



**Centro de Investigación en Alimentación  
y Desarrollo A.C.**

**EFFECTIVIDAD DEL PROGRAMA DE ESTÍMULOS  
A LA INNOVACIÓN (PEI) EN SONORA: UN  
ANÁLISIS DE LOS FACTORES MODERADORES  
DEL IMPACTO**

---

Por:

**Cristóbal Dávila Borbón**

TESIS APROBADA POR LA


COORDINACIÓN DE DESARROLLO REGIONAL

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTORADO EN DESARROLLO REGIONAL**

## APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de Cristóbal Dávila Borbón, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en Desarrollo Regional.



---

Dr. Jorge Inés León Balderrama  
Director de Tesis



---

Dr. Pablo Wong González  
Asesor



---

Dr. Juan Martín Preclado Rodríguez  
Asesor




---

Dr. Alvaro Bracamonte Sierra  
Asesor

## DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en la tesis “Efectividad del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en Sonora: Un Análisis de los Factores Moderadores del Impacto” es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor Cristóbal Dávila Borbón siempre y cuando se dé el crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del Director General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director(a) de tesis.



Dr. Pablo Wong González  
Director General

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo prestado durante el posgrado. Gracias a su aporte, los mexicanos continuamos mejorando al país.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo y a todo su personal de CPA, ya que permanentemente brindan oportunidades de crecimiento profesional.

Al Programa de Becas Nacionales de CONACYT, ya que gracias al aporte económico, miles de connacionales realizamos investigación para aprovechar eficientemente nuestros recursos naturales a través de la ciencia y la experimentación.

A la Coordinación de Desarrollo Regional, especialmente al Dr. Jorge León e Irene Valenzuela por todo el apoyo y facilidades recibidos.

A mi Comité de Tesis por sus valiosas aportaciones, experiencias y sugerencias para consolidar este trabajo de investigación que buscó contribuir al desarrollo regional.

A toda mi Familia, por ser mi razón para vivir y el motor más fuerte que me impulsa a seguir hacia adelante, siempre a favor de vivir plenamente y en regocijo constante.

A mi Pareja, Amigas y Amigos, por siempre aceptar mis impulsos, por motivarme y acompañarme en este trayecto personal y profesional tan importante.

A Dios y al Universo, porque reconozco que todos somos uno en la creación que es permanente y eterna. Porque yo soy el que soy.

## DEDICATORIA

“Para mi bello estado de Sonora, porque necesitamos crecer y mejorar con urgencia;  
porque necesitamos gente que actúe conscientemente, decentemente y con visión”

*Siempre suyo,*

*Cristóbal*

## CONTENIDO

<b>APROBACIÓN</b> .....	2
<b>DECLARACIÓN INSTITUCIONAL</b> .....	3
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	4
<b>DEDICATORIA</b> .....	5
<b>CONTENIDO</b> .....	6
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	8
<b>LISTA DE GRÁFICAS</b> .....	9
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	10
<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
2.1 Pregunta de Investigación .....	18
2.2 Objetivo General .....	18
2.3 Objetivos Específicos .....	18
2.4 Hipótesis .....	19
<b>3. EL CONTEXTO DE LA INNOVACION</b> .....	20
3.1 La Innovación en el Mundo .....	20
3.2 Los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación .....	22
3.3 Evolución de las Políticas de Ciencia y Tecnología en México .....	24
<b>4. EL PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA INNOVACIÓN</b> .....	29
4.1 Características .....	29
4.2 Panorama del PEI a Nivel Nacional .....	32
4.3 Acercamiento Documental del PEI en Sonora .....	36
<b>5. LOS SUBSIDIOS A LA I+D PRIVADA</b> .....	47
5.1 Estudios Previos Sobre el Impacto de los Subsidios a la I+D+i Privada .....	48
5.1.1 Estudios Previos Sobre la Existencia de Adicionalidades de Input, Output y Comportamiento .....	50
5.2 Estudios de Evaluación de Impacto del PEI en México .....	53
<b>6. FACTORES MODERADORES DEL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS DE APOYO A LA I+D+i</b> .....	56
6.1 El Efecto de las Características de la Empresa Sobre el Nivel de Adicionalidad de los Subsidios a la I+D+i .....	56
6.2 El Efecto de las Características del Proyecto Sobre el Nivel de Adicionalidad de los Subsidios a la I+D+i .....	59

## CONTENIDO (Continuación)

6.3 Una Propuesta de Esquema de Análisis de los Factores que Moderan el Nivel de Adicionalidad de los Subsidios a la Innovación .....	60
<b>7. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>62</b>
7.1 Tendencia del PEI en Sonora .....	62
7.2 Población Objetivo .....	67
7.3 La Encuesta y su Diseño .....	68
7.4 Las Variables y su Medición .....	68
7.5 Procedimientos Estadísticos .....	74
<b>8. RESULTADOS.....</b>	<b>76</b>
8.1 Características de la Muestra.....	76
8.2 Estimaciones del Nivel de Impacto en Base al Criterio de Adicionalidad.....	78
8.3 Análisis de Correlación Entre las Variables .....	80
8.4 Los Modelos de Regresión Seleccionados .....	83
8.5 El Procedimiento Resultante para la Selección del Mejor Modelo.....	85
<b>9. DISCUSIÓN .....</b>	<b>87</b>
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>11. REFERENCIAS .....</b>	<b>92</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Niveles de análisis de un sistema de innovación .....	21
2	Esquema analítico de los factores moderadores del impacto de los subsidios a la innovación .....	61



## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica</b>	<b>Página</b>
1 Evolución por modalidad a nivel nacional del PEI .....	32
2 Montos de apoyo a nivel nacional del PEI.....	33
3 Apoyo histórico por entidad federativa del PEI.....	34
4 Proyectos por modalidad PEI en Sonora.....	38
5 Proyectos PEI de 2009 a 2016 en Sonora .....	39
6 Monto del PEI por año en Sonora .....	40
7 Monto por tamaño de empresa en Sonora.....	41
8 Evolución de Pymes vs Grandes empresas .....	42
9 Monto del PEI por municipio en Sonora.....	43
10 Productos del PEI de 2012 a 2015 en Sonora .....	44
11 Impactos del PEI de 2012 a 2015 en Sonora.....	45
12 Frecuencias de participación del PEI de 2009 a 2016 en Sonora.....	46
13 Estructura del PIB en Sonora, 1970-2016 (%) .....	63
14 Evolución del PEI en Sonora, 2009-2016 (No. de proyectos apoyados) .....	64
15 Evolución del PEI en Sonora, 2009-2016 (Monto).....	65
16 Monto de los apoyos del PEI por tamaño de empresa en Sonora .....	66
17 Distribución de las empresas por tamaño y distribución del monto de apoyo por modalidad del PEI y tamaño.....	77
18 Distribución de empresas por sector y distribución de monto de apoyo por modalidad del PEI y sector.....	77
19 Matriz de correlación.....	81
20 Comportamiento del Criterio de Información de Akaike (AIC). Modelo adicionalidad de input.....	86
21 Comportamiento del Criterio de Información de Akaike (AIC). Modelo adicionalidad de output.....	86

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1	Hechos y acciones para impulsar la CTI en México .....	25
2	Criterios y puntajes de evaluación por modalidad PEI .....	31
3	Resumen de meta-evaluaciones y revisiones sistemáticas/críticas de estudios sobre adicionalidad de input .....	51
4	Resumen de meta-evaluaciones y revisiones sistemáticas/críticas de estudios sobre adicionalidad de output .....	52
5	Resumen de meta-evaluaciones y revisiones sistemáticas/críticas de estudios sobre adicionalidad de comportamiento .....	53
6	Las variables dependientes y los ítems empleados para su medición .....	69
7	Las variables independientes y los ítems empleados para su medición .....	71
8	Adicionalidad de input: tasa de crecimiento de la inversión en insumos de la I+D+i (estimación efecto del subsidio vs estimación en ausencia del subsidio) .....	79
9	Adicionalidad de output: tasa de crecimiento de indicadores de desempeño (estimación efecto del subsidio vs estimación en ausencia del subsidio) .....	80
10	Modelo de regresión lineal múltiple seleccionado para la adicionalidad de input.....	84
11	Modelo de regresión lineal múltiple seleccionado para la adicionalidad de output .....	84

## RESUMEN

El presente estudio pretende contribuir a la literatura especializada investigando explícitamente el efecto moderador de un conjunto de variables (relacionadas con rasgos y capacidades de las empresas y los proyectos) en la efectividad/impacto del programa de subsidios a la innovación y la I+D privada. Con base en la información proporcionada por una encuesta propia aplicada a una muestra de 39 empresas beneficiarias del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en Sonora y seleccionando un modelo de regresión lineal múltiple, se construye un modelo que permite evaluar el peso moderador de los factores relacionados con las características de la empresa y las características del proyecto. Se demuestra por un lado, que el impacto de los subsidios a la I+D+i enmarcados en el programa PEI sobre los recursos propios que la empresas destina a la investigación y el desarrollo (la adicionalidad de input) es moderado significativamente por la capacidad de asimilación del conocimiento que posee la empresa y por la existencia de un departamento propio de I+D, así como por la vinculación con universidades y centros de investigación y la calidad de la propuesta. Por otro lado, se demuestra que el impacto neto del PEI sobre resultados, desempeño y la competitividad de la empresa (la adicionalidad de output) es moderado significativamente por la capacidad de innovación y la capacidad de asimilación del conocimiento de las empresas, entre otros factores.

**Palabras clave:** adicionalidad, subsidios, evaluación de impacto, PEI, Sonora.

## **ABSTRACT**

The present study intends to contribute to the specialized literature by explicitly investigating the moderating effect of a set of variables (related to features and capacities of companies and projects) on the effectiveness / impact of the program of subsidies for innovation and private R & D. Based on the information provided by an own survey applied to a sample of 39 companies that benefit from the Innovation Stimulus Program (PEI) in Sonora and selecting a multiple linear regression model, a model is constructed to evaluate the moderator weight of the factors related to the characteristics of the company and the characteristics of the project. It shows, on the one hand, that the impact of R & D subsidies under the PEI program on own resources that companies allocate to research and development (additionality of input) is moderated significantly by the capacity of assimilation of the knowledge that the company possesses and for the existence of its own R & D department, as well as for its links with universities and research centers and the quality of the proposal. On the other hand, it is demonstrated that the net impact of the PEI on results, performance and the competitiveness of the company (the additionality of output) is significantly moderated by the capacity for innovation and the assimilation capacity of the companies' knowledge, among other factors.

**Key words:** additionality, subsidies, impact assessment, PEI, Sonora.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, tanto en los países más avanzados como en vías de desarrollo, la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) se han venido revalorizando como factores impulsores del crecimiento económico, la competitividad y la productividad de las naciones, y México no ha de ser la excepción. Por ello, a partir de la década de los años 2000 especialmente, se ha atestiguado un giro de la política nacional de ciencia y tecnología hacia las políticas de fomento a la innovación tecnológica en las empresas. No existe suficiente evidencia de que estas políticas y programas de fomento a la innovación hayan funcionado, específicamente si se trata de evidencia empírica que evalúe los beneficios, resultados e impactos de estos programas en sectores y regiones específicas. En este panorama, la evaluación de políticas públicas se constituye en uno de los ejes clave de las reformas del Estado en respuesta a los requerimientos de rendición de cuentas y control social, pero también en consideración a las demandas de los procesos de gestión y planeación moderna de la gestión pública. Evaluar implica una cultura de gestión que se basa en la adopción de prácticas de manejo de información y de retroalimentación de los procesos de toma de decisión, convirtiéndose progresivamente en parte integrante de cualquier política de fomento a la I+D+i. Un estudio a nivel europeo sobre las principales características de diversas políticas de innovación (European Commission, 2006) revela que aproximadamente el 50% de los programas encuestados tienen un presupuesto dedicado específicamente a la evaluación, mientras que aproximadamente dos tercios de los programas han incorporado un componente de evaluación ex-post (de impacto) dentro del diseño del esquema de incentivos.

La utilidad de la evaluación ex post de los programas de apoyo a la I+D+i está relacionada con la información específica sobre el logro de los objetivos de política y sobre los impactos (cuantitativos y cualitativos) de los instrumentos específicos aplicados (EPEC, 2005). En particular, los análisis de impacto están adquiriendo más relevancia, dada la creciente demanda de resultados observables (y cuantificables) sobre el efecto de las intervenciones de política. Los análisis de impacto representan un buen ejemplo de gobernanza ya que proporcionan transparencia al uso de fondos públicos, tanto en

términos de relevancia como de efectividad. Además, dado que la implementación de una intervención de política a veces puede diferir de los objetivos originales, la evaluación también analiza "el cómo" las intervenciones de política se han realizado realmente (Cerulli y Poti, 2012).

A partir del 2009, en México toman relevancia las subvenciones públicas directas como instrumento de apoyo a la innovación empresarial al iniciar entonces el PEI. Aunque ha pasado casi una década desde que se introdujeron los primeros subsidios de este tipo, existe muy poca evidencia empírica convincente sobre sus impactos y efectividad. Este estudio tiene como objetivo llenar dos vacíos de investigación relacionados con este tema. En primer lugar, analizar, en base al enfoque de la adicionalidad, el impacto de los subsidios del PEI sobre las empresas sonorenses, contemplando no sólo el efecto sobre los recursos que las empresas destinan a la innovación (adicionalidad de input), sino también sobre los indicadores de competitividad y desempeño empresarial (adicionalidad de output). En segundo lugar, examinar estos impactos del programa mediante la construcción de un modelo que permita evaluar el papel moderador de una serie de factores relacionados con las características de las empresas y los relacionados con las características del proyecto.

En el primer capítulo se trata de plantear la contextualización y pertinencia del trabajo de investigación, entre las que señalan la necesidad de impulsar la innovación tecnológica, la vinculación del sector productivo con las universidades y centros públicos de investigación (CPI), así como la trascendencia de aportar o bien identificar una metodología de evaluación pertinente para los programas de subsidios, como el PEI; ya que a la fecha, las evaluaciones responden a la transparencia y monitoreo de los recursos, pero no de impactos generales logrados con los apoyos que otorga el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en este caso específico, con el PEI. En un segundo capítulo, se encuentra la contextualización de los sistemas de innovación, y su relevancia para comprender la dinámica de los procesos implicados para la actividad del crecimiento y desarrollo económicos, lo que brinda la oportunidad de conocer el flujo de los procesos y complejidades de un sistema de innovación debido a los actores y funciones en los que se circunscribe, así como la necesidad de considerar los elementos que cada región requiere y que respondan a las particularidades propias del contexto. También se

encontrará la evolución de la política de ciencia y tecnología (CT) en México, buscando el dimensionar las acciones emprendidas.

