InnovaChile CORFO



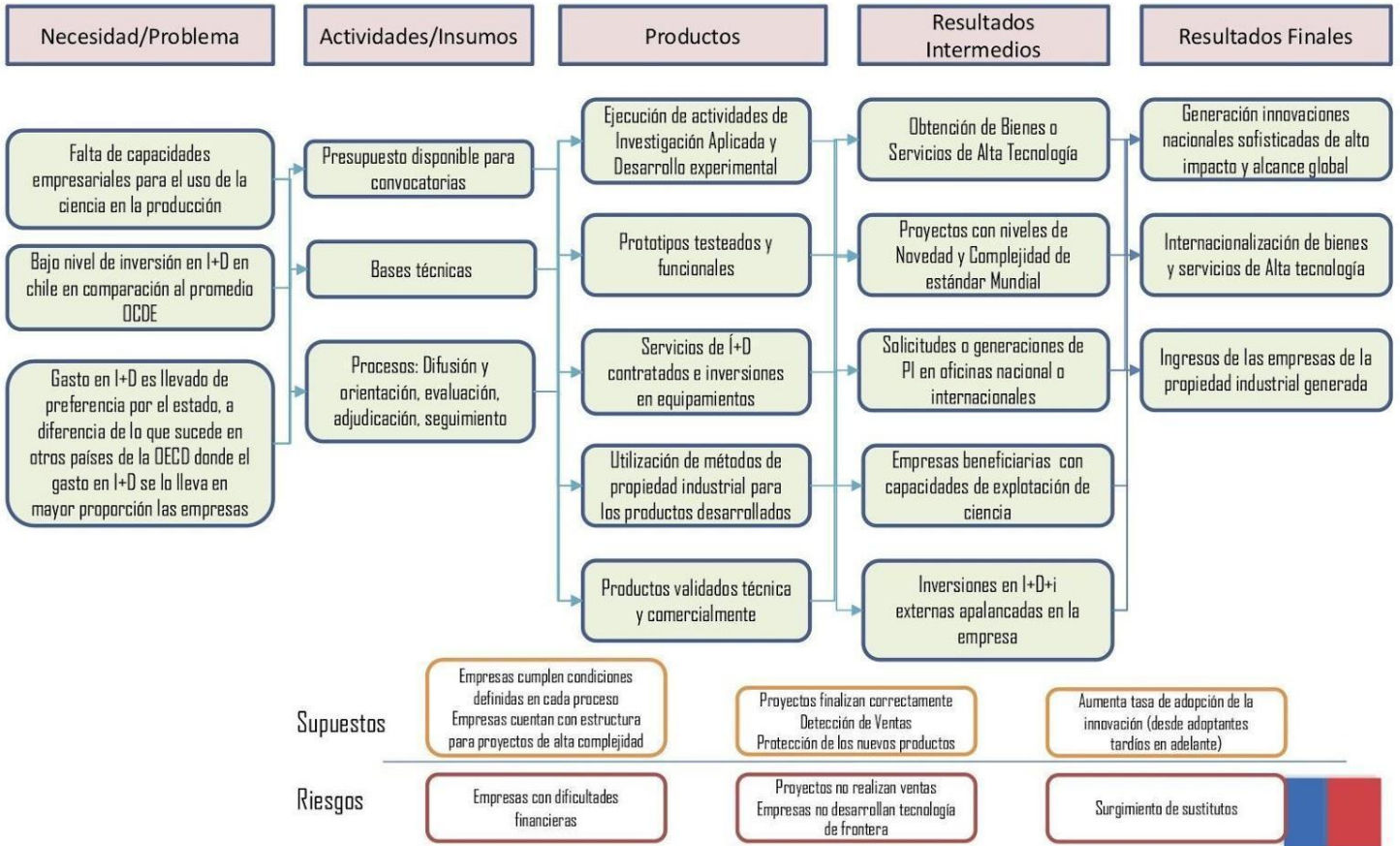
Fuente: InnovaChile CORFO

Figura N° 6. Teoría del cambio del instrumento de I+D Aplicada de InnovaChile CORFO