Un siguiente capítulo está dedicado al PEI para resaltar la importancia y explicación breve sobre sus características y alcances a nivel nacional y a nivel estatal. Para este segundo caso, se realizó un ejercicio de acercamiento a fuentes secundarias y se rescataron datos de fichas públicas que CONACYT proporciona en su portal web; de tal suerte que se presentan el número de proyectos por año, su monto, concentración de los recursos por municipios, sectores de participación, productos e impactos esperados.

En el próximo capítulo se encuentra la racionalidad detrás los subsidios a la I+D+i privada, que responden a las llamadas “fallas del mercado” y que justifican la intervención gubernamental para promover la innovación mediante fondos públicos y privados. También se presenta un meta-análisis de estudios previos sobre el impacto de los subsidios a la I+D+i privada, especialmente sobre los relacionados con la existencia de adicionalidades de input, output y comportamiento.

En un quinto capítulo se explica la importancia de los factores moderadores como una manera de estudiar el impacto de los programas públicos de apoyo a la I+D+i, resaltando la importancia de conocer el efecto sobre el nivel de adicionalidad; considerando las características de la empresa y las características del proyecto para elaborar un esquema de análisis considerando los factores que moderan el nivel de adicionalidad. Con este ejercicio, se procede directamente a iniciar con el capítulo de diseño metodológico en el que se contextualiza, describe e identifica a la población objetivo, el instrumento utilizado, la medición de las variables y los procedimientos estadísticos necesarios. En un penúltimo capítulo se presenta la discusión de los resultados, identificando las características de la muestra en montos, tamaños y sectores productivos. Inmediatamente se procede a realizar las estimaciones del nivel de impacto y de un análisis de correlación de Pearson para estimar la intensidad de las relaciones. También se explica la selección del modelo de regresión y los modelos resultantes para la adicionalidad de input y la adicionalidad de output, cumpliendo con los objetivos de la investigación. Por último, se presentan las conclusiones para describir las experiencias adquiridas, las limitaciones y las sugerencias para futuras líneas de investigación.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestros días, ha quedado cada vez más claro que para lograr el desarrollo y crecimiento, cualquier sociedad necesita fomentar la I+D+i para impulsar la productividad, empleo y bienestar social (Disgupta, 1987; Barber y White, 1987). Por ello, el “diseño, instrumentación y evaluación de políticas públicas que impulsen procesos de innovación científica y tecnológica debe ser un punto medular de las instituciones gubernamentales en los tres órdenes de gobierno” (García, 2011).

En los últimos 40 años se ha pretendido que América Latina y el Caribe, entre otros países en vías de desarrollo, logren un crecimiento y desarrollo económico sostenido y se dice, sustentable. Las directrices políticas científicas y tecnológicas han tratado a toda costa de lograr objetivos de esta envergadura y subsanar con ello las famosas “fallas del mercado” para reducir las brechas económicas, tecnológicas y de regulación del mercado y estar en posibilidades de ‘entrar’ en la era del conocimiento que presupone la innovación como herramienta trascendental. Así, de la innovación se tienen diversos libros y manuales que se han elaborado con el fin de contextualizarla, promoverla, implementarla y evaluarla; tales como el manual Frascati, el manual Oslo y otra diversa variedad de recetarios que ha propuesto la OCDE y otros organismos internacionales.

Si bien es cierto que existen diversos mecanismos para implementarla y otros mecanismos para evaluarla, también es cierto que estamos lejos de lograr la perfección para conocer los resultados derivados de sus aplicaciones tecnológicas y prácticas, que deriven en el crecimiento y desarrollo de las regiones. Esta situación se presenta compleja debido a procesos y diferencias entre los países, como algunas particularidades de los procesos endógenos, economías en escala, dotación de recursos y factores institucionales entre otros. En pocas palabras, la industria no demuestra una dispersión generalizada, así existan países con el mismo nivel tecnológico y económico. Así, a nivel de países y a nivel de regiones se origina un mapa industrial diversificado en donde encontramos distintas vocaciones regionales. En esta dinámica, el empleo, la productividad y la inversión aseguran la promoción de diferentes tasas de crecimiento y desigualdades en los niveles y calidad de vida.



En esta coyuntura, se presenta la compleja tarea de buscar y reencontrar los mecanismos necesarios para evaluar las políticas públicas de ciencia y tecnología, especialmente en los países donde los niveles de desarrollo no han sido suficientemente explotados en beneficio de la sociedad, sea por falta de política claras y bien direccionadas en esta materia; sea por la opacidad de los recursos públicos que se utilizan para la promoción de la I+D+i. Entre otras cosas, la sociedad espera que los beneficiarios de los programas en materia de ciencia y tecnología e innovación también sean corresponsables de una política pública de innovación que realmente arroje los beneficios e impactos esperados (Pastor et. Al, 2015; Arévalo et. Al., 2013; Wanzenböck et. Al., 2012; Arnold, 2012) y que logren susbanar lo que ocurre en México, según el propio CONACYT (2013): existe un bajo nivel de innovación empresarial, una débil vinculación entre universidad y empresa, una no clara definición de áreas estratégicas para el impulso de la innovación tecnológica; una alta concentración geográfica de los proyectos y por último, no existen suficientes evaluaciones sobre el impacto de programas. El reto entonces, tiene sus raíces en tres tópicos importantes: i) la rendición de cuentas para la transparencia en el uso de los recursos públicos, ii) conocer la eficiencia y efectividad de los programas en materia de ciencia y tecnología y iii) buscar distintos métodos para la retroalimentación de tales programas en los que se invierten los recursos del erario. En definitiva, se hace necesario reconocer la aplicación de los recursos públicos y una forma de lograrlo, es la medición del impacto mediante variadas técnicas de evaluación econométricas y que respondan no solo a determinados indicadores, sino que se apropie de una visión mayormente integral del estado que guarda una empresa; por ejemplo, en la que se han invertido recursos públicos a través de un programa, como el de Estímulos a la Innovación, un subsidio que pretende incrementar la I+D+i.

En este escenario, también es necesario reconocer que se han realizado innumerables esfuerzos para que las empresas privadas inviertan en I+D+i a partir del impulso que se pretende con los subsidios que ha otorgado el gobierno y sobre todo, que redunden en retornos positivos para el gobierno, la sociedad y para crecimiento económico y el desarrollo regional. La mayoría de los estudios anteriormente señalados han trabajado utilizando el enfoque de adicionalidad; sin embargo, tales esfuerzos no logran cuantificar ni cualificar los beneficios obtenidos, a pesar de utilizar variados métodos econométricos

y una serie de manuales sobre innovación. En esta brecha, el presente estudio de investigación ha pretendido considerar el efecto sobre los recursos que las empresas dedican a la innovación y el efecto sobre los indicadores de competitividad y desempeño empresarial, tratando de dilucidar no solo indicadores que promocionan la adicionalidad, como la mayoría de los estudios internacionales y nacionales. En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación.

## 2.1 Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los factores moderadores relacionados con las características de la empresa y los relacionados con las características de los proyectos, que afectan la efectividad/impacto del Programa de Estímulos a la Innovación en Sonora?

## 2.2 Objetivo General

Contribuir a la literatura especializada investigando explícitamente el efecto moderador de un conjunto de variables (relacionadas con rasgos y capacidades de las empresas y de los proyectos) en la efectividad/impacto del programa de subsidios a la innovación y la I+D privada.

## 2.3 Objetivos Específicos

1. Analizar el impacto de los apoyos públicos directos (subsidios) otorgados a las empresas sonorenses mediante el PEI, considerando el efecto sobre los recursos que las empresas dedican a innovación (adicionalidad de input), así como el efecto

sobre los indicadores de competitividad y desempeño empresarial (adicionalidad de output).

2. Examinar los impactos del PEI mediante la **construcción de un modelo** que permita evaluar el papel moderador de una serie de factores relacionados con las características de la empresa y relacionados con las características del proyecto.

#### 2.4 Hipótesis

Cuando existe una relación positiva entre el apoyo público a I+D y las actividades de innovación de una empresa (adicionalidad), es más probable que se observe este fenómeno en la empresa con una mezcla de atributos y capacidades que resulta “promotora” de la innovación, en lugar de una empresa con una mezcla de atributos y capacidades que resulte “restrictiva”.

### **3. EL CONTEXTO DE LA INNOVACION**

#### **3.1 La Innovación en el Mundo**

El crecimiento y desarrollo económico ha permitido la evolución de la sociedad en todas las esferas de la vida. Gracias a las tecnologías de la información y la comunicación, hoy vivimos en la era de la información y más recientemente, se denomina la era del conocimiento. Las comunicaciones se presentan a velocidad instantánea y la información existente es abundante, lo que permite un flujo y transferencia de conocimientos y aprendizajes colaborativos en innumerables instituciones, empresas y organizaciones a nivel global. El uso de herramientas tecnológicas y el trabajo en red es indispensable.

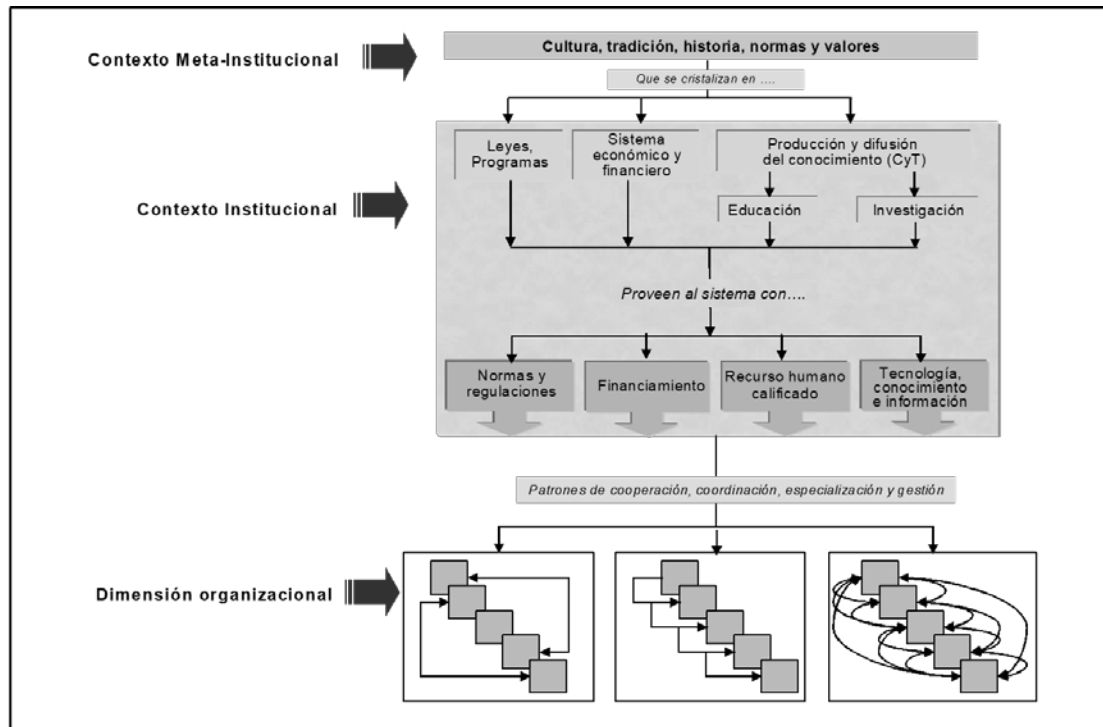
Para seguir este camino, los retos se presentan innegables. Los países requieren aprender a explotar todo este conjunto de conocimientos para transformarlos en nuevos bienes, productos y servicios para lograr un crecimiento económico sostenido, sustentable y necesario. Simultáneamente, la configuración de las distintas regiones necesita aprender globalmente y aplicar sus conocimientos localmente, lo que permitiría un crecimiento económico local, pero con visión global para potenciar su economía.

Frente a esta visión, los países en vías de desarrollo como América Latina y el Caribe, requieren de políticas de ciencia y tecnología que promuevan la innovación en su sentido más amplio. Políticas que comprendan las necesidades apremiantes con suficiente flexibilidad, incentivos, direccionalidad y logro de aprendizajes que permitan la transferencia de conocimientos, el trabajo en redes y sobre todo la capitalización del conocimiento generado, así como la formación de recursos humanos altamente capacitados y habilidosos en la investigación y promoción de la ciencia y la tecnología.

En pocas líneas, los países deben promover el flujo de innovación tecnológica y su pertinencia. Al respecto, el Global Index Innovation que comprende más de 142 economías en todo el mundo, comenta que las regiones deben ser globalmente competitivas, pero localmente comprometidas; es decir, el contexto propio debe ser el punto de partida para aplicar estrategias basadas en las ventajas comparativas, la historia

y cultura locales. En este escenario, Oosterwijk, 2003 (citado en León B., 2008) propone algunos niveles de análisis para comprender mejor los sistemas de innovación.

Figura 1 Niveles de análisis de un sistema de innovación



Fuente: Adaptado de Oosterwijk (2003)

En un primer momento, se hace necesario comprender la cultura, las normas y valores sociales que ayudan a legitimar e institucionalizar las leyes, los sistemas económicos y la apropiación del conocimiento mediante la educación y la investigación. En un segundo momento, debemos comprender las interrelaciones que se establecen a través de las organizaciones y su gestión, para cumplir con los objetivos y metas que las políticas de innovación nacionales y la sociedad establezcan como prioritarias.

En resumen, podríamos comentar que un Sistema Nacional de Innovación (SNI) se conforma de normas, políticas y actividades que pretenden eslabonar las actividades que a cada uno le compete, lo que situaría al Estado como un ente regulador que medie entre los fines establecidos y las propuestas factibles tales como la promoción de las

interacciones entre tres actores importantes: empresas, gobiernos y universidades (triángulo de Sabato y triple hélice de Etzkowitz) que trabajen colaborativamente, creen redes de cooperación permanentes y flexibles y que logren transferir conocimiento mediante recursos humanos altamente capacitados en CT.

Como ejemplo para comprender la relevancia de las interacciones entre estos actores, Arocena y Sutz (2001) citando a Sabato se plantean interrogantes como “¿Cuándo, por qué y cómo se crea demanda de ciencia por una sociedad dada en un momento histórico determinado? ¿Qué factores internos y externos determinan la oferta de ciencia? ¿Cómo circulan los flujos de la oferta y la demanda por los distintos circuitos socioeconómicos? ¿A quién sirven los resultados de la investigación científico-tecnológica? ¿Cómo reaccionarán los distintos actores frente a la presión de las demandas externas? ¿Cómo y por qué se alienan la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica? ¿Qué papel le cabe al Estado, en particular en los países en desarrollo?”. La respuesta a estas preguntas conformaría un círculo virtuoso capaz de poner a la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo.

### 3.2 Los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación

En el contexto global de una economía del conocimiento impulsada por el rápido ritmo de innovación tecnológica, es importante, para los países en desarrollo, sentar las bases para construir la capacidad de adquirir y crear conocimiento y tecnología con el fin de aprovechar las oportunidades que ofrece la globalización y, al mismo tiempo, abordar los nuevos desafíos mundiales del mercado. En este sentido se puede considerar que la ciencia y la tecnología se encuentran en el centro generador del crecimiento económico y del desarrollo (León B., 2008), por lo que la promoción y evolución propositiva de las políticas de innovación son las directrices necesarias para alcanzar tales retos.

En el caso mexicano “la investigación sobre el aprendizaje tecnológico y la innovación se ha desarrollado con particular énfasis durante la última década, principalmente desde plataformas analíticas como los sistemas nacionales/regionales de innovación, el enfoque

centrado en capacidades y trayectorias tecnológicas y el del aprendizaje y escalamiento industrial en el marco de cadenas globales de valor” (Bracamonte y Contreras, 2011). En esta dinámica, los sistemas nacionales de innovación, especialmente en América Latina, requieren expandir sus fortalezas e interrelaciones innovativas que se dan a nivel micro, pero que permanecen aisladas, limitando las posibilidades de contribuir a la competitividad de las economías nacionales. Para lograrlo, se han de tomar en cuenta las asimetrías del conocimiento entre usuarios y productores para incentivar innovaciones útiles a partir de puntos de referencia eficientes, y no solamente el replicar políticas y programas en distintos contextos (Arocena & Sutz, 2001), lo que en definitiva favorece a diferentes actores sociales, brindando mejores oportunidades para unos y poniendo en desventaja a otros.

Precisamente en esta disyuntiva y en consonancia con eficientar los SNI, los Sistemas Regionales de Innovación (SRI) se presentan como una estructura necesaria para retomar lo local como un elemento de análisis que explica y potencia los procesos del desarrollo endógeno. El territorio local sería un espacio con una identidad y organización particulares, que lo diferencian y enriquecen de otros sistemas regionales. Entre los agentes y elementos reguladores estarían los gobiernos, sus políticas estatales, las vocaciones regionales, la participación social, las empresas y el sistema educativo, quienes han de identificar y propiciar la existencia de capacidades para emprender, generar y transmitir conocimientos científico-tecnológicos. Como ejemplo, Howells (1999) identifica cinco procesos para analizar un sistema de innovación regional: i) patrones de comunicación locales relacionados con procesos de innovación, tanto individuales como grupales, ii) procedimientos de exploración locales relacionados con la innovación y tecnología, iii) patrones de invención y aprendizaje local, iv) distribución del conocimiento y v) desempeño de innovación locales.

En resumen, la relación entre la innovación y el desarrollo regional es sumamente compleja, por lo que procesos concretos en que ocurren las actividades innovadoras varían aun entre países del mismo nivel tecnológico y económico e incluso, entre regiones de un mismo país. Según la OECD (1998), esto se debe a las particularidades que resultan de las distintas mezclas de procesos endógenos tales como la inversión en capital fijo, la investigación y desarrollo, la educación, las ventajas en el manejo de tecnologías

específicas, los recursos y una diversidad de factores institucionales. El mapa industrial se diversifica, dando como resultado una diferenciación regional basada en la vocación particular de los lugares respecto a esos parámetros. Las industrias innovadoras de la nueva revolución tecnológica no demuestran una dispersión espacial generalizada. Por el contrario, están localizadas en regiones donde encuentran los requerimientos para innovar. Estos patrones de diferenciación regional tienen profundos impactos en el desempeño económico de las regiones. Variables como el empleo, la productividad y la inversión siguen dinámicas distintas que conllevan diferentes tasas de crecimiento económico y desigualdades en los niveles de vida.

### 3.3 Evolución de las Políticas de Ciencia y Tecnología en México

El término innovación y sus implicaciones se hacen presentes, no sin desafíos por la semántica del concepto. El concepto es apropiado por distintas ciencias y se introduce paulatina y principalmente en las políticas industriales, en las políticas de ciencia y tecnología y en las políticas de educación superior. En esta dinámica se configura un sistema nacional de innovación (Albornoz, 2009), conformado por instituciones y actores sociales que buscan contribuir a la creación, desarrollo y difusión de nuevas prácticas productivas y está enraizado en procesos de educación y capacitación, desempeñando un papel para elevar la capacidad de I+D.

En México, la economía está dominada por inequidad en la distribución del ingreso, sectores estratégicos maduros y una baja intensidad en el uso de conocimientos y una baja inversión en ciencia, tecnología e innovación (CTI) (Corona et. Al., 2013). A pesar de ello, es de reconocerse que ha participado activamente en el impulso de la ciencia y la investigación científica, creando instituciones, políticas, mecanismos, programas y la búsqueda de interacción entre sus agentes. Las principales actividades realizadas al respecto se encuentran en la siguiente Tabla 1.



Tabla 1 Hechos y acciones para impulsar la CTI en México

1910	Creación de la UNAM
1917	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
1925	Universidad de Guadalajara
1936	Creación del Instituto Politécnico Nacional
1935	Consejo Nacional de Educación Superior y la Investigación Científica (CONESIC)
1942	Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC)
1950	Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC)
1961	Creación del CINVESTAV
1965	Creación del Instituto Mexicano del Petróleo
1970	Creación del CONACYT
1971	Programa de becas para posgraduados
1975	Creación del Instituto de Investigaciones Eléctricas
1982	Crisis y apertura económica
1984	Se estableció el Sistema Nacional de Investigadores
1991	Programa Nacional de Posgrados de Excelencia y creación de varios Centros Estatales de Ciencia y Tecnología.
1998	Red Nacional de Centros Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT)
1999	Primera Ley de Ciencia y Tecnología
2001-2008	Programa de Estímulos Fiscales a la Investigación y Desarrollo Tecnológico (PEFIDT)
2002	Ley de Ciencia y Tecnología enmendada y Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT)
2005-2006	Mayor autonomía administrativa a los Centros Públicos e Investigación
2008	Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI)
2009	INNOVATEC, INNOVAPYME, PROINNOVA
2011	Programa de Estímulos a la Innovación (PEI)

Fuente: Elaboración propia.

Como primeros pasos a principios del s. XX, se crearon instituciones importantes -que a la fecha perduran-, para sentar las bases de la ciencia e investigación científica, de tal manera que constituyeron un primer momento para la formación de recursos humanos capacitados en investigación.

Posteriormente, bajo el modelo económico de sustitución de importaciones entre 1935 y 1970, se fundaron instituciones iniciales que conformarían a sentar las bases de un SNI (Corona et. Al., 2013), integradas por académicos, científicos y funcionarios públicos para vincular acciones con las necesidades para el desarrollo económico del país. Surgieron entonces, estrategias provenientes de instituciones de educación superior, centros públicos de investigación (CPI) y políticas industriales. A su vez, el sector productivo se favoreció con nuevas leyes industriales, un marco regulatorio proteccionista, incentivos fiscales y subsidios públicos. Por otra parte, las capacidades científicas estuvieron desvinculadas del sector productivo y las universidades, empresas y CPI, quedaron conformadas asistemáticamente y con escasa interacción, de forma fragmentada, sin canales ni vinculación.

A partir de 1970, con la creación del CONACYT se formalizaron las políticas de CT en México, gracias a un diagnóstico inicial que generó las primeras políticas en CT y con un incremento en el gasto federal entre 1970 y 1981, pasando del 0.15% al 0.46% del PIB (Casas et. Al., 2013). Como principal instrumento se creó el programa de becas de posgrado para crear recursos humanos en ciencias exactas, naturales y sociales, promoviendo un sentido académico de las políticas de CT en México. El resultado fueron relaciones fuertes con el sector productivo nacional, un considerable número de investigadores y la creación de 28 CPI's en diferentes entidades de la República Mexicana. Para 1982, se dejó atrás el modelo de sustitución de importaciones, con lo que hubo privatización de empresas públicas, retirada del Estado en la regulación del sistema y una política de apertura comercial con la entrada al GATT y al NAFTA, generando reformas estructurales y una reducción en políticas de CT del 0.43% al 0.25% del PIB de 1981 a 1988 (Corona et. Al., 2013). A pesar de ello, con la creación del Programa Nacional de Posgrados de Excelencia en 1991 y los Centros Estatales de Ciencia y Tecnología, se fortaleció la formación de recursos humanos en CT y la descentralización de actividades científicas y tecnológicas respectivamente.

En esta época, se propició el uso del término innovación, ya que la industria tendría un papel preponderante en el desarrollo tecnológico y las capacidades innovadoras, impulsando con ello, la puesta en práctica de programas especiales y nuevas regulaciones

para promover la I+D privada y la innovación en el sector productivo, tales como FIDETECT, PROMTEC, FOCCYTEC y PIEBT.

Entre 1999 y 2002 hubo cambios legales con la promulgación de leyes que buscaron generar condiciones para la vinculación academia y sector productivo, surgiendo también el Foro Consultivo Científico y Tecnológico para diseñar e instrumentar políticas, aconsejar en el presupuesto y evaluar la política. El fortalecimiento de la CTI se dio entonces al buscar tres objetivos clave (Ib.): i) reconocimiento de la innovación y asignación de recursos equitativa, ii) promoción de la interactividad y coordinación del S.N.I. y iii) mejora de la gobernanza del SNI mediante reformas del ambiente institucional alrededor de la CTI.

En este marco de acciones, se creó el Programa de Estímulos Fiscales a la Investigación y Desarrollo Tecnológico (PEFIDT) que al operar como un crédito fiscal, favoreció a empresas de mayor tamaño, con pagos efectivos y significativos de impuestos, que recuperaban en periodos posteriores como parte de su inversión en CTI, para lo que requerían de capacidad financiera. El estímulo al abaratar los costos de la inversión hace más rentable la misma a lo largo del tiempo para una misma tasa de retorno e induce una mayor magnitud del gasto privado, y si tales estímulos generan aditividad, -que significa un aumento de la inversión privada en CTI superior al momento del estímulo-, potencian los efectos del gasto público sobre el gasto total (FCCyT, 2013). Cabe aclarar que este incentivo -implementado por muchos países de la OCDE para apoyar la I+D-, ha ido aumentando de 500 millones en 2001 a 4500 millones en 2007 (superando a muchos países miembros), siendo el instrumento de mayor financiación, representando más del 75% del apoyo gubernamental a la I+D empresarial (OCDE, 2009).

Las fallas que presentó en términos generales fueron: i) se favorecía a proyectos presentados a principio del año, sin importar su calidad y proyectos se entregaban en el límite de tiempo para su entrega, por lo que su calidad se reducía por los tiempos de evaluación; ii) Dado el número y variedad de proyectos (por ejemplo 3155 en 2006), se puede cuestionar si el grupo de expertos para evaluarlo fue suficiente en número y si se contó con los conocimientos requeridos; iii) los criterios de selección, basados en el Manual Frascati (OECD, 2002), los gastos pudieron abarcar otras cuestiones de la innovación, distorsionando el objetivo de incrementar la inversión en I+D, iv) cerca del

80% de los estímulos fiscales se destinó a empresas grandes en pocos sectores, v) Dado que el sistema mexicano se basaba en el volumen de I+D más que en su incremento durante el año o los años precedentes, el procedimiento tendía a favorecer a proyectos evaluados de manera positiva el año anterior, incluyeran o no nuevas inversiones en I+D e innovación (por ejemplo filiales de organizaciones multinacionales).

Por tales fallas, se introduce en 2009 un nuevo paquete con un apoyo inicial de \$ 2500 millones (MX) en tres modalidades para apoyar directamente a la innovación: INNOVAPYME, INNOVATEC y PROINNOVA, que incluso pueden beneficiarse con ayuda adicional para incluir personal altamente calificado en forma de becas que participan en el proyecto durante un periodo de hasta 18 meses. Para 2011, a este conjunto de apoyos se le denominó Programas de Estímulos a la Innovación (PEI) y perdura hasta la fecha.

Como se ha observado entonces, se hace necesario que las políticas públicas que impulsan la CTI, tanto las selectivas como las horizontales, sean complementarias. Las primeras procurarían objetivos específicos en torno a los sectores, regiones o agentes. Las segundas aportan oportunidades que surgen del mercado en diversos campos, pero que requieren de incentivos ante los riesgos y dificultades de apropiación privada de los beneficios sociales que presentan, y por tanto, el objetivo debiera ser “impulsar las actividades de CTI reduciendo los costos de inversión en las mismas mediante subsidios al sector productivo, a fin de eficientar la asignación de recursos en términos sociales, ya que incluso, menores costos pueden hacer rentables las inversiones” (FCCyT, 2013).

## **4. EL PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA INNOVACIÓN**

En este capítulo se pretende enmarcar el contexto, las características y el panorama general del PEI, tanto a nivel nacional como a nivel estatal. En el primer apartado encontraremos las características básicas del PEI a fin de establecer los elementos principales que permitan su comprensión y funcionamiento de forma sucinta. Para ello se sintetizaron los elementos básicos de la Convocatoria 2015 y los Términos de Referencia 2015.

Para el segundo subtema, se analizaron algunos datos estadísticos a nivel nacional que permiten dilucidar el escenario del PEI a nivel nacional y algunos aspectos a nivel estatal. En un tercer momento se procedió a realizar una investigación documental a partir de fuentes secundarias, tal como las fichas públicas del PEI, obtenidas del portal oficial y que contienen información descriptiva de una cantidad considerable de proyectos. Con ésta última, se obtuvieron datos interesantes sobre algunos productos y procesos derivados de las actividades de innovación, sea un proyecto vinculado o no. Finalmente, se destaca la trascendencia del PEI para la economía sonorenses gracias a su aporte en el PIB estatal.