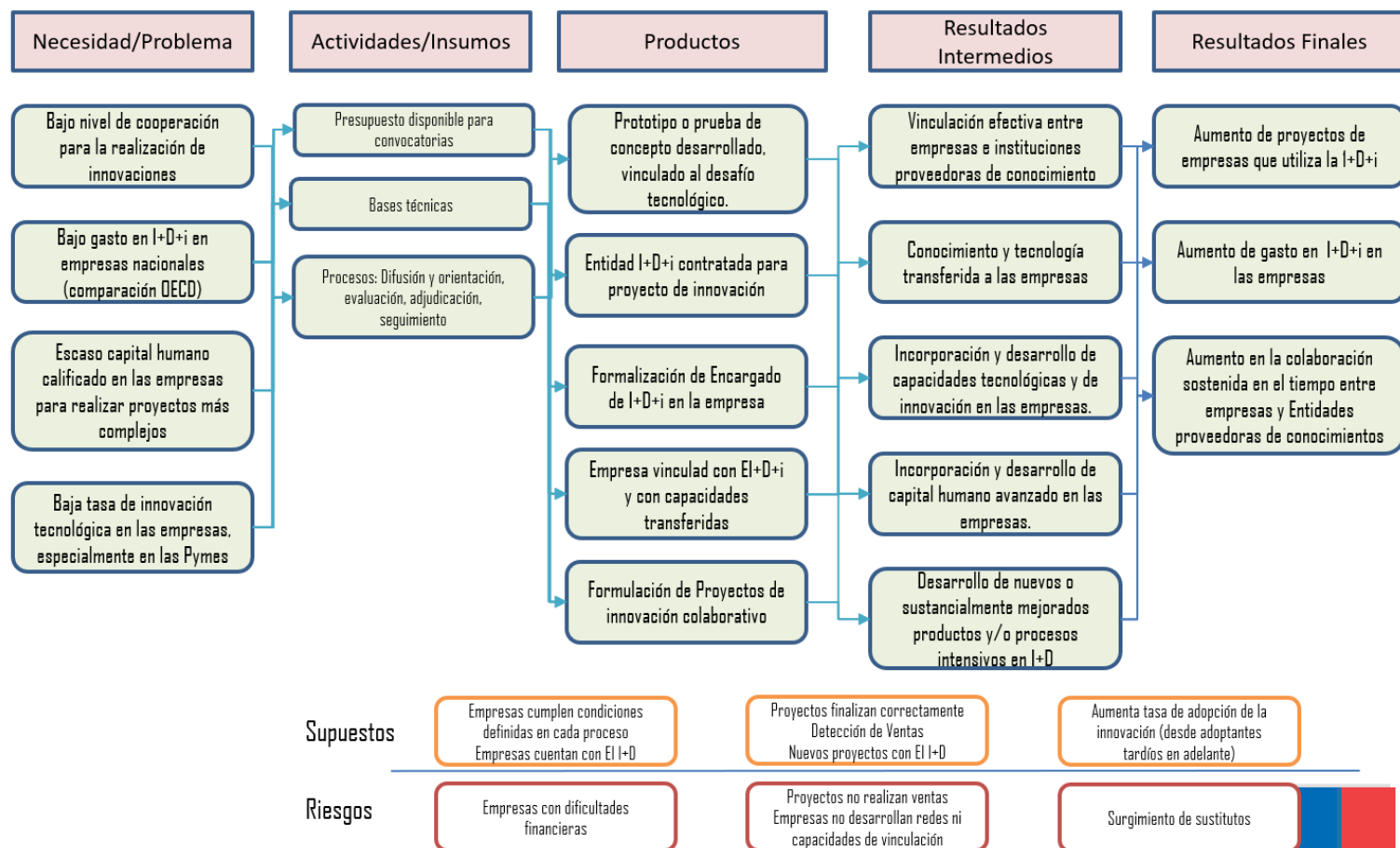
Fuente: InnovaChile CORFO

Figura N° 7. Teoría del cambio del instrumento de Alta Tecnología de InnovaChile CORFO



Fuente: InnovaChile CORFO

Figura N° 8. Teoría del cambio del instrumento de Contratos Tecnológicos de InnovaChile CORFO



Fuente: InnovaChile CORFO

11.3. Proceso de levantamiento de datos

En primer lugar, con el objetivo de recopilar datos primarios de adicionalidad de resultados y de comportamientos, a través de la encuesta de innovación dirigida a empresas, se diseña un proceso de levantamiento en cinco etapas:

- Fase de levantamiento de contactos.** En esta fase se busca recurrir a las redes sociales de las empresas, así como a aplicaciones de LinkedIn (Sales Navigator) a fin de recolectar los datos de contacto faltantes (principalmente correos electrónicos) de los postulantes a fondos. Una vez finalizada esta fase, se cargan los contactos en la plataforma Hubspot™, enfocada en la gestión de campañas de mercadeo. Esta herramienta permitirá gestionar el workflow de levantamiento de datos de la encuesta.

- (b) **Fase de contacto inicial.** En esta fase se envía el correo desde el fidelizador de CORFO donde se incluye el objetivo del estudio, la presentación de Cuantix, el link de la encuesta, los incentivos de respuesta y un mensaje informando sobre un posible contacto por Whatsapp™ para levantamiento de datos. Finalmente, en esta fase CORFO envía un reporte de incidencias en el envío de correos.
- (c) **Fase de validación de contactos.** En esta fase se realiza una nueva búsqueda de los contactos cuyos correos generan un rechazo fuerte, utilizando el reporte de incidencias que provee CORFO. Dichos datos se corrigen y se incorporan en la plataforma Hubspot™.
- (d) **Fase de seguimientos por correo / Whatsapp™.** En esta fase se planifica el envío de tres (03) seguimientos por correo electrónico o Whatsapp™ a los postulantes que no han completado la encuesta de la fase anterior. Para el contacto por Whatsapp se hará uso de un bot utilizando la plataforma Landbot © que les hará envío de la encuesta por Whatsapp y permitirá la validación de contacto.
- (e) **Fase de seguimientos telefónico.** En esta fase se planifica un seguimiento telefónico a aquellas empresas cuyo contacto (por correo electrónico o Whatsapp™) no haya sido exitoso o no hayan culminado la encuesta.

Luego de realizar el proceso de levantamiento, los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N°8. Resultados del levantamiento de la encuesta

Total de empresas contactadas	Total de empresas con respuestas	Total de postulaciones de empresas	Total de postulaciones de empresas (proyectos) con respuestas
1534	190	1907	278

Fuente: Cálculos y elaboración propios

Por otro lado, en cuanto al proceso de levantamiento de datos ante el Sistema de Impuestos Internos (SII), el proceso de preprocesamiento, análisis y extracción de resultados fue generado en remoto utilizando el computador isla disponible de parte del SII. En otras palabras, los datos de las declaraciones tributarias de las empresas únicamente podrán ser accedidos en físico, a través del computador isla. Dicha razón implicó una dificultad, puesto que los datos administrativos de esta fuente únicamente pudieron ser manejados por parte de los asistentes de investigación residentes en Chile en el momento de la evaluación, debido a las posibilidades que permitieron las restricciones a la movilidad derivadas de los procesos de cuarentena impuestos por la Pandemia por Covid 19 durante 2020. Para ello, se generó un convenio entre el equipo consultor de Cuantix, DIPRES y el SII, que incluye, entre otros aspectos, las siguientes consideraciones: (a) únicamente los investigadores definidos en el protocolo pueden acceder a los datos del SII, (b) la extracción de datos sólo puede ser realizada una vez al mes mientras se encuentre vigente el protocolo, (c) los datos a extraer deben corresponder a resultados estadísticos que no permitan la identificación implícita o explícita de la información proveniente de las declaraciones tributarias.

Los datos de empresas proporcionados al SII por parte del equipo consultor de Cuantix, fueron los siguientes: (a) RUT, (b) puntaje de evaluación de la postulación del proyecto de

CORFO, (c) adjudicación de fondos, (d) convocatoria de la línea de financiamiento, (e) puntaje de corte. Por otro lado, los datos solicitados por parte del equipo consultor de Cuantix al SII, fueron los siguientes:

Cuadro N°9. Variables solicitadas por parte del equipo de Cuantix al SII

Variable	Descripción	Formulario	Campos
Créditos por gastos de capacitación	Crédito fiscal por capacitaciones	F22	82
Capital efectivo	Capital social efectivo de la empresa	F22	102
Rentas percibidas de los Arts. 42 N° 2 (Honorarios) y 48 (Rem. Directores S.A.), según Recuadro N°1	Monto total de los honorarios percibidos	F22	110
Total del activo	Total activos corrientes y no corrientes de la empresa	F22	122
Total del pasivo	Total pasivos corrientes y no corrientes de la empresa	F22	123
Rentas del Art. 42 N° 1 (sueldos, pensiones, etc.)	Remuneraciones (sueldos y pensiones) percibidas por año.	F22	161
Total Honorarios	Monto total de honorarios percibidos	F22	467
Honorarios anuales sin retención	Honorarios totales percibidos sin retenciones de la ley	F22	545
Total de ingresos brutos	Ingresos brutos anuales de la empresa	F22	547
Ingresos del Giro Percibidos o Devengados	Comprende las cantidades o sumas provenientes de ventas, exportaciones, servicios u otras operaciones que conforman el giro del contribuyente	F22	628
Intereses Percibidos o Devengados.	Sumas de los intereses percibidos por la empresa	F22	629
Costo directo de los bienes y servicios	Costo de venta o de producción de los bienes o servicios	F22	630
Remuneraciones	Remuneraciones percibidas por año	F22	631
Intereses pagados o adeudados	Suma de los intereses pagados por la empresa	F22	633
Renta Líquida (o Pérdida)	Utilidad neta del periodo	F22	636
Activo inmovilizado	Activo fijo tangible	F22	647
Otros Ingresos Percibidos o Devengados	Suma de otros intereses percibidos por la empresa	F22	651
Patrimonio financiero	Patrimonio de la empresa	F22	843
Total Capital Enterado	Total de capital aportado	F22	844
Rentas de Fuente Extranjera.	Rentas de Fuente Extranjera percibidas por la empresa	F22	851
Gastos por Inversión en Investigación y Desarrollo certificados por CORFO	Gastos en I+D+i certificados por CORFO	F22	852
Crédito por gastos de Capacitación Mensual con derecho a devolución (Art. 6, Ley N° 20.326)	Crédito fiscal por capacitaciones con derecho a devolución	F22	859
Gastos por Inversión en Investigación y Desarrollo no certificados por CORFO	Gastos en I+D+i no certificados por CORFO	F22	897
Exportaciones	Monto neto de las exportaciones mensuales de la empresa	F29	20
Boletas	Monto total de boletas entregadas al consumidor final	F29	111
Facturas emitidas por ventas y servicios del giro	Monto total de las facturas emitidas por venta	F29	502
Ventas del periodo	Monto total de las ventas netas del periodo	F29	529
Remuneraciones por patentes de invención y otros	Remuneraciones de empresas sin residencia en Chile por concepto de patentes	F50	602
Remuneraciones por marcas, patentes, fórmulas y otras prestaciones similares Art. 59 inc. 1° LIR	Remuneraciones de empresas sin residencia en Chile por concepto de marcas, patentes y otros	F50	662
Número de trabajadores	Cantidad de RUT provenientes del "RUT de la persona a quien se le pagó la renta (trabajador)" (C2), por cada "Rol único tributario" (C1).	DJ1887	2
Fecha de inicio de actividades vigente	NA	NA	NA
Fecha de término de giro	NA	NA	NA
Rubro económico	NA	NA	NA

Región	NA	NA	NA
--------	----	----	----

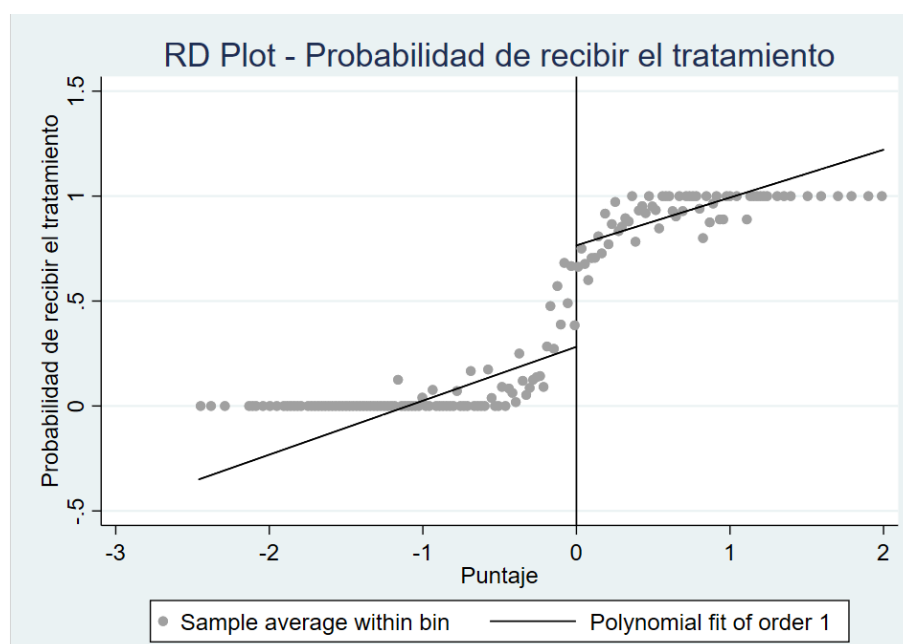
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en cuanto a los datos provenientes del INAPI sobre los sistemas de propiedad intelectual, el proceso de levantamiento de datos únicamente requirió realizar la solicitud de una lista de variables, así como del envío de los RUT de las empresas consideradas en el estudio. Los datos solicitados al INAPI fueron: (a) número de solicitudes de marcas realizadas (2013-2019), (b) número de solicitudes de patentes realizadas (2013-2019), (c) número de solicitudes de marcas aprobadas (2013-2019), (d) número de solicitudes de patentes aprobadas (2013-2019), (e) número de solicitudes de marcas rechazadas (2013-2019), (f) (e) número de solicitudes de patentes rechazadas (2013-2019).

11.4. Análisis de factibilidad

En primer lugar, se presenta el gráfico de la probabilidad condicional de recibir el tratamiento dado el puntaje de evaluación. Dicha variable, como se comentó en la sección de factibilidad, no presenta una discontinuidad significativa alrededor del puntaje de corte.

Figura N° 9. Probabilidad condicional de recibir el tratamiento.



Fuente: elaboración y cálculos propios. Nota: La prueba anterior incluye todas las líneas de financiamiento y convocatorias de forma agregada.

A continuación, los resultados para las covariables predeterminadas disponibles: región de ejecución del proyecto, región de impacto de los beneficiarios del proyecto, sector económico principal y tamaño de la empresa para Vouchers de Innovación y el segundo grupo de líneas de financiamiento (Contratos Tecnológicos, I+D Aplicada y Alta Tecnología).