### **4.1 Características**

Dentro de las acciones de CONACYT en México existen una gran variedad y cantidad de programas que tratan de investigación en diversas áreas del conocimiento. Uno de ellos es el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) que tiene sus orígenes desde 2009 y continúa hasta el momento. Presenta tres modalidades:

- **INNOVAPYME:** Modalidad dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos cuyo proponente sea una empresa considerada Mipyme (Micro, pequeña y mediana empresa). Puede ser individual o Vinculado.
- **INNOVATEC:** Modalidad dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos cuyo proponente sea una empresa considerada grande. Puede ser individual o Vinculado.

- PROINNOVA: Modalidad dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos que se presenten en vinculación con al menos dos Instituciones de Educación Superior (IES) o dos Centros Públicos de Investigación (CPI) o uno de cada uno.

Su objetivo (CONACYT, 2015) es incentivar a nivel nacional, la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación a través del otorgamiento de estímulos complementarios, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional. Por tal razón, CONACYT no cubre la totalidad de los proyectos seleccionados para el apoyo, debiendo siempre la empresa invertir en el desarrollo de sus proyectos. Entre los objetivos específicos tenemos: i) generar nuevos productos, procesos y/o servicios de alto valor agregado, y contribuir con esto a la competitividad de las empresas ii) fomentar el crecimiento anual de la inversión del sector productivo nacional en I+D+i. Es importante resaltar que el programa otorga apoyos económicos complementarios, sin que ello signifique la sustitución de la inversión que las empresas realizarán en actividades de I+D+i durante el ejercicio fiscal correspondiente; iii) propiciar la vinculación de las empresas en la cadena del conocimiento “educación-ciencia-tecnología-innovación” y su articulación con la cadena productiva del sector estratégico que se trate; iv) formar e incorporar recursos humanos especializados en actividades de I+D+i en las empresas.

Como requisitos básicos (CONACYT, 2015) están: ser una persona moral con fines de lucro, contar con el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) vigente, preparar un proyecto de innovación tecnológica (según Norma Mexicana de Proyectos Tecnológicos) y someter la propuesta en tiempo y forma.

En este entendido, pueden participar: 1) Sociedad en Nombre Colectivo, 2) Sociedades Anónimas, 3) Sociedades Cooperativas, 4) Sociedades de Responsabilidad Limitada, 5) Sociedades en Comandita Simple, 6) Sociedad en Comandita por Acciones, 7) Sociedades Anónimas Promotoras de Inversión, 8) Sociedades Bursátiles, 9) Sociedades de Producción Rural. En contraste, no pueden participar: 1) Personas físicas, 2) Sociedades civiles, 3) Asociaciones civiles, 4) Instituciones de Educación Superior, 5) Centros de Investigación Públicos.

Este programa parte de los Términos de referencia (CONACYT, 2015) que le dan estructura y sirven de guía normativa para cumplir con los requisitos establecidos. Así mismo existen otros documentos y procedimientos para la presentación, monitoreo y evaluación de las propuestas. Según los documentos guía, la estructura de la propuesta debe contener: a) título del proyecto; b) generalidades; c) responsabilidades; d) justificación del proyecto; e) análisis de factibilidad del proyecto; f) plan detallado del proyecto; g) presupuesto; h) control del programa de trabajo del proyecto; i) protección de la propiedad de los resultados del proyecto tecnológico. Una vez presentados estos elementos, la selección de propuestas y personas destinatarias de los apoyos se realizan mediante procedimientos competitivos, eficientes, equitativos, transparentes y públicos, sustentados en méritos y calidad. Para ello, las propuestas se someterán a una evaluación de calidad y factibilidad por tres miembros del Registro Conacyt de Evaluadores Acreditados (RCEA) para determinar la probabilidad de que el proyecto alcance los objetivos y metas planteados. Para lograrlo se realiza una evaluación mediante metodología paramétrica para calificar cuantitativamente cada propuesta, establecida mediante los criterios establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2 Criterios y puntajes de evaluación por modalidad PEI

	INNOVAPYME		INNOVATEC		PROINNOVA
	Individual	Vinculado	Individual	Vinculado	
<b>Calidad Técnica de la Propuesta</b> (Aspectos de la solicitud que considera: objetivos, identificación de obstáculos técnicos, vigilancia tecnológica, estado de la técnica, búsqueda de patentes, inteligencia competitiva, estrategia tecnológica de la empresa, etc)	40%	35%	40%	35%	35%
<b>Potencial de mercado del Proyecto</b> (Aspectos de la solicitud que considera: grado de innovación, estudio de mercado, experiencia del equipo en comercialización de tecnología, generación / apropiación de la propiedad intelectual, etc)	40%	35%	40%	35%	35%
<b>Viabilidad en la Implementación</b> (Aspectos de la solicitud que considera: Programa de Trabajo, Calendarización de Actividades, Grupo de Trabajo y Presupuesto)	20%	10%	20%	10%	10%
<b>Vinculación</b> (Aspectos de la solicitud que considera: capacidades de la IES / CI vinculados, actividades que desarrollará la IES / CI, etc)	NO APLICA	20%	NO APLICA	20%	20%
<b>Elementos adicionales</b> (Continuación de proyectos previamente apoyados y Alineación con sectores económicos prioritarios)	10 Pts.	10 Pts.	10 Pts.	10 Pts.	10 Pts.

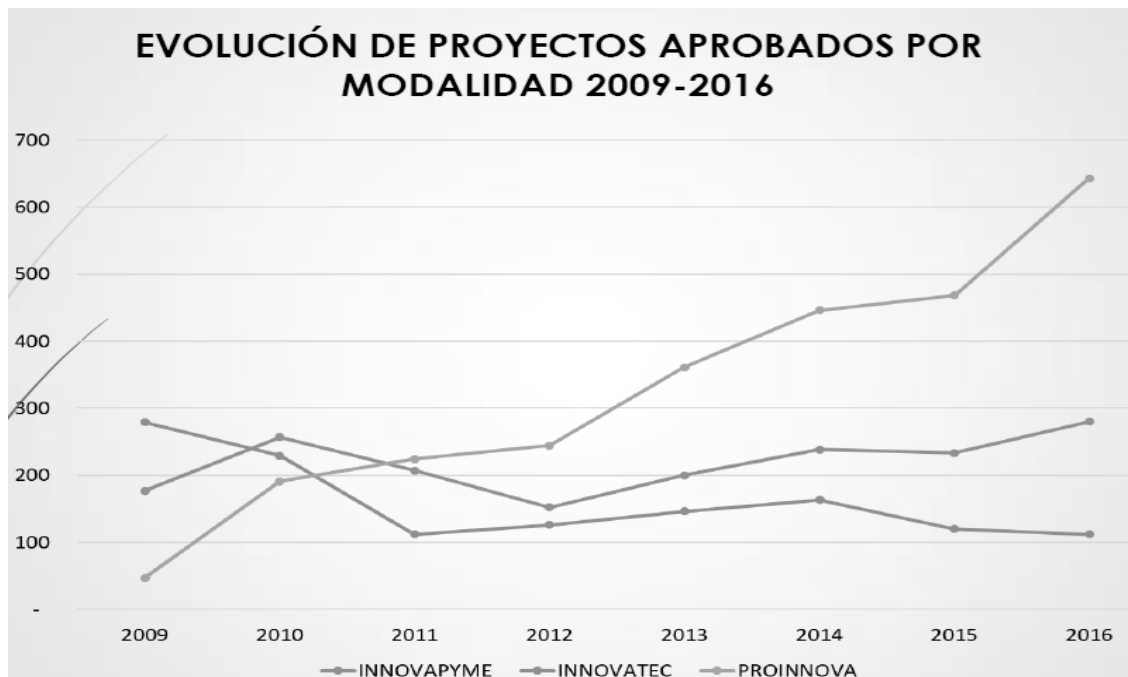
Fuente: Conacyt, 2013.

Por último, el CONACYT podrá realizar evaluaciones *in situ* una vez finalizado el proceso de ministración a una muestra representativa de proyecto a fin de verificar el grado de avance, de conformidad al cronograma de actividades.

#### 4.2 Panorama del PEI a Nivel Nacional

Respecto de la evolución de los proyectos por modalidad (Gráfica 1), tenemos que PROINNOVA, dirigida para todos los tamaños de empresa, ha tenido un repunte en 2016, aumentando gradual y constantemente desde 2009, lo que presupone un incremento en la participación en el esquema de red, es decir, que integra al menos un Centro Público de Investigación o una Institución de Educación Superior, lo que supondría un alza en la transferencia de conocimiento y vinculación activa.

Gráfica 1 Evolución por modalidad a nivel nacional del PEI



Fuente: PECITI/CONACYT, material de difusión convocatoria PEI 2016.

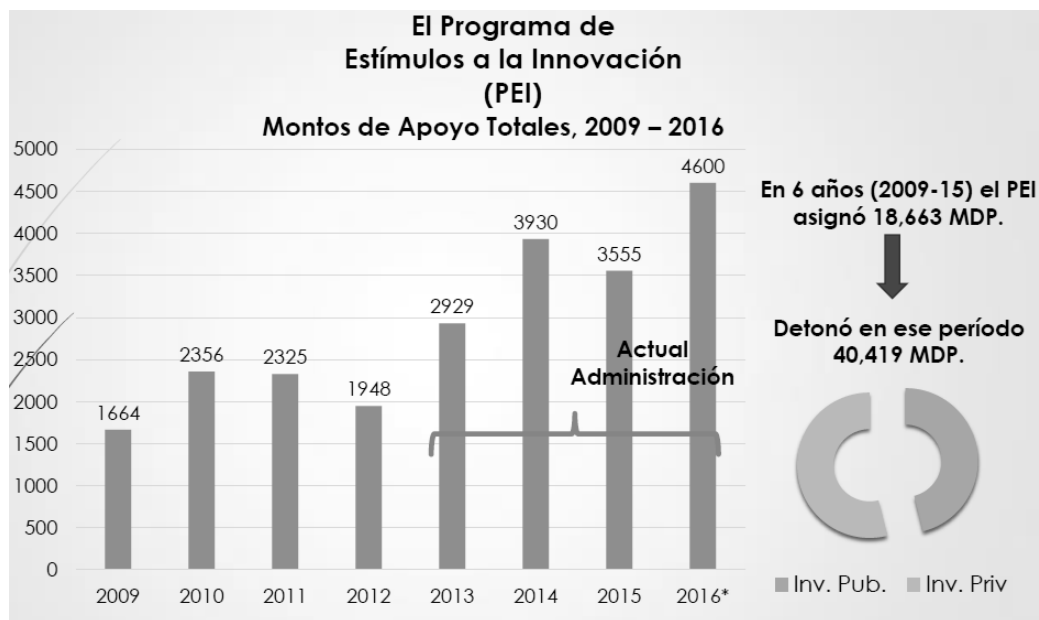


Por otra parte, INNOVAPYME, que está dirigida a micros, pequeñas y medianas empresas inició con más propuestas que PROINNOVA, pero descendió su participación en 2012, hasta recuperarse en 2016 con un poco más de proyectos que en 2010. Cabe destacar que se hace necesario fomentar la participación en esta modalidad, ya que las empresas de este tamaño requieren de financiamiento para introducir mejoras en sus procesos de innovación.

Por su parte, INNOVATEC, modalidad que inició en 2009 con la más alta participación, manteniéndose regular durante el periodo, cayó en 2016 con el menor número de proyectos que cualquier otra modalidad, lo que supone que las empresas grandes o redujeron su participación (poco probable por la tendencia inicial de 2009) o bien se han vinculado con otras IES o CPI's.

Los montos asignados para el PEI, desde 2009 a 2015 en inversión pública fueron de 18,663 MDP y de la inversión privada fueron 21,756 MDP, haciendo un total de 40,419 MDP invertidos en I+D+i, por lo que se esperaría lograr los impactos deseados por el programa y su contribución al sistema de innovación mexicano en pro de la innovación y por ende, del bienestar social.

Gráfica 2 Montos de apoyo a nivel nacional del PEI



Fuente: PECITI/CONACYT, material de difusión convocatoria PEI 2016.

Con ello, se muestra en la anterior Gráfica 2, que 2009 representa un 36% respecto de 2016, lo que evidencia un aumento del 64% en el monto de apoyo, mismos que han crecido en más de 20% en esta administración actual, consolidándose como un programa exitoso y con sugerente continuidad para los próximos sexenios.

Hasta el momento, y desde 2009 a 2015 (Gráfica 3), Nuevo León ocupa el primer lugar con 2061 MDP para 480 proyectos, Sonora ocupa el 9º lugar con 776 millones de pesos con un total de 137 proyectos y Baja California Sur en el último lugar en monto, con 124 millones de pesos para 22 proyectos. Para describir tal comportamiento, habrían de analizarse el tamaño de la empresa que participa, las vocaciones regionales, los clústeres regionales, entre otros.

Gráfica 3 Apoyo histórico por entidad federativa del PEI



Fuente: PECITI/CONACYT, material de difusión convocatoria PEI 2016.

En este camino, según el World Economic Forum en 2012, México ganó posiciones a nivel internacional en tres aspectos principales: capacidad de innovación, gasto de las empresas en I+D+i y la vinculación academia empresa; logros que están relacionados con

los objetivos del PEI (FCCyT, 2013) y por lo tanto se presentan como evidencia de su impulso a la I+D+i.

En resumen, los efectos de las políticas públicas de innovación no son fáciles de cuantificar, ya que la multiplicidad de actores e instituciones involucradas -que incluyen actores del sector público y privado-, así como las necesidades e intereses de los destinatarios y ejecutores, requieren de políticas bien definidas y guiadas, específicas y medibles con indicadores bien elaborados. Ello incluye el hecho de que “no hay datos disponibles para estimar los efectos a largo plazo de los programas que se analizan. Por lo tanto, más allá de la evaluación puntual de los resultados de las acciones de política pública, puede resultar necesario un completo análisis de un instrumento durante varios años después de haber sido puesto en práctica” (CEPAL, 2007). Como ejemplo de lo anterior, en fecha reciente se publicó un artículo (Ramírez, 2017) en el que se hace una crítica fuerte al CONACYT, por financiar a fondo perdido el PEI, con casi 3 mil millones de pesos por concepto de innovación tecnológica. Entre las razones están: i) existen 10 transnacionales apoyadas; ii) la Auditoría Superior de la Federación determinó falta de control y transparencia en los gastos, pudiendo haber un daño por más de 42 millones de pesos; iii) Bernardo Olmedo Carranza, del Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM dice que las microempresas son las que se quedan al margen de los apoyos, a pesar de representar cerca del 97% de las unidades económicas del país.