Cuadro N°10. Prueba de continuidad de las covariables alrededor del puntaje de corte - subsidio a la innovación en fase temprana (VIP, VIPM)

Variable	Categoría	Tamaño del intervalo del MSE óptimo	Estimador RD	p-valor - Robusto	Intervalo de confianza - Robusto	Número de observaciones
Región de ejecución	Zona Norte	0.367	0.042	0.299	[-0.054 , 0.177]	875
Región de ejecución	Zona Centro	0.528	0.019	0.816	[-0.142 , 0.180]	878
Región de ejecución	Zona sur	0.437	-0.023	0.886	[-0.176 , 0.148]	747
Región de impacto	Zona Norte	0.353	0.040	0.340	[-0.063 , 0.182]	875
Región de impacto	Zona Centro	0.585	0.052	0.399	[-0.086 , 0.216]	938
Región de impacto	Zona sur	0.480	-0.069	0.341	[-0.233 , 0.081]	826
Clasificación económica	Alta tecnología	0.403	-0.028	0.763	[-0.150 , 0.110]	740
Clasificación económica	Media tecnología	0.516	0.028	0.716	[-0.106 , 0.154]	873
Clasificación económica	Baja tecnología	0.502	0.006	0.885	[-0.148 , 0.171]	873
Clasificación económica	Otros	0.402	-0.018	0.636	[-0.173 , 0.106]	740
Tamaño de empresa	Grande	0.381	0.032	0.082***	[-0.004 , 0.073]	878
Tamaño de empresa	Mediana	0.441	-0.017	0.538	[-0.122 , 0.064]	747
Tamaño de empresa	Pequeña	0.465	0.035	0.500	[-0.088 , 0.181]	826

Fuente: elaboración y cálculos propios. Nota: La prueba anterior considera como predeterminado un kernel triangular y un método de cálculo de matriz de varianza-covarianza el del estimador de la varianza del vecino más cercano robusto a heteroscedasticidad. Adicionalmente, la prueba considera un tamaño del intervalo provenientes de un proceso de selección de anchos de banda con base en las pruebas de polinomios locales de RD (Calonico, Cattaneo y Titiunik, 2014). * significativo al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%.

Cuadro N°11. Prueba de continuidad de las covariables alrededor del puntaje de corte - instrumentos de sofisticación a la innovación (COTE, CONTEC, IDAE, IEAT)

Variable	Categoría	Tamaño del intervalo del MSE óptimo	Estimador RD	p-valor - Robusto	Intervalo de confianza - Robusto	Número de observaciones
Región de ejecución	Zona Norte	0.367	0.042	0.299	[-0.054 , 0.177]	675
Región de ejecución	Zona Centro	0.528	0.019	0.816	[-0.142 , 0.180]	878
Región de ejecución	Zona sur	0.437	-0.023	0.866	[-0.176 , 0.148]	747
Región de impacto	Zona Norte	0.353	0.040	0.340	[-0.063 , 0.182]	675
Región de impacto	Zona Centro	0.585	0.052	0.399	[-0.086 , 0.216]	938
Región de impacto	Zona sur	0.460	-0.069	0.341	[-0.233 , 0.081]	826
Clasificación económica	Alta tecnología	0.403	-0.028	0.763	[-0.150 , 0.110]	740
Clasificación económica	Media tecnología	0.516	0.028	0.716	[-0.106 , 0.154]	873
Clasificación económica	Baja tecnología	0.502	0.006	0.885	[-0.148 , 0.171]	873
Clasificación económica	Otros	0.402	-0.018	0.636	[-0.173 , 0.106]	740
Tamaño de empresa	Grande	0.381	0.032	0.082***	[-0.004 , 0.073]	678
Tamaño de empresa	Mediana	0.441	-0.017	0.538	[-0.122 , 0.064]	747
Tamaño de empresa	Pequeña	0.465	0.035	0.500	[-0.088 , 0.181]	826

*Fuente: elaboración y cálculos propios. Nota: La prueba anterior considera como predeterminado un kernel triangular y un método de cálculo de matriz de varianza-covarianza el del estimador de la varianza del vecino más cercano robusto a heteroscedasticidad. Adicionalmente, la prueba considera un tamaño del intervalo provenientes de un proceso de selección de anchos de banda con base en las pruebas de polinomios locales de RD (Calónico, Cattaneo y Titiunik, 2014). * significativo al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%.*

Con respecto a las pruebas de densidad, a continuación, se presentan los resultados con base en el procedimiento descrito por Cattaneo, Idrobo y Titiunik (2019). Finalmente, se presentan los resultados de la prueba de manipulación del puntaje de corte, con base en las pruebas propuestas por Cattaneo, Jansson y Ma (2019).

Cuadro N°12. Prueba de densidad del puntaje alrededor del puntaje de corte

Ventana	Voucher de Innovación		Contratos Tec., I+D Aplicada y Alta Tecnología	
	Tamaño de ventana	p-valor de la prueba binomial	Tamaño de ventana	p-valor de la prueba binomial
1	0.001	1.000	0.020	0.099***
2	0.026	0.4885	0.045	0.045**
3	0.051	0.7031	0.070	0.07***
4	0.076	0.7048	0.095	0.095***
5	0.101	0.7439	0.120	0.12
6	0.126	0.6968	0.145	0.145
7	0.151	0.9569	0.170	0.17
8	0.176	0.9145	0.195	0.195
9	0.201	0.8819	0.220	0.22
10	0.226	0.8444	0.245	0.245

Fuente: elaboración y cálculos propios. Nota: La prueba anterior no considera el uso de covariables predeterminadas para estimar el tamaño de la ventana, sino únicamente los puntajes de las unidades. Por otro lado, para efectos de la prueba asumimos el tamaño de la ventana de 0.025. * significativo al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%.

Cuadro N°13. Prueba de manipulación del puntaje

	Tamaño de banda a la izquierda del corte	Tamaño de banda a la derecha del corte	p-valor - Robusto	Número de observaciones
Vouchers de Innovación	0.358	0.464	0.3813	1026
Contratos Tecnológicos, I+D Aplicada, Alta Tecnología	0.485	0.524	0.5621	272

Fuente: elaboración y cálculos propios. Nota: La prueba anterior asume por defecto el grado de la estimación de los polinomios locales de segundo orden, además de asumir un kernel triangular y un método de cálculo del estimador de varianza-covarianza de jackknife. * significativo al 1%, ** significativo al 5%, *** significativo al 10%.

11.5. Hallazgos del análisis del Sistema de Impuestos Interno (SII)

11.5.1 Hallazgos desagregados por instrumento y cohorte, agregando años

Cuadro N°14. Hallazgos por instrumento y cohorte (años agregados)