Independientemente de las visiones que se puedan apreciar en la superficie, sería coherente explorar y profundizar en los impactos que el PEI ha logrado a largo y mediano plazo, elaborando con ello una visión clara y objetiva de los alcances y logros que ha concretado, así como de las limitantes y áreas de oportunidad que presenta este programa. Se debe recordar que el objetivo del PEI es que las empresas innoven y desarrollen tecnologías, por lo que los resultados de tales acciones no son palpables en corto plazo, ya que los procesos de innovación requieren tiempos de maduración suficientes, que van de mediano a largo plazo.

Con ello, a pesar de estos esfuerzos e incrementos en materia de innovación, aún quedan pendientes algunas limitaciones del PEI (FCCyT, 2013): i) la escasez de recursos para una demanda que supera la oferta; ii) si bien se ha evitado la concentración de los recursos en pocas entidades, tampoco son claros los criterios que los estados han establecido para el

otorgamiento de los recursos; iii) si bien el programa cuenta con indicadores de desempeño tales como el de cobertura nacional, tasa de éxito regional (índice de viabilidad por entidad federativa), no hay diseño de indicadores de impacto; iv) faltan actividades relacionadas con el monitoreo y seguimiento de los proyectos, tanto de los aprobados como de los no aprobados; v) debe apoyarse a las Mipymes para que mejoren el diseño y viabilidad técnica y financiera para que se apruebe un mayor número de proyectos a corto plazo; vi) las empresas deben mejorar su capacidad de absorción, gestión y transferencia del conocimiento, así como capacidades para identificar y evaluar el riesgo/beneficio tecnológico.

Como aspectos que se han mejorado en el programa (Pastor et. Al., 2015) -y en consonancia con la falta de información sobre los resultados de los proyectos aprobados en el padrón de beneficiarios de CONACYT, se tienen: distribución de apoyos por tamaño de la empresa y menor concentración de recursos; incremento de vinculación entre los actores del sistema de innovación; existencia de resultados tangibles relevantes, como la generación de empleos de alto valor, creación de nuevos productos, procesos y servicios, y registro de patentes. Entre sus impactos, aún se carece de indicadores y análisis de costo beneficio sistemáticos y públicos, lo que además incluye la falta de seguimiento (OCDE, 2009) más allá del cierre del apoyo.

#### 4.3 Acercamiento Documental del PEI en Sonora

En este apartado se presenta un acercamiento documental elaborado a partir de las fichas<sup>1</sup> que CONACYT publica en su portal oficial. Éste permite generar aproximaciones a los proyectos que las empresas propusieron y además contrastar algunos de los impactos esperados y logrados. Desafortunadamente, no todas las fichas están disponibles, por lo

---

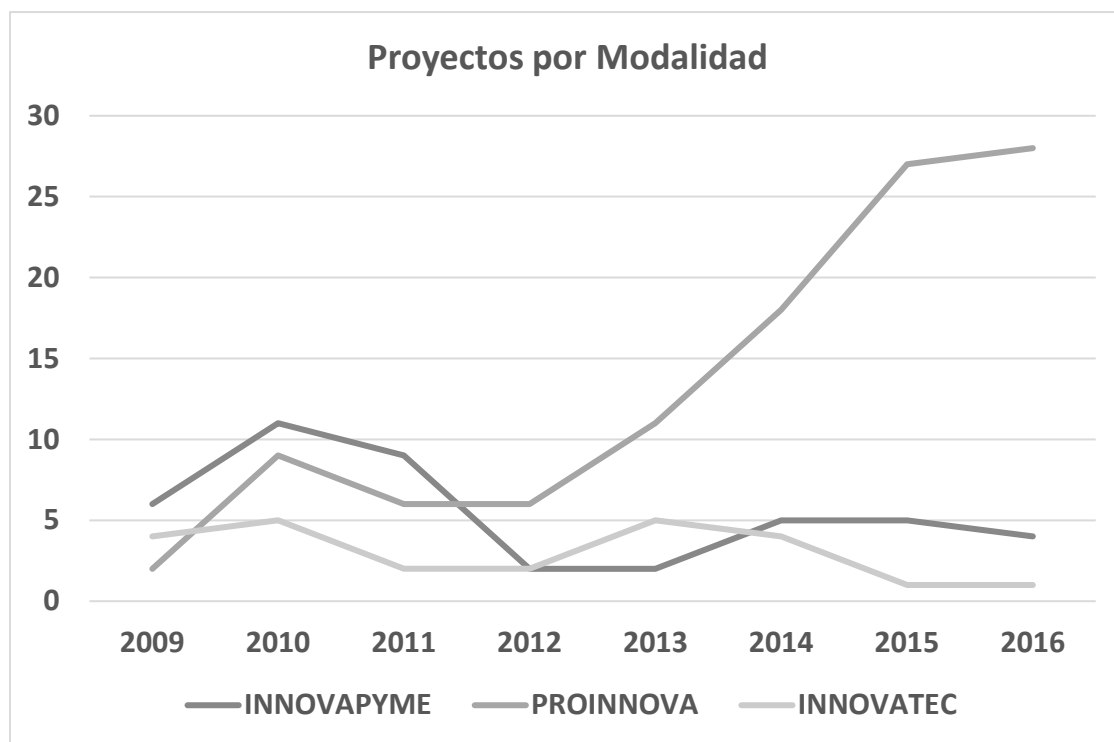
<sup>1</sup> Fichas públicas encontradas en: <http://www.conacyt.mx/index.php/transparencia/transparencia-focalizada/fichas-publicas>

que se logró trabajar con los datos de 2012 a 2015. Este primer acercamiento en nuestro Estado fue elaborado con base al análisis descriptivo de las fichas públicas, en combinación con información recuperada de otras fuentes para captar un mayor periodo de análisis. En algunos casos se pudieron incluir datos complementarios para los años 2009, 2010, 2011 y 2016.

A nivel nacional Sonora ocupa el 9º entre las demás entidades federativas en el total de apoyos otorgados por el PEI en un periodo de 6 años. Ello supone la participación de la entidad en los procesos que ayuden a incrementar la innovación y desarrollo tecnológico y por supuesto, lograr los efectos deseados de mejores empleos, productividad y bienestar social. Según CONEVAL en 2012 (Citado por Pilar et. Al., 2015) hay que reconocer que el PEI intenta evitar la concentración geográfica otorgando bolsas estatales, como también se ha incorporado la participación de las entidades federativas en la selección de proyectos y en la gestión del programa, lo que contribuye a que los proyectos aprobados sean pertinentes con las vocaciones de los estados y favorezcan el desarrollo regional.

Sonora, por su parte participa desde sus vocaciones regionales en diversos sectores como: aeronáutico/aeroespacial, automotriz, minero, eléctrico/electrónico, tecnologías de la información, agroindustrial, energías renovables, turismo, biotecnologías y equipo médico. Respecto de la participación por modalidad (siguiente gráfica), PROINNOVA ha ido en aumento en los últimos cuatro años conformado por 84 empresas contra 11 de modalidad INNOVATEC (centrada en grandes empresas y puede o no vincularse), lo que representa que las empresas se han orientado a la creación de proyectos en red orientados a la vinculación con al menos dos Instituciones de Educación Superior o bien dos Centros de Investigación (o uno de cada institución). Por su parte la modalidad INNOVAPYME, centrada en micros, pequeñas y medianas empresas, que puede o no vincularse, obtuvo repunte en 2010 y 2011, pero disminuyó a la mitad para 2016.

Gráfica 4 Proyectos por modalidad PEI en Sonora

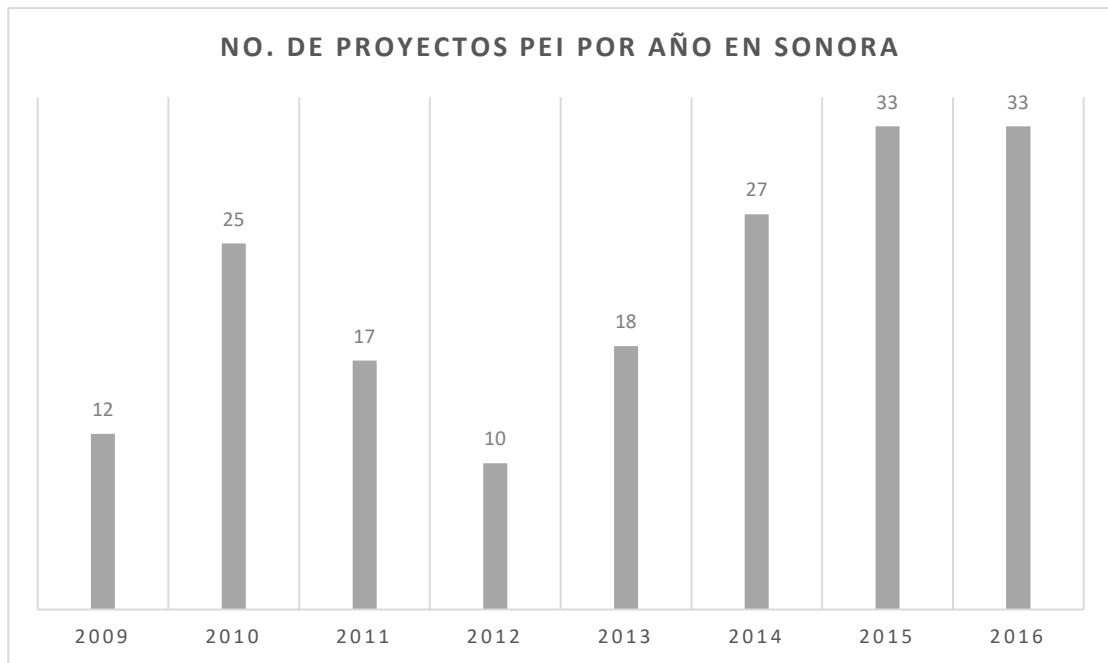


Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

En la anterior Gráfica 4, se evidencia que las pequeñas y medianas empresas empezaron altos y bajaron al final; incrementó el número de empresas vinculadas con al menos dos instituciones; y las empresas grandes se mantienen constante con bajo número de propuestas.

Por otra parte, en Sonora se observa una constante en la aprobación de proyectos de empresas Sonorenses para recibir recursos por parte del PEI, despuntando en los últimos dos años con 66 proyectos aprobados, tal como se aprecia en la siguiente Gráfica 5.

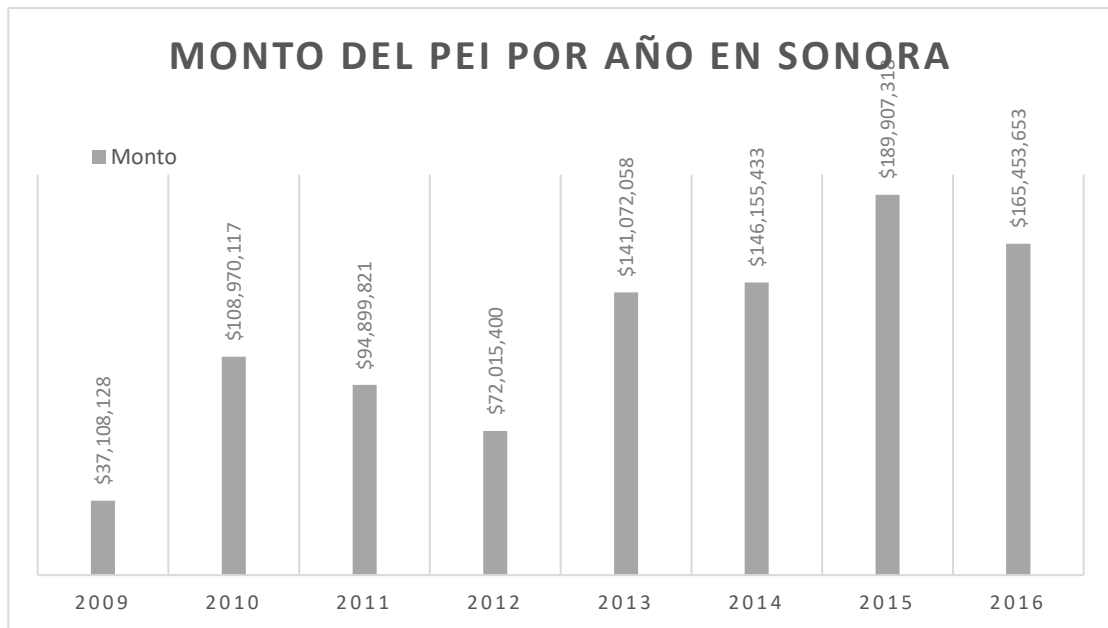
Gráfica 5 Proyectos PEI de 2009 a 2016 en Sonora



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

Con el PEI, durante 8 años en que se ha apoyado al Estado de Sonora, se tiene un total de \$ 955,581,928 que han sido ministrados para los 175 proyectos aprobados, haciendo una media de 5.5 millones por proyecto. Entre tanto, la siguiente Gráfica 6 muestra cerca de 40 millones como mínimo, para 12 proyectos en 2009 y como máximo presenta casi 200 millones para 33 proyectos en 2015, lo que representa una constante respecto del número de proyectos aprobados en directa proporción con los montos.