Variable	Instrumento	Cohorte	Ancho de Banda	Estimador	p-valor	Intervalo de Confianza (95%)	Observaciones Efectivas		Observaciones Totales	
							Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Costos	COTE	1	0.250	0.684	0.052	[-0.007, 1.898]	13	18	42	55
Costos	COTE	2	0.374	-0.063	0.822	[-4.478, 3.555]	29	23	73	47
Costos	VIP	1	0.570	-0.007	0.010	[-0.013, -0.002]	22	24	117	181
Costos	VIP	2	0.298	0.013	0.731	[-0.044, 0.062]	107	108	330	238
Núm. de Trabajadores	COTE	1	0.295	0.285	0.358	[-0.371, 1.028]	38	42	95	126
Núm. de Trabajadores	COTE	2	0.114	-0.220	0.051	[-0.624, 0.002]	42	48	231	140
Núm. de Trabajadores	COTE	3	0.214	0.110	0.564	[-0.151, 0.277]	26	52	140	124
Núm. de Trabajadores	IDAE	2	1.545	3.988	0.002	[1.727, 7.365]	20	20	24	20
Núm. de Trabajadores	IDAE	3	0.346	-0.224	0.194	[-0.426, 0.087]	20	8	39	26
Núm. de Trabajadores	IEAT	3	0.594	0.236	0.462	[-0.161, 0.355]	15	11	36	11
Núm. de Trabajadores	VIP	1	0.329	-0.069	0.000	[-0.100, -0.047]	34	25	203	302
Núm. de Trabajadores	VIP	2	0.335	0.078	0.090	[-0.013, 0.176]	327	265	889	580
Núm. de Trabajadores	VIP	3	0.199	-0.028	0.812	[-0.084, 0.066]	47	70	132	240
Productividad	COTE	1	0.221	4.789	0.004	[1.555, 8.276]	12	16	44	61
Productividad	COTE	2	0.360	-0.827	0.595	[-6.482, 3.714]	28	23	69	44
Productividad	VIP	1	0.488	-0.111	0.404	[-0.364, 0.147]	17	21	101	147
Productividad	VIP	2	0.299	-0.005	0.772	[-0.280, 0.208]	86	75	274	177
Utilidad	COTE	1	0.290	0.930	0.292	[-1.078, 3.585]	23	22	58	67
Utilidad	COTE	2	0.585	2.575	0.529	[-5.771, 11.224]	54	43	89	54
Utilidad	VIP	1	0.377	-0.025	0.032	[-0.051, -0.002]	21	19	139	207
Utilidad	VIP	2	0.252	-0.068	0.274	[-0.299, 0.085]	141	122	424	281
Ventas	COTE	1	0.246	0.810	0.051	[-0.004, 2.162]	16	22	48	65
Ventas	COTE	2	0.384	-0.039	0.838	[-5.523, 4.479]	34	27	83	48
Ventas	VIP	1	0.530	-0.018	0.004	[-0.032, -0.006]	23	37	139	200
Ventas	VIP	2	0.291	0.015	0.946	[-0.072, 0.077]	134	119	403	264

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: las cohortes de intervención se dividen en tres: 2015, 2016 y 2017 dependiendo de la fecha de recepción del financiamiento del grupo tratamiento.

11.5.2 Hallazgos agregados por instrumento, años y cohortes

Cuadro N°15. Hallazgos agregados por, instrumentos, años y cohortes

Variable	Ancho de Banda	Estimador	p-valor	Intervalo de Confianza (95%)	Observaciones Efectivas		Observaciones Totales	
					Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Costos	0.528	0.121	0.957	[-2.146, 2.031]	68	64	121	110
Número de trabajadores	0.294	0.288	0.045	[0.005, 0.513]	173	184	565	447
Productividad	0.490	0.413	0.648	[-2.443, 3.927]	67	63	121	111
Utilidad	0.491	1.717	0.443	[-3.258, 7.452]	80	71	156	129
Ventas	0.501	0.142	0.984	[-2.747, 2.692]	75	70	139	121

Fuente: Cálculos y elaboración propios

11.5.3 Hallazgos por cohortes y año de tratamiento

Cuadro N°16. Hallazgos por cohortes y año de tratamiento

Variable	Año	Cohorte	Ancho de Banda	Estimador	p-valor	Intervalo de Confianza	Observaciones Efectivas		Observaciones Totales	
							Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Costos	2014	1	0.434	0.019	0.974	[-1.028, 1.062]	11	13	20	26
Costos	2014	2	0.578	1.589	0.380	[-2.104, 5.516]	45	32	75	44
Costos	2014	3	0.346	0.160	0.925	[-1.851, 1.682]	28	36	86	66
Costos	2015	1	0.443	-0.040	0.924	[-1.755, 1.593]	11	13	20	27
Costos	2015	2	0.424	0.345	0.993	[-3.494, 3.463]	34	29	79	47
Costos	2015	3	0.416	0.464	0.750	[-1.593, 2.211]	39	44	91	67
Costos	2016	1	0.260	0.521	0.214	[-0.447, 1.998]	8	10	22	28
Costos	2016	2	0.489	0.222	0.969	[-3.490, 3.355]	36	32	79	55
Costos	2016	3	0.433	0.596	0.558	[-1.209, 2.238]	43	54	95	76
Número de trabajadores	2014	1	0.485	0.295	0.522	[-0.869, 1.710]	12	15	20	29
Número de trabajadores	2014	2	0.209	-0.086	0.607	[-1.014, 0.592]	19	19	77	47
Número de trabajadores	2014	3	0.299	0.114	0.630	[-0.298, 0.492]	25	27	90	61
Número de trabajadores	2015	1	0.342	0.353	0.563	[-1.097, 2.016]	11	12	25	33
Número de trabajadores	2015	2	0.215	-0.086	0.531	[-0.934, 0.481]	20	22	86	53
Número de trabajadores	2015	3	0.304	0.071	0.734	[-0.290, 0.411]	29	35	98	69
Número de trabajadores	2016	1	0.360	0.282	0.637	[-1.148, 1.877]	13	12	25	32
Número de trabajadores	2016	2	0.201	-0.152	0.386	[-0.941, 0.364]	22	22	85	55
Número de trabajadores	2016	3	0.307	0.055	0.770	[-0.277, 0.375]	29	39	107	75
Número de trabajadores	2017	1	0.390	0.230	0.716	[-1.218, 1.773]	15	12	23	32
Número de trabajadores	2017	2	0.229	0.048	0.826	[-0.708, 0.566]	24	20	86	51
Número de trabajadores	2017	3	0.267	0.066	0.783	[-0.254, 0.337]	24	35	109	78
Número de trabajadores	2018	1	0.352	0.229	0.802	[-2.111, 2.730]	11	10	22	29
Número de trabajadores	2018	2	0.209	0.004	0.690	[-0.866, 0.573]	22	22	84	54
Número de trabajadores	2018	3	0.353	0.074	0.607	[-0.208, 0.356]	42	47	106	83

Variable	Año	Cohorte	Ancho de Banda	Estimador	p-valor	Intervalo de Confianza	Observaciones Efectivas		Observaciones Totales	
							Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Productividad	2014	1	0.263	2.717	0.141	[-1.431, 10.090]	8	8	19	28
Productividad	2014	2	0.370	0.090	0.881	[-5.084, 4.361]	29	19	74	43
Productividad	2014	3	0.420	0.264	0.920	[-3.066, 3.397]	36	41	86	60
Productividad	2015	1	0.286	2.460	0.338	[-2.853, 8.308]	9	10	22	31
Productividad	2015	2	0.346	-1.243	0.495	[-6.657, 3.219]	23	22	77	48
Productividad	2015	3	0.443	0.222	0.847	[-3.139, 3.824]	42	48	90	64
Productividad	2016	1	0.218	4.469	0.334	[-3.593, 10.564]	6	8	22	30
Productividad	2016	2	0.355	-0.890	0.582	[-6.416, 3.603]	29	24	77	50
Productividad	2016	3	0.339	0.117	0.887	[-3.446, 2.979]	33	40	102	73
Utilidad	2014	1	0.339	0.489	0.387	[-0.987, 2.545]	12	12	26	32
Utilidad	2014	2	0.596	0.785	0.839	[-5.036, 6.199]	52	39	91	53
Utilidad	2014	3	0.500	0.850	0.434	[-1.594, 3.709]	47	59	97	73
Utilidad	2015	1	0.313	0.603	0.569	[-2.970, 5.406]	12	12	29	34
Utilidad	2015	2	0.550	0.608	0.914	[-5.112, 5.710]	51	43	98	59
Utilidad	2015	3	0.489	0.176	0.922	[-2.584, 2.855]	50	64	108	78
Utilidad	2016	1	0.296	1.142	0.122	[-0.386, 3.288]	12	12	29	33
Utilidad	2016	2	0.646	2.495	0.504	[-5.080, 10.341]	60	46	98	62
Utilidad	2016	3	0.454	0.657	0.408	[-1.037, 2.554]	50	63	117	84
Ventas	2014	1	0.357	0.367	0.598	[-1.091, 1.895]	11	12	21	31
Ventas	2014	2	0.563	1.298	0.506	[-2.719, 5.515]	47	34	86	48
Ventas	2014	3	0.373	0.391	0.852	[-1.826, 2.209]	35	41	94	71
Ventas	2015	1	0.441	0.361	0.570	[-0.920, 1.672]	14	16	24	33
Ventas	2015	2	0.469	0.623	0.895	[-4.025, 4.606]	39	32	86	53
Ventas	2015	3	0.399	0.481	0.769	[-1.835, 2.481]	38	49	101	74
Ventas	2016	1	0.344	0.519	0.310	[-0.703, 2.212]	12	13	24	32
Ventas	2016	2	0.512	0.218	0.959	[-4.327, 4.106]	45	37	91	56
Ventas	2016	3	0.438	0.592	0.610	[-1.472, 2.509]	47	59	112	81

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: los cohortes de intervención se dividen en tres: 2015, 2016 y 2017 dependiendo de la fecha de recepción del financiamiento del grupo tratamiento.

11.5.4 Hallazgos por grupos de instrumentos

Cuadro N°17. Estimadores ponderados por grupos de tratamiento.

Variable	Instrumento	Cohorte	Estimador Ponderado
Costos	Grupo 1: VIP-VIPM	1	-0.007
Costos	Grupo 1: VIP-VIPM	2	0.013
Costos	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	1	0.684
Costos	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	2	-0.063
Núm. de Trabajadores	Grupo 1: VIP-VIPM	1	-0.069
Núm. de Trabajadores	Grupo 1: VIP-VIPM	2	0.078
Núm. de Trabajadores	Grupo 1: VIP-VIPM	3	-0.028
Núm. de Trabajadores	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	1	0.285
Núm. de Trabajadores	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	2	1.075
Núm. de Trabajadores	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	3	0.064
Productividad	Grupo 1: VIP-VIPM	1	-0.111
Productividad	Grupo 1: VIP-VIPM	2	-0.005
Productividad	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	1	4.789
Productividad	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	2	-0.827
Utilidad	Grupo 1: VIP-VIPM	1	-0.025
Utilidad	Grupo 1: VIP-VIPM	2	-0.068
Utilidad	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	1	0.930
Utilidad	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	2	2.575
Ventas	Grupo 1: VIP-VIPM	1	-0.018
Ventas	Grupo 1: VIP-VIPM	2	0.015
Ventas	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	1	0.810
Ventas	Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-EAT	2	-0.039

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: los cohortes de intervención se dividen en tres: 2015, 2016 y 2017 dependiendo de la fecha de recepción del financiamiento del grupo tratamiento. El grupo 1 se corresponde con el subsidio a la innovación en fase temprana (VIP y VIPM) y el grupo 2 se corresponde con el subsidio para la sofisticación de la innovación.

11.5.5 Estadísticas Descriptivas del Grupo de Control

Cuadro N°18. Estadísticas descriptivas para el grupo de control.

Variable	Instrumento	Cohorte	Media	Desv.Estándar	Min.	Max.	Obs
Costos	COTE	1	0.204	0.636	0.000	3.082	42
	COTE	4	0.004	0.016	0.000	0.161	117
	IDAE	1	0.379	1.320	0.000	9.967	73
	IDAE	2	0.020	0.036	0.000	0.094	6
	IDAE	4	0.023	0.155	0.000	2.130	330
Gasto	COTE	1	0.586		0.586	0.586	1
	IDAE	1	0.020		0.020	0.020	1
	IDAE	1	1.926		1.926	1.926	1
	IDAE	4	35.538		35.538	35.538	1
	IDAE	4	0.001		0.001	0.001	1
Núm. de Trabajadores	COTE	1	0.157	0.380	0.001	1.713	95
	COTE	4	0.038	0.056	0.001	0.357	203
	IDAE	1	0.233	0.545	0.001	3.567	231
	IDAE	2	0.099	0.142	0.001	0.425	24
	IDAE	4	0.074	0.325	0.001	4.875	889
	IEAT	1	0.222	0.524	0.001	3.238	140
	IEAT	2	0.104	0.181	0.001	0.764	39
	IEAT	3	0.076	0.116	0.001	0.435	36
	IEAT	4	0.041	0.105	0.001	0.696	132
Productividad	COTE	1	3.097	8.547	0.003	51.686	44
	COTE	4	0.252	0.278	0.006	2.187	101
	IDAE	1	1.114	2.230	-0.008	15.379	69
	IDAE	2	0.397	0.338	-0.020	0.932	8
	IDAE	4	0.303	0.374	-0.138	2.881	274
Utilidad	COTE	1	0.060	0.201	-0.075	1.011	58
	COTE	4	0.004	0.024	-0.122	0.141	139
	IDAE	1	0.102	1.540	-2.895	13.118	89
	IDAE	2	0.029	0.097	-0.062	0.272	9
	IDAE	4	0.044	0.760	-1.226	15.057	424
Ventas	COTE	1	0.188	0.617	0.000	3.187	48
	COTE	4	0.010	0.029	0.000	0.229	139
	IDAE	1	0.432	1.603	0.000	13.164	83
	IDAE	2	0.075	0.139	0.000	0.396	8
	IDAE	4	0.033	0.246	0.000	3.394	403

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: los cohortes de intervención se dividen en tres: 2015, 2016 y 2017 dependiendo de la fecha de recepción del financiamiento del grupo tratamiento.