Gráfica 6 Monto del PEI por año en Sonora

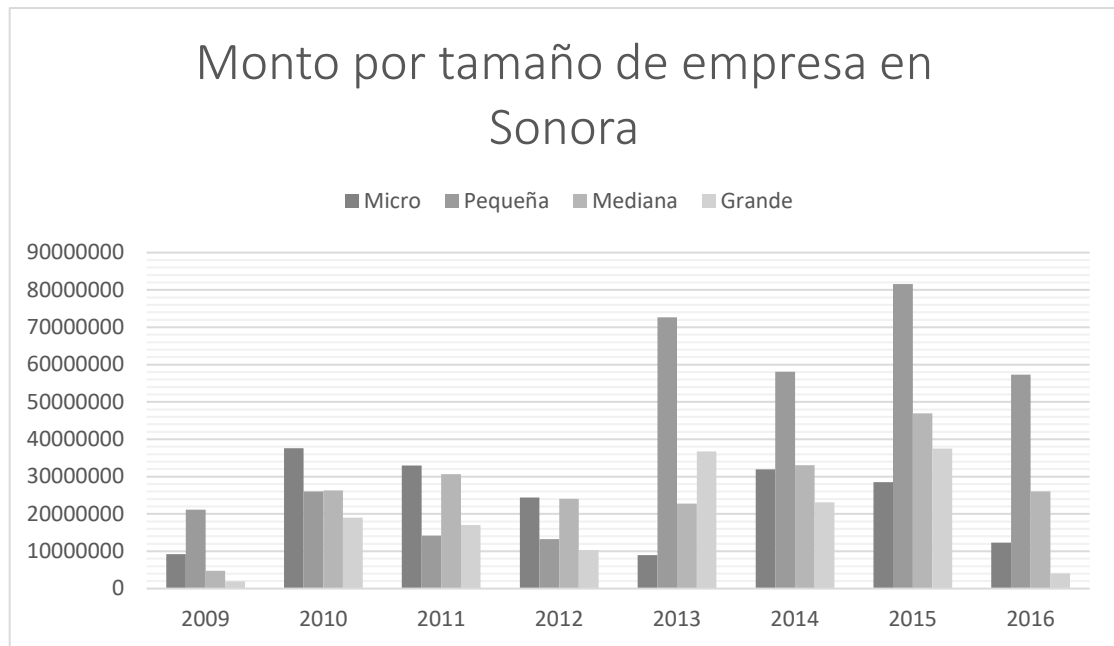


Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

En la participación de los montos otorgados por tamaño de empresa (siguiente Gráfica 7) en Sonora ha sido variable, recibiendo la mayor cantidad la pequeña empresa de 2013 a 2016, mientras que la micro destaca en el 2010, 2011 y 2014. La empresa grande ha recibido la menor cantidad.



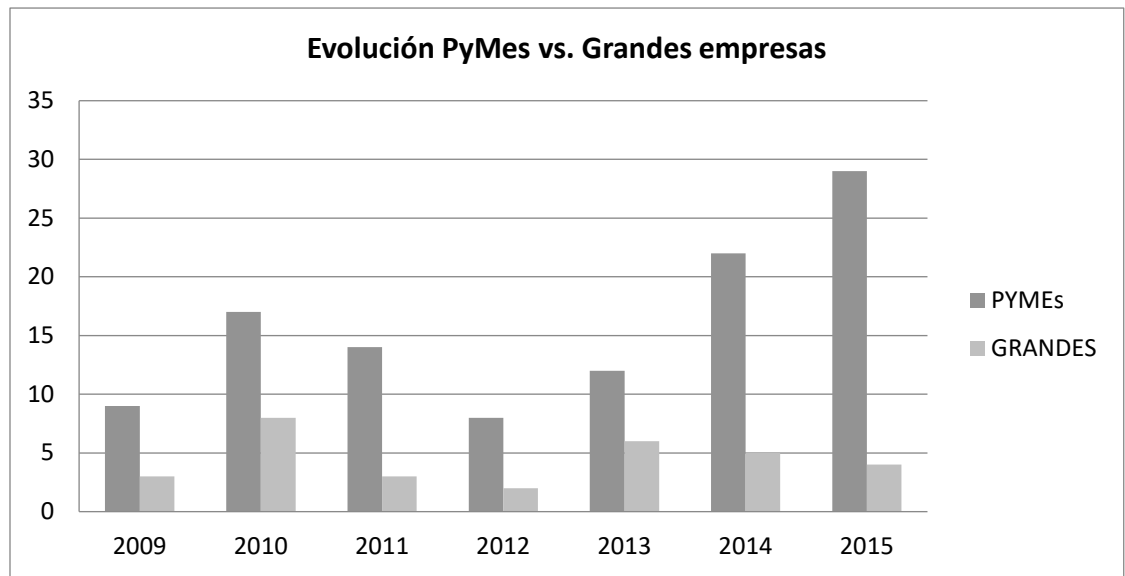
Gráfica 7 Monto por tamaño de empresa en Sonora



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

El siguiente Gráfico 8, muestra que las empresas pequeñas y grandes han estado a la par en proyectos de 2009 a 2013, pero la participación de las Mipymes ha repuntado respecto de las grandes. Es decir, las grandes han mantenido su participación durante todas sus participaciones anuales, pero las Mipymes han mejorado su incursión para la obtención de financiamiento.

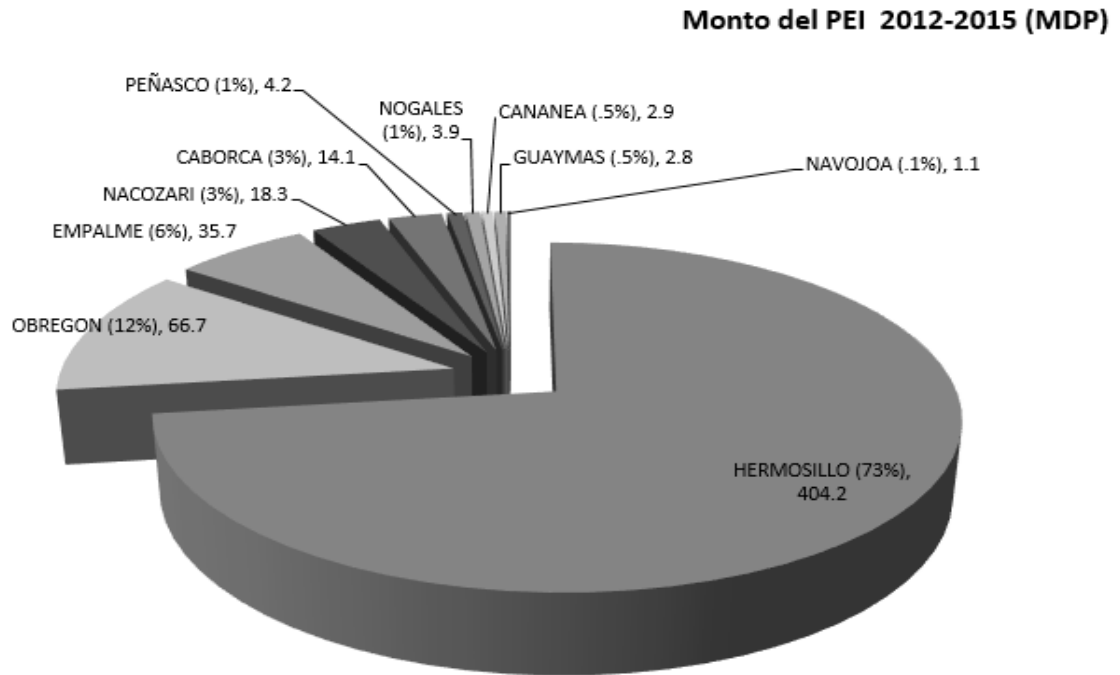
Gráfica 8 Evolución de Pymes vs Grandes empresas



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

Por otro lado, en la próxima Gráfica 9 se aprecia que un 73% del apoyo del PEI se concentra en la capital de Hermosillo, siguiente obregón con 12% y Navojoa en último lugar con 0.1%. Habría que indagar sobre dos cuestiones: i) ¿qué condiciones son necesarias para que haya mayor participación de los municipios? ii) ¿cómo potenciar las vocaciones regionales para lograr una distribución más equitativa del apoyo?

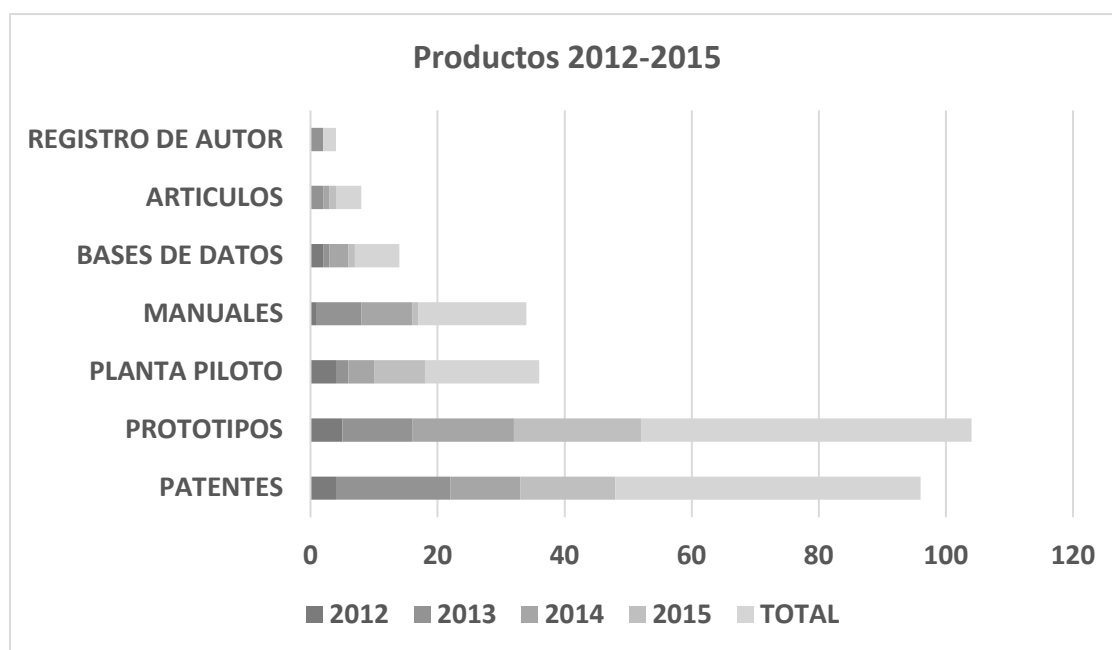
Gráfica 9 Monto del PEI por municipio en Sonora



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

Esta situación representa entonces, una clara concentración de recursos que debieran distribuirse en toda la entidad, buscando fortalecer los sectores estratégicos a través de acciones tendientes que los propios municipios de todo el Estado pudieran lograr con su aportación de proyectos que generen las condiciones y explotación de recursos de manera favorable como medio para la detonación de la economía y el desarrollo de cada región. Y es que, hasta el momento, solo 10 municipios han presentado propuestas de los 72 existentes en nuestra entidad.

Gráfica 10 Productos del PEI de 2012 a 2015 en Sonora

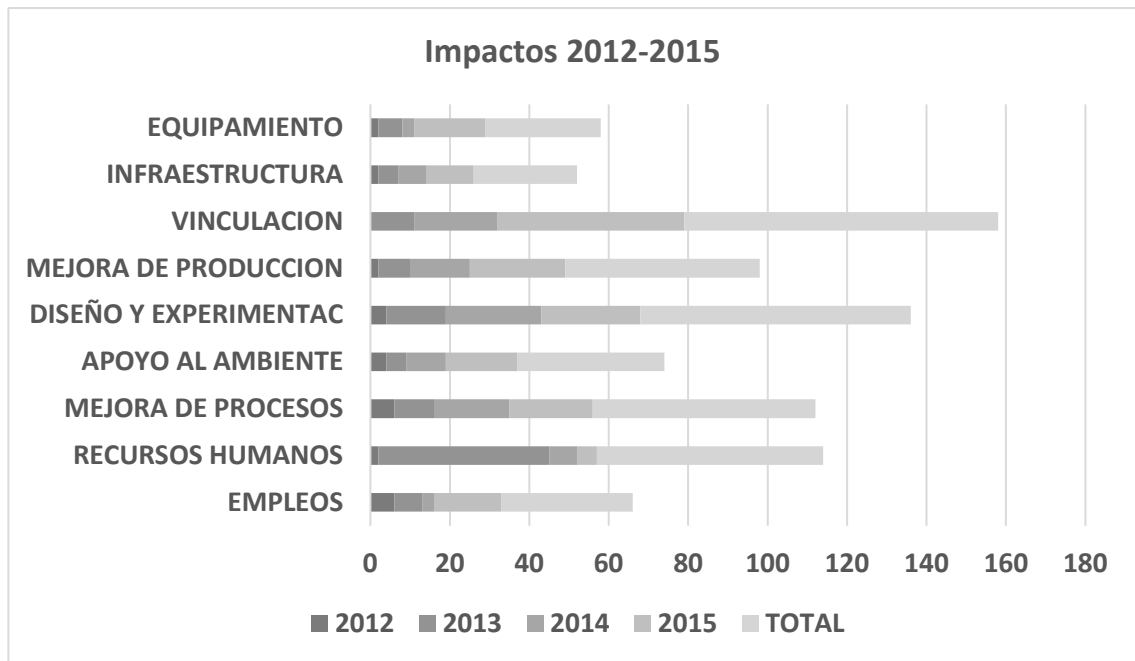


Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

Esta Gráfica 10 por su parte, muestra una distinción de los productos de impacto obtenidos durante 4 años en que las empresas han participado, y se hacen evidentes resultados como los siguientes:

- Es de resaltar un total de 48 patentes y 52 prototipos que se han alcanzado en el periodo, lo que demuestra la clara intención de incrementar la innovación y la vinculación con IES o CPI, que muestran alrededor de 79 empresas que interactuaron para generar nuevos productos o procesos, lo que demuestra que se está logrando la expectativa del PEI en nuestra entidad.
- En cuanto a la producción de conocimiento, se tienen apenas 4 artículos científicos publicados o en proceso, lo que muestra una deficiente participación en este rubro y muestra una tendencia a usar el recurso para crear productos, más no conocimiento que pueda ser transferible entre las empresas e instituciones, y por supuesto, su explotación para un desarrollo en las regiones de Sonora.

Gráfica 11 Impactos del PEI de 2012 a 2015 en Sonora



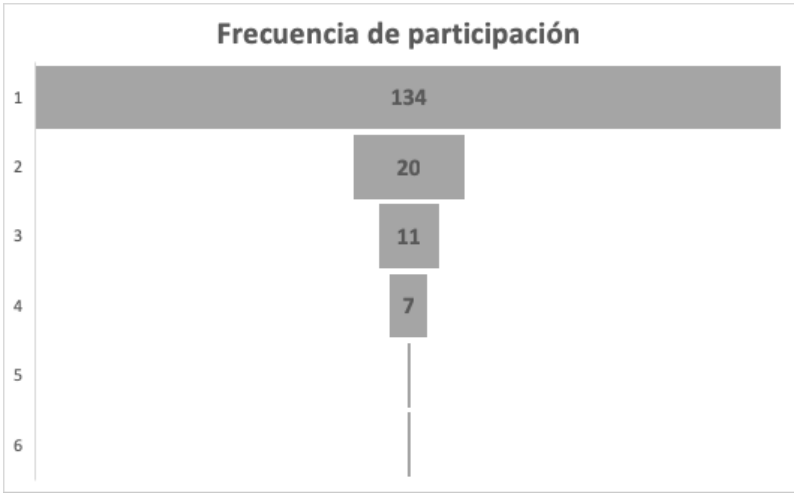
Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

En consonancia con algunos productos identificados anteriormente, la anterior Gráfica 11 presenta ciertos impactos generados a partir de los que podemos inferir lo siguiente:

- Respecto de los Empleos se han generado cerca de 40 a partir de los 88 proyectos del periodo, sin embargo, no significa que sea un empleo por persona, sino el total de contrataciones para los proyectos.
- Por su parte, recursos humanos se refiere a 57 personas que se capacitaron para lograr los objetivos que cada empresa propuso en sus respectivos proyectos, lo que incluye el hecho de vincularse con IES y CPI's.
- Por su parte el diseño y experimentación de proyectos, incluye el estudio de materiales y literatura para el desarrollo, aplicación y retroalimentación de las propuestas presentadas, habiendo un total de 68 proyectos que se presentan bien argumentados y se espera, con bases suficientes para crear redes de conocimiento.
- Mejora de procesos y mejora de producción van de la mano con más de 50 empresas que han mejorado o incrementado las acciones que permiten la innovación, experimentación, diseño y retroalimentación de los procesos.