11.6. Hallazgos del análisis de la encuesta de innovación

11.6.1 Número de observaciones por grupo de instrumentos

Cuadro N°19. Número de observaciones por Grupo de Instrumentos

Grupo	Observaciones	Observaciones Efectivamente Tratadas		Asignación	
	Totales	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control
Contratos tecnológicos, I+D aplicada y Alta Tecnología	83	30	5	36	47
Voucher de Innovación	195	98	15	110	85

Fuente: Cálculos y elaboración propios

11.6.2 Número de observaciones por instrumento

Cuadro N°20. Número de observa por instrumento

Instrumento	Observaciones	Observaciones Efectivamente Tratadas		Asignación	
	Totales	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control
Alta Tecnología	6	0	1	1	5
Contratos Tecnológicos	67	26	3	28	39
I + D Aplicada	10	4	1	7	3
Voucher de Innovación	195	98	15	110	85

Fuente: Cálculos y elaboración propios

11.6.3 Número de observaciones por instrumento y cohorte

Cuadro N°21. Número de Observaciones por Instrumento y Cohorte

Cohorte	Instrumento	Observaciones	Observaciones Efectivamente Tratadas		Asignación	
		Totales	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control
1-IEAT	Alta Tecnología	6	0	1	1	5
1-CONTEC	Contratos Tecnológicos	5	3	0	3	2
1-COTE	Contratos Tecnológicos	3	2	1	2	1
2-CONTEC	Contratos Tecnológicos	4	1	0	1	3
2-COTE	Contratos Tecnológicos	15	5	1	5	10
3-COTE	Contratos Tecnológicos	7	2	0	3	4
4-CONTEC	Contratos Tecnológicos	3	2	0	2	1
4-COTE	Contratos Tecnológicos	14	4	0	4	10
5-CONTEC	Contratos Tecnológicos	9	7	1	7	2
5-COTE	Contratos Tecnológicos	7	0	0	1	6
1-IDAE	I + D Aplicada	4	2	0	2	2
2-IDAE	I + D Aplicada	6	2	1	5	1
1-VIP	Voucher de Innovación	23	14	0	14	9
1-VIPM	Voucher de Innovación	24	8	0	10	14
2-VIP	Voucher de Innovación	34	17	3	18	16
2-VIPM	Voucher de Innovación	17	10	1	13	4
3-VIP	Voucher de Innovación	61	23	6	27	34
4-VIP	Voucher de Innovación	36	26	5	28	8

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: la columna de asignación identifica si la empresa estaba por encima del puntaje de corte (beneficiaria) o por debajo del puntaje de corte (no beneficiaria).

11.7. Hallazgos del análisis de los datos del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI)

11.7.1 Resultados desagregados por año para el subsidio a la innovación de en fase temprana (VIP y VIPM)

A continuación, se presentan los hallazgos de los RDD, así como las estadísticas descriptivas de los dos grupos de instrumentos y para todas las variables de estudio.

En las estimaciones de impacto hechas a través de RD que se pueden encontrar las siguientes tablas (Cuadros N°22 y N° 23), el número de observaciones depende crucialmente del ancho de banda. Cada estimación tiene un ancho de banda óptimo diferente. Entre más pequeño el ancho de banda, menos observaciones. Mientras tanto, en el Cuadro N°24 se producen estadísticas descriptivas sin restringir el ancho de banda, y por lo tanto el número de observaciones es mayor y constante a través de los años. En conclusión, el número de observaciones entre cuadros de estimación e inferencia y cuadros de estadísticas descriptivas no se deben comparar directamente.

Cuadro N°22. Hallazgos en instrumentos de propiedad intelectual - subsidio a la innovación en fase temprana (VIP y VIPM)

Instrumento	Var. de Resultado	Año	Estimador	Ancho de Banda	Robusto		Observaciones		
					p-valor	Int.Conf. 95%	Izq.	Der.	Total
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Concedida Patentes	Todos	-0.001	0.723	0.189	[-0.003, 0.001]	3180	3240	6420
Grupo 1: VIP-VIPM		2013							
Grupo 1: VIP-VIPM		2014	-0.004	0.658	0.317	[-0.009, 0.003]	518	518	1036
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	-0.002	0.644	0.559	[-0.009, 0.005]	495	482	977
Grupo 1: VIP-VIPM		2016							
Grupo 1: VIP-VIPM		2017							
Grupo 1: VIP-VIPM		2018							
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Intentos Patentes	Todos	-0.002	0.513	0.277	[-0.005, 0.001]	2646	2592	5238
Grupo 1: VIP-VIPM		2014							
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	-0.004	0.448	0.783	[-0.013, 0.010]	376	371	747
Grupo 1: VIP-VIPM		2016							
Grupo 1: VIP-VIPM		2017	-0.002	0.358	0.510	[-0.008, 0.004]	346	329	675
Grupo 1: VIP-VIPM		2018	-0.004	0.400	0.082	[-0.007, 0.000]	347	331	678
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	-0.003	0.353	0.288	[-0.008, 0.002]	346	329	675
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Registrada Marcas	Todos	-0.008	0.407	0.731	[-0.039, 0.027]	2226	2214	4440
Grupo 1: VIP-VIPM		2014	-0.012	0.577	0.802	[-0.080, 0.062]	474	464	938
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	0.021	0.563	0.363	[-0.036, 0.098]	470	464	934
Grupo 1: VIP-VIPM		2016	0.004	0.489	0.846	[-0.063, 0.077]	417	411	828
Grupo 1: VIP-VIPM		2017	-0.020	0.414	0.797	[-0.119, 0.091]	371	369	740
Grupo 1: VIP-VIPM		2018	-0.032	0.417	0.376	[-0.110, 0.042]	371	369	740
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	-0.025	0.419	0.294	[-0.092, 0.028]	371	369	740
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Solicitud Marca	Todos	-0.008	0.394	0.830	[-0.042, 0.034]	2082	1986	4068
Grupo 1: VIP-VIPM		2014	-0.011	0.567	0.962	[-0.081, 0.077]	470	464	934
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	-0.004	0.631	0.950	[-0.073, 0.077]	495	482	977
Grupo 1: VIP-VIPM		2016	0.024	0.447	0.488	[-0.055, 0.115]	376	371	747
Grupo 1: VIP-VIPM		2017	-0.022	0.399	0.817	[-0.135, 0.106]	347	331	678
Grupo 1: VIP-VIPM		2018	-0.026	0.417	0.459	[-0.106, 0.048]	371	369	740
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	-0.027	0.427	0.442	[-0.118, 0.051]	376	371	747

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: el número de observaciones presentadas en este cuadro son las observaciones efectivas (dentro del ancho de banda).

11.7.2 Resultados desagregados por año del subsidio para sofisticación de innovación (COTE, CONTEC, IDAE, IEAT)

Cuadro N°23. Hallazgos en instrumentos de propiedad intelectual (Contratos tecnológicos, I+D Aplicado y Alta Tecnología)

Instrumento	Var. de Resultado	Año	Estimador	Ancho de Banda	Robusto			Observaciones		
					p-valor	Int.Conf. 95%		Izq.	Der.	Total
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Concedida Patentes	Todos	-0.013	0.370	0.145	[-0.031, 0.005]	660	564	1224	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2013	-0.026	0.559	0.359	[-0.103, 0.037]	158	137	295	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	-0.016	0.388	0.285	[-0.031, 0.009]	114	103	217	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	-0.005	0.238	0.339	[-0.021, 0.007]	68	71	139	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	-0.026	0.559	0.359	[-0.103, 0.037]	158	137	295	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017								
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.008	0.313	0.171	[-0.005, 0.027]	94	84	178	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Intentos Patentes	Todos	-0.008	0.417	0.430	[-0.042, 0.018]	714	684	1398	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	-0.019	0.752	0.497	[-0.085, 0.041]	197	161	358	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	-0.021	0.640	0.345	[-0.083, 0.029]	177	148	325	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	-0.057	0.532	0.178	[-0.159, 0.029]	154	134	288	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017	0.047	0.376	0.185	[-0.027, 0.141]	111	99	210	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.025	0.404	0.390	[-0.028, 0.072]	116	112	228	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2019	-0.007	0.290	0.264	[-0.023, 0.006]	82	78	160	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Registrada Marcas	Todos	0.038	0.568	0.358	[-0.037, 0.101]	948	828	1776	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	0.059	0.539	0.757	[-0.193, 0.265]	154	134	288	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	0.036	0.589	0.768	[-0.180, 0.244]	165	142	307	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	0.052	0.406	0.780	[-0.184, 0.246]	116	112	228	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017	0.004	0.443	0.996	[-0.191, 0.192]	127	119	246	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.021	0.521	0.781	[-0.138, 0.183]	148	132	280	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2019	0.020	0.599	0.748	[-0.109, 0.152]	166	143	309	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Solicitud Marca	Todos	0.065	0.521	0.098	[-0.012, 0.145]	888	792	1680	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	0.042	0.525	0.837	[-0.208, 0.257]	148	133	281	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	0.089	0.458	0.419	[-0.140, 0.337]	133	121	254	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	0.093	0.649	0.326	[-0.100, 0.300]	177	151	328	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017	0.016	0.445	0.870	[-0.194, 0.230]	128	119	247	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.052	0.566	0.466	[-0.116, 0.254]	158	137	295	
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2019	0.087	0.551	0.183	[-0.050, 0.263]	156	137	293	

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: el número de observaciones presentadas en este cuadro son las observaciones efectivas (dentro del ancho de banda).

11.7.3 Estadísticas descriptivas Voucher de Innovación

Cuadro N°24. Estadísticos descriptivos de instrumentos de propiedad intelectual (Voucher de Innovación)

Instrumento	Var. de Resultado	Año	Media	Mediana	Desv.Estándar	Min.	Max.	N
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Concedida Patentes	Todos	0	0	0.014	0	1	4224
Grupo 1: VIP-VIPM		2013	0	0	0	0	0	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2014	0	0	0	0	0	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	0.001	0	0.037	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2016	0	0	0	0	0	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2017	0	0	0	0	0	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2018	0	0	0	0	0	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	0	0	0	0	0	704
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Intentos Patentes	Todos	0.003	0	0.052	0	1	4224
Grupo 1: VIP-VIPM		2014	0	0	0	0	0	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	0.003	0	0.052	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2016	0.001	0	0.037	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2017	0.004	0	0.064	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2018	0.006	0	0.075	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	0.003	0	0.052	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	0.003	0	0.052	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Registrada Marcas	Todos	0.046	0	0.210	0	1	4224
Grupo 1: VIP-VIPM		2014	0.039	0	0.195	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	0.064	0	0.245	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2016	0.057	0	0.233	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2017	0.054	0	0.229	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2018	0.037	0	0.188	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	0.026	0	0.158	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	0.026	0	0.158	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM	Dummy Solicitud Marca	Todos	0.064	0	0.245	0	1	4224
Grupo 1: VIP-VIPM		2014	0.052	0	0.223	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2015	0.083	0	0.277	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2016	0.078	0	0.268	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2017	0.079	0	0.270	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2018	0.045	0	0.208	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	0.045	0	0.208	0	1	704
Grupo 1: VIP-VIPM		2019	0.045	0	0.208	0	1	704

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: el número de observaciones se corresponde con el total de empresas dentro y fuera del ancho de banda.

11.7.4 Estadísticas descriptivas para el grupo 2

Cuadro N°25. Estadísticos descriptivos de instrumentos de propiedad intelectual (Contratos Tecnológicos, I+D Aplicada y Alta Tecnología)

Instrumento	Var. de Resultado	Año	Media	Mediana	Desv.Estándar	Min.	Max.	N
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Concedida Patentes	Todos	0.004	0	0.059	0	1	1704
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2013	0	0	0	0	0	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	0.004	0	0.059	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	0.007	0	0.083	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	0	0	0	0	0	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017	0.004	0	0.059	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.007	0	0.083	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Intentos Patentes	Todos	0.012	0	0.109	0	1	1704
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	0.007	0	0.083	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	0.004	0	0.059	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	0.014	0	0.118	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017	0.028	0	0.165	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.010	0	0.101	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2019	0.010	0	0.101	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Registrada Marcas	Todos	0.096	0	0.293	0	1	1704
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	0.115	0	0.321	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	0.092	0	0.289	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	0.108	0	0.312	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017	0.092	0	0.289	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.098	0	0.298	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2019	0.067	0	0.250	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT	Dummy Solicitud Marca	Todos	0.115	0	0.321	0	1	1704
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2014	0.127	0	0.333	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2015	0.112	0	0.317	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2016	0.136	0	0.344	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2017	0.101	0	0.303	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2018	0.115	0	0.321	0	1	284
Grupo 2: CONTEC-COTE-IDAE-IEAT		2019	0.101	0	0.303	0	1	284

Fuente: Cálculos y elaboración propios. Nota: el número de observaciones se corresponde con el total de empresas dentro y fuera del ancho de banda.



DIRECCIÓN DE PRESUPUESTOS