Por último, cabe mencionar que de las 175 empresas (total) de empresas que participaron de 2009 a 2016 (Gráfica 12), 77% de las empresas participaron solo una vez; 23% participaron 2, 3,4, 6 y hasta 10 veces; Pharma Rubio participó con 6 proyectos y Minera del Cobre participó con 10 proyectos durante el periodo abordado. En este último caso, sería necesario observar las prácticas que estas grandes empresas realizan para la conformación de un proyecto de investigación que sea aceptado y financiado. Así mismo, recordemos que entre más grande la empresa, mayor es el monto otorgado.

Gráfica 12 Frecuencias de participación del PEI de 2009 a 2016 en Sonora



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

## 5. LOS SUBSIDIOS A LA I+D PRIVADA

De acuerdo con los análisis sobre el tema, acumulados durante las últimas décadas, la racionalidad detrás de la provisión de apoyos públicos a la I+D+i de las empresas se explica por las denominadas “fallas del mercado”, las cuales residen en algunas características especiales de las actividades de I+D+i.

En primer lugar, estas actividades se caracterizan por la baja “apropiabilidad” de sus resultados. Esto ocurre porque las empresas que no participan directamente en los esfuerzos de I+D+i pueden acceder de forma fácil y gratuita a los beneficios asociados con ella. Los estudios sobre el tema han constatado la existencia de externalidades positivas de las actividades de I+D+i (*knowledge spillovers*) y han demostrado también que los retornos privados de las empresas que realizan tales actividades son inferiores a los rendimientos sociales que estas pueden proveer, por lo que el papel que juega la intervención del gobierno consiste en pretender reducir esta distancia (Arrow, 1962).

En segundo lugar, los rendimientos derivados de la inversión en I+D+i son exageradamente inciertos. Esta incertidumbre se ve intensificada por las “asimetrías de información” existentes entre quienes demandan fondos para la I+D+i y quienes los proveen (Aboody y Lev, 2000; Czarnitzki & Hottenrott, 2011). Estas asimetrías generan imperfecciones en el mercado de capitales, cuyo efecto es el de provocar cierta ralentización de los fondos disponibles y, por lo tanto, restricciones financieras para las empresas que desean invertir en tales actividades. Pero también otros aspectos como la complejidad de los proyectos y la especificidad de los activos relacionados con los proyectos de inversión en I+D pueden hacer que sea particularmente difícil para los agentes juzgar el rendimiento esperado. Los proyectos de I+D+i son difícilmente apoyados por fondos privados debido a que se caracterizan por tener retornos sólo en el largo plazo y por ser de alta incertidumbre. Además, las empresas pueden ser reacias a revelar los detalles de los proyectos a posibles inversores (Zhong, 2018).

En tercer lugar, la I+D+i también carece de activos tangibles que puedan utilizarse como garantía para el acceso a créditos. Hall (2002), por ejemplo, observó que un alto porcentaje del gasto en I+D+i se dedica esencialmente a los salarios de los investigadores; el

conocimiento es tácito y está “atado” a los investigadores, quienes pueden abandonar las empresas en cualquier momento. La intangibilidad de activos creada por la inversión en I+D+i puede hacer que el acceso a fondos externos sea mucho más costoso para estas actividades que para otros tipos de inversiones (Czarnitzki y Hottenrott, 2011).

Finalmente, la I+D+i es una actividad que no se puede abandonar en etapas intermedias, lo que produce costos irrecuperables muy importantes que las empresas deben tener en cuenta cuando deciden el alcance de su compromiso de I+D. En estas condiciones, son muy altos los costos de entrada y salida del mercado, lo que implica que el mercado de la I+D esté muy lejos de la competencia perfecta y los gobiernos tengan argumentos adicionales para jugar un papel de como reguladores externos.

### 5.1 Estudios Previos Sobre el Impacto de los Subsidios a la I+D+i Privada

Los marcos teóricos para la evaluación de los programas públicos de apoyo a la I+D+i han recobrado un gran interés en la última década, como resultado del aumento de dichos programas prácticamente en todos los países de la OECD y en algunos países en desarrollo. Los responsables de la formulación de políticas en esta área esperan que el aumento los apoyos públicos a la I+D+i aumente la inversión en estas actividades, lo que a la larga acelerará el crecimiento económico. La pregunta central dentro del debate de evaluación está relacionada con la efectividad de las subvenciones a la I+D+i privada. Sin embargo, se utilizan diferentes herramientas y métodos para medir los beneficios de la política pública de innovación y tecnología (Georghiou y Roessner, 2000). Para conocer las metodologías de evaluación más utilizadas, consúltese Anexo 1.

Siguiendo el razonamiento neoclásico de las fallas del mercado, el enfoque tradicional para determinar la efectividad de los instrumentos de política de innovación se centra en el concepto de adicionalidad. La literatura de evaluación de impacto se centra en el estudio de la adicionalidad de los apoyos públicos otorgados a las empresas para promover la I+D+i. La adicionalidad puede ser entendida de tres maneras: a) los efectos sobre la dedicación de recursos a I+D+i (adicionalidad de input); b) sobre los resultados



tecnológicos y comerciales de dichas actividades (adicionalidad de output) y; c) sobre el comportamiento de la empresa (adicionalidad de behavior) (Georghiu 2002; Clarysse et al., 2009). Para enmarcar la importancia del concepto de adicionalidad y su tipología, es necesario rescatar las definiciones iniciales. Georghiu (2002) comenta que el concepto de adicionalidad es la proporción de salidas o resultados bajo los procesos de investigación y desarrollo que son apoyados por financiamientos públicos. Esto es, qué resultados se obtuvieron, a partir del apoyo recibido. El autor, también distingue tres tipos: adicionalidad de input, adicionalidad de output y adicionalidad de behavior.

- De input. Se centra en identificar si los fondos recibidos por la empresa, generan un efecto adicional en los recursos utilizados para llevar a cabo sus actividades innovadoras, o si por el contrario, hay un efecto sustitución de fondos privados por públicos. Su estimación consiste generalmente, en evaluar el incremento del gasto en I+D+i empresarial como consecuencia de la obtención de la ayuda, lo que implica asumir en cierta forma que, un mayor gasto en I+D+i genera como efecto, un aumento en la capacidad innovadora de los agentes económicos.
- De output. Se basa en una estimación de la efectividad de la empresa que recibe la ayuda para obtener innovaciones. La crítica más frecuente al respecto recae en la dificultad de establecer una correspondencia clara entre los outputs innovadores obtenidos, y las ayudas a la I+D+i, lo que responde a la dificultad de definir adecuadamente el producto resultante del proceso de innovación, y su correspondencia directa con las actividades de I+D+i realizadas.
- De behavior. Fija su atención en el proceso de aprendizaje generado a raíz de la acción gubernamental, en los cambios que afectan a los agentes en sí mismos, y más exactamente, en la forma en que estos tienen lugar. Es importante señalar que, la adicionalidad de comportamiento es más confiable para ser analizada, ya que mide los efectos más duraderos sobre las empresas estos efectos se perciben en un plazo más largo, que en los otros tipos de adicionalidad.

Cabe recordar, que las primeras dos tipologías son las más utilizadas en América Latina, y la adicionalidad de behavior ha sido analizada teóricamente, y falta camino por recorrer. La adicionalidad de behavior o de comportamiento, conlleva implícitamente las prácticas organizacionales que se dan al interior de la empresa, por lo tanto, son más difíciles de

medir porque son intangibles. Supone fijar la atención en el proceso de aprendizaje generado, a partir del financiamiento gubernamental, de aquellos proyectos orientados a crear nuevos productos y procesos.

### **5.1.1 Estudios Previos Sobre la Existencia de Adicionalidades de Input, Output y Comportamiento**

En cuanto a la adicionalidad de input, las subvenciones públicas a la I+D+i privada podrían tener un efecto negativo si las empresas beneficiarias deciden reducir sus propias inversiones en I+D+i, de forma que la financiación pública desplazaría parcial o totalmente la inversión privada. Con base en ello, numerosos estudios han intentado medir el impacto de los subsidios públicos sobre la I+D+i privada utilizando información de distintos países y empleando diferentes metodologías. El resumen general de los estudios que examinan la adicionalidad de input presentado en la Tabla 3, revisa un total de 226 estudios y muestra que la mayor parte de la evidencia empírica arrojada en los estudios indica un impacto positivo de los subsidios en el gasto de I+D de las empresas (122). De acuerdo con los resultados de estos estudios previos, la adicionalidad de input de los apoyos públicos directos a la I+D+i privada parece ser más fuerte para las empresas pequeñas y medianas, mientras que esta adicionalidad disminuye en los niveles más altos de los subsidios. Sin embargo, la evidencia de si el apoyo público desplaza a la inversión privada no es concluyente. Los resultados mixtos, los efectos positivos y negativos, indican que el apoyo directo del gobierno puede tener un impacto positivo en el gasto en I + D, pero no siempre.

Tabla 3 Resumen de meta-evaluaciones y revisiones sistemáticas/críticas de estudios sobre adicionalidad de input

Estudio	Adicionalidad/ efecto positivo	Efecto Nulo o no sig.	Sustitución/ efecto negativo	Resultados Mixtos	Total	Periodo de publicación
David y Toole, 2000	16	3	11	3	33	Pre-2000
García Quevedo, 2004	38	19	17		74	Pre-2002
Correa y Borja, 2013	Predominantes					2004-2011
Cunningham et al., 2013	12	3	2	7	24	2000-2012
Zúñiga et al., 2014	48	14	15		77	Pre-2011
Becker, 2015	Predominantes					Post-2000
WWCLEG, 2015	8	1	1	8	18	2000-2015
Total	122	40	46	18	226	

Fuente: Elaboración propia.

Existen también numerosos estudios empíricos que han evaluado el impacto de los apoyos públicos directos a la I+D+i sobre los resultados de la innovación (adicionalidad de output), como los niveles de producción y ventas, nuevos productos, procesos de producción mejorados de las empresas receptoras, así como los que han evaluado el efecto sobre indicadores de desempeño empresarial, como productividad, rentabilidad, empleo y crecimiento. Los resultados de los estudios basados en meta-evaluaciones y la revisión sistémica/crítica de los estudios sobre el tema de la adicionalidad de output son presentados en la Tabla 4, la cual presenta un sumario de las meta-evaluaciones y

revisiones sistemáticas/críticas de los estudios sobre adicionalidad de output a nivel mundial en los últimos años. En resumen, la evidencia presentada sobre la adicionalidad de output a nivel de empresa sugiere que el apoyo directo del gobierno como subvenciones, o subsidios puede tener un impacto positivo en los resultados de la innovación: mayor número de patentes, ventas de nuevos productos e introducción de nuevos procesos, pero no siempre. El mayor impacto en el producto de la innovación empresarial se encuentra generalmente para las pequeñas y medianas empresas. De los 51 estudios revisados, 26 informan impacto positivo, mientras que 7 reportan impactos negativos, 13 mixtos y 5 impactos insignificantes. Esto indica la existencia de un impacto positivo modesto del apoyo gubernamental directo a la I+D+i sobre la adicionalidad de output de la empresa. Cabe señalar que estos resultados son aún más imprecisos en comparación con la adicionalidad de input debido a problemas asociados con la definición de “los resultados de la innovación”.

Tabla 4 Resumen de meta-evaluaciones y revisiones sistemáticas/críticas de estudios sobre adicionalidad de output

Estudio	Adicionalidad/ efecto positivo	Efecto Nulo o no sig.	Sustitución/ efecto negativo	Resultados Mixtos	Total	Periodo de publicación
Cunningham et al., 2013	7	2	4	4	17	2004-2012
WWCLEG, 2015	11	3		5	19	2000-2015
Petrin, 2018	8		3	4	15	2003-2017
Total	26	5	7	13	51	

Fuente: Elaboración propia.

La revisión de la adicionalidad de comportamiento incluye 2 meta-análisis sobre estudios empíricos. Uno para el período de 2003 a 2010 centrado en estudios sobre la Unión

Europea y otros países de la OCDE y otro que revisa los hallazgos de 6 estudios publicados en los últimos años, también en distintos países desarrollados. El resumen de los hallazgos se presenta en la Tabla 5. Cunningham (2013) revisó 7 artículos sobre la adicionalidad de comportamiento; todos ellos reportan un impacto positivo. Todos los estudios recientes revisados por Petrin (2018), excepto uno, también informan un impacto positivo de la financiación del gobierno en las decisiones de las empresas con respecto a la asignación del gasto en I+D en actividades y rutinas organizacionales promotoras de la innovación, excepto uno.

Tabla 5 Resumen de meta-evaluaciones y revisiones sistemáticas/críticas de estudios sobre adicionalidad de comportamiento

Estudio	Adicionalidad/ efecto positivo	Efecto Nulo o no sig.	Sustitución/ efecto negativo	Resultados Mixtos	Total	Periodo de publicación
Cunningham et al., 2013	7				7	2003-2010
Petrin, 2018	5		1		6	2009-2016
Total	12		1		13	

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Estudios de Evaluación de Impacto del PEI en México

En el caso de los países en desarrollo, son más limitados en número los estudios encaminados a ofrecer una evaluación del impacto o efectividad de los apoyos públicos directos a las actividades de I+D+i llevadas a cabo en las empresas. Pastor et al. (2017) encuentran que, en el caso de estudios sobre países latinoamericanos, se observa en general un efecto positivo de los programas de este tipo. En México el tema tampoco ha sido analizado con la misma profusión que en los países más desarrollados; sin embargo,

ha capturado la atención de algunos analistas desde hace pocos años, quienes con diversos enfoques y niveles de análisis han examinado y tratado de hacer mediciones de los efectos de los programas de innovación sobre las empresas, las regiones y los sectores. Calderón (2011) realizó uno de los primeros estudios sobre el tema en nuestro país al evaluar los efectos del PEI con datos de 2009. En relación con la adicionalidad de input, identificó un efecto positivo significativo para las empresas con entre 10 y 250 trabajadores, pero en cuanto a la adicionalidad de output, sus resultados mostraron que el PEI no mejoró la probabilidad de que las empresas registraran patentes.

Unger (2014) realizó una evaluación de corte cuantitativo del impacto del PEI sobre empresas intensivas en tecnología para el periodo 2009-2013. El estudio se enfocó en identificar los sectores, ramas de actividad principal y tipos de empresas más beneficiadas por el programa. Sus hallazgos más sobresalientes señalan que varias empresas fueron beneficiadas económicamente para el desarrollo de más de un proyecto durante el periodo 2009-2013. Además, se hallaron resultados dispares entre estados, lo que se traduce en diversas capacidades de gestión de las oficinas regionales y estatales que gestionan los recursos PEI. Por otra parte, Núñez et al (2015) analizaron si un conjunto de programas de estímulos a la innovación, entre los cuales el PEI juega un papel relevante, han impactado a las capacidades de innovación de las empresas. Usando información agregada para el periodo 2009-2014 concluyen que el PEI ha impulsado a las empresas a aumentar la inversión en innovación; sin embargo, los datos disponibles no les permiten distinguir efectos positivos netos sobre el desempeño y el crecimiento económico, ni cómo el programa estaría agregando valor a la industria nacional o cómo estaría promovido una cultura de la innovación.

Medina y Villegas (2016) realizan una evaluación del impacto en conjunto de 3 de los principales programas de estímulo a la innovación en México: FOMIX, FORDECYT y PEI. Para identificar los efectos de estos programas sobre la inversión, la competitividad, la innovación y el bienestar, correlacionan los montos de los apoyos otorgados por estos programas con indicadores como el número de investigadores, el índice de innovación, el índice de competitividad y el índice de desarrollo humano, todos ellos a nivel de las entidades federativas. Sus resultados muestran que las entidades en las que se han invertido mayores recursos a través de los tres programas analizados y las que cuentan

con mayor capital humano especializado, no necesariamente son las más innovadoras, competitivas y con mejor desarrollo humano.

Moctezuma et al. (2017) evalúan el PEI desde la perspectiva de su contribución al sistema de innovación de Baja California, cubriendo el periodo 2009-2013. Estos autores, mediante el enfoque de la adicionalidad de comportamiento, analizan los efectos del programa al interior de las empresas, y en el contexto de las redes que las empresas configuran al interactuar para transferir conocimiento. En este último aspecto analizan el nivel de vinculación e interacciones entre los actores empresariales, científicos y gubernamentales del sistema de innovación de esa entidad. Los resultados muestran que, al condicionar el financiamiento de los proyectos de innovación a la vinculación de los actores empresariales y científicos, el PEI contribuye a fortalecer el sistema regional de innovación incentivando el 15% de sus interacciones. Pastor et al. (2017) desarrollan una evaluación empírica del PEI para el caso de San Luis Potosí, con una encuesta dirigida a pequeñas y medianas empresas beneficiarias de los apoyos de este programa durante 2009-2012. Estos autores retoman el enfoque de la adicionalidad para la evaluación de impacto en sus tres dimensiones (input, output y comportamiento), aunque no miden la intensidad de los efectos particulares, sino la proporción de empresas que reportan efectos positivos en estas dimensiones. Sus resultados revelan que la mitad de las empresas reportan adicionalidad de input, mientras que un porcentaje mucho menor reporta efectos netos sobre nuevos productos desarrollados, patentes o cambios en las prácticas organizacionales. Lima et al. (2018) llevan a cabo una evaluación del PEI de alcance nacional para conocer su impacto en términos de aportación a la propiedad industrial en el periodo 2009-2016. Los resultados de esta investigación mostraron que, aunque las subvenciones PEI motivaron la vinculación entre los centros de investigación y las empresas para el desarrollo de tecnologías innovadoras, su aportación en términos de la generación de instrumentos de propiedad industrial ha sido más bien muy modesta. Asimismo, se encontró que las subvenciones no fueron otorgadas de forma equitativa a los diferentes tipos de empresas que participaron en el programa. Concluyendo que es necesario que esta política pública se evalúe y supervise con indicadores objetivos que permitan hacerla más efectiva.

## **6. FACTORES MODERADORES DEL IMPACTO DE LOS PROGRAMAS DE APOYO A LA I+D+i**

La mayoría de los estudios sobre el tema de la adicionalidad de los subsidios a la I+D+i se centran en su efecto promedio sobre las empresas. Pero algunos estudios han sugerido desde hace algunos años que los efectos de adicionalidad pueden variar considerablemente. Busom (2000) advierte en su estudio sobre esta variabilidad de los efectos, pero no aborda el tema de las fuentes de la heterogeneidad de la intensidad de los efectos netos de los subsidios a las actividades privadas de I+D+i. Wong y He (2003) son pioneros en advertir sobre la necesidad de estudiar los factores moderadores del impacto de los programas públicos de apoyo a la I+D+i, pero son muy pocos los estudios que han seguido posteriormente esta recomendación (Lee y Wong, 2009; Falk, 2007; Albors y Barrera, 2011). Sólo algunos estudios (p.ej. Aschhoff 2009) han examinado más detalladamente esta cuestión y han encontrado que los efectos son heterogéneos según las características de la empresa receptora del subsidio y las características del proyecto (tamaño del subsidio, en particular).

### **6.1 El Efecto de las Características de la Empresa Sobre el Nivel de Adicionalidad de los Subsidios a la I+D+i**

La influencia del tamaño de la empresa en el rendimiento de los proyectos de I+D+i es un tema aún en debate. Bizan (2003) sostiene que el tamaño de la empresa influye en la probabilidad de éxito técnico y en la comercialización de los proyectos de I+D+i apoyados por el gobierno. Así mismo, Buisseret et al. (1995) sostienen que las grandes empresas pueden tener un desempeño superior, con respecto de las empresas pequeñas, en los proyectos de I+D+i apoyados con fondos públicos, ya que cuentan con más recursos y tienen una mayor tolerancia a las pérdidas potenciales. Por el contrario, algunos estudios plantean que las empresas pequeñas pueden ser más flexibles, menos burocráticas y más



adaptables al cambio y a la innovación, en comparación con las empresas grandes (Acs y Audretsch, 1988). Desde esta última perspectiva, las pymes fuertemente involucradas en actividades de I+D tienden a ser más innovadoras que las grandes empresas y exhibir por tanto un mejor desempeño y rendimiento en proyectos financiados con subsidios públicos. En suma, independientemente que se trate de efectos positivos o negativos, los estudios previos coinciden en que el desempeño de proyectos de I+D+i apoyados con subsidios está relacionado con el tamaño de la empresa.

En la literatura especializada es aceptado ampliamente que el desempeño innovador de una empresa está estrechamente relacionado con sus capacidades internas de I+D, las que a su vez, dependen de la intensidad de I+D+i de una empresa, los procesos de aprendizaje, así como experiencia en producción de conocimiento tecnológico (Berchicci, 2013). Los indicadores de las capacidades internas de I+D+i más comunes son, por ejemplo, los gastos de I+D+i de la empresa, el personal de I+D+i, la existencia de un departamento formal de I+D+i en la empresa o la regularidad de las actividades de I+D+i (Wanzenböck et al., 2013). Estos factores suelen estar correlacionados y aparecen simultáneamente en la mayoría de las empresas. Autores como Wanzenböck et al. (2013) sostienen que la adicionalidad de los proyectos de I+D subsidiados aumenta con un mayor nivel de capacidades de I+D+i intramuros, es decir, la probabilidad de concretizar la adicionalidad es mayor en empresas intensivas y experimentadas en las actividades de I+D+i.

El historial de los apoyos juega también un papel en el efecto de los subsidios en las empresas. Entre las principales contribuciones que abordan el tema de los antecedentes como receptores de subsidios de las empresas, cabe mencionar a Aschhoff (2009). La evidencia provista por la literatura existente indica que los subsidios otorgados a una empresa son relativamente persistentes a lo largo del tiempo, por lo que una empresa cuya actividad de I+D+i fue subsidiada en el pasado, tiene más probabilidades de ser subsidiada de nuevo. Sin embargo, desde el punto de vista teórico, no está claro cómo el historial de subsidios de una empresa afecta su nivel de inversión en I+D, ya que puede haber efectos opuestos de complementariedad y desplazamiento. Aschhoff (2009) describe la existencia de varias fuerzas en juego en esta relación. Las empresas que tuvieron éxito en el pasado en la obtención de subvenciones públicas para sus proyectos de I+D podrían beneficiarse de su experiencia, aprendizaje e información de ventajas en convocatorias posteriores de

solicitudes de subvención. Dichas ventajas implican menores costos y mejores oportunidades de aplicación para empresas previamente financiadas; por lo tanto, sus probabilidades relativas de aplicar más a menudo aumentan (Zúñiga y Alonso, 2014).

Más recientemente, algunos analistas han demostrado que algunas capacidades cruciales, tales como la capacidad de absorción del conocimiento, están interrelacionadas con la forma en que los apoyos públicos directos afectan las actividades de I+D+i y el desempeño de las empresas que los reciben (Radas, 2015). Desde la perspectiva de la “organización basada en los recursos”, las empresas pueden considerarse como un conjunto de recursos y capacidades tangibles e intangibles, donde los recursos pueden definirse como activos financieros, físicos, humanos, comerciales, tecnológicos y organizacionales utilizados por la empresa, y las capacidades se refieren a la habilidad de la empresa para desplegar y coordinar diferentes recursos (Nieves y Haller, 2014). La capacidad de absorción del conocimiento externo es una de las capacidades más importantes de la empresa; se define como la capacidad de una empresa para reconocer el valor de la nueva información, asimilarla y aplicarla con fines comerciales (Cohen y Levinthal, 2000). La capacidad de absorción influye en la creación de otras competencias organizacionales y proporciona a la empresa múltiples fuentes de ventaja competitiva. Esta capacidad se desarrolla acumulativamente: depende del nivel de conocimiento previo y se avanza a través de un proceso de acumulación de conocimiento que ocurre a través de diversas actividades, especialmente I+D. Su importancia radica en su impacto positivo directo en el rendimiento futuro de la innovación y la competitividad (Kostopoulos et al., 2011). Al permitir que las empresas participen en I+D+i (lo que puede no ser posible sin asistencia pública), los instrumentos públicos permiten la acumulación de conocimiento, lo que a su vez retroalimenta la capacidad de absorción y mejora el desempeño futuro (Radas, 2015).

Además de la capacidad de absorción, la literatura proporciona una serie de resultados de investigación sobre las capacidades o combinaciones de ellas que se necesitan para desarrollar innovaciones. Se ha encontrado que la orientación del mercado y el conocimiento del cliente tienen roles clave en el desarrollo de innovaciones de productos (Hernández y Delgado, 2009). Danneels (2002) destaca la importancia de un enfoque proactivo que requiere una comprensión de las necesidades de los clientes que aún no han sido identificados. Herrmann et al. (2007) añaden que las capacidades de transformación

y la propensión al riesgo son esenciales para desarrollar innovaciones radicales. Algunos estudiosos han descubierto que el desarrollo de innovaciones radicales exige la interrupción de las capacidades existentes o la creación de nuevas capacidades, mientras que el desarrollo incremental de la innovación requiere mejoras de las capacidades existentes (por ejemplo, Forsman y Annala, 2011). Finalmente, la colaboración entre organizaciones, que se ha introducido como un importante catalizador de la innovación, hace hincapié en las capacidades orientadas a la interacción para garantizar el éxito en el desarrollo de la innovación.

## 6.2 El Efecto de las Características del Proyecto Sobre el Nivel de Adicionalidad de los Subsidios a la I+D+i

En lo que respecta a la vinculación, desde distintos enfoques teóricos se ha analizado el papel de las fuentes externas de conocimiento como determinantes del éxito de iniciativas y proyectos orientados a la innovación. El enfoque de la economía evolucionista considera que la innovación supone un proceso continuo interactivo de aprendizaje entre la empresa y los distintos agentes que le rodean (Breschi et al., 2000; Edquist, 2005). De forma similar los teóricos de las redes de innovación (Hakansson, 2015; Biemans 2018) sostienen que las empresas rara vez innovan por sí mismas y la introducción en el mercado de nuevos productos y procesos depende en gran medida de la habilidad de la empresa para establecer relaciones con los agentes externos. Chesbrough (2003) a través de su modelo de innovación abierta (*open innovation*), destaca también la importancia de las ideas externas para el proceso de innovación e incluso sugiere que la I+D interna ya no es una herramienta estratégica como lo había sido en el pasado. En general, podemos decir que existe evidencia empírica consistente a favor del papel que ejerce el conocimiento interno en la identificación y adquisición del conocimiento externo e, inversamente, del estímulo que otorga la adquisición externa de tecnología al desarrollo de actividades internas de I+D. Estos hallazgos corroboran la posibilidad que tiene la empresa para adoptar conjuntamente diversos mecanismos orientados a la obtención de tecnología, en otras

palabras, que las estrategias hacer, comprar y cooperar, pueden coexisten en la estrategia global empresarial.

En las evaluaciones empíricas del efecto de los subsidios públicos sobre la inversión en I+D de las empresas, la mayoría de los estudios no han tenido en cuenta el monto del subsidio otorgado a la empresa. Sin embargo, la cantidad de subsidios recibidos difiere mucho entre las empresas. Varios estudios se han centrado en medir el impacto de la cantidad de subsidio otorgada a las empresas. Guellec y Pottelsberghe (2000) encontraron una relación no lineal entre los subsidios públicos y la inversión privada en I+D, es decir, una curva en forma de U invertida. Aschhoff (2009) demuestra que se necesita un tamaño mínimo de subvención para aumentar el alcance de las actividades de I+D financiadas por la firma y señala que, para un determinado monto de subsidio, el signo de su efecto podría depender del tamaño del proyecto.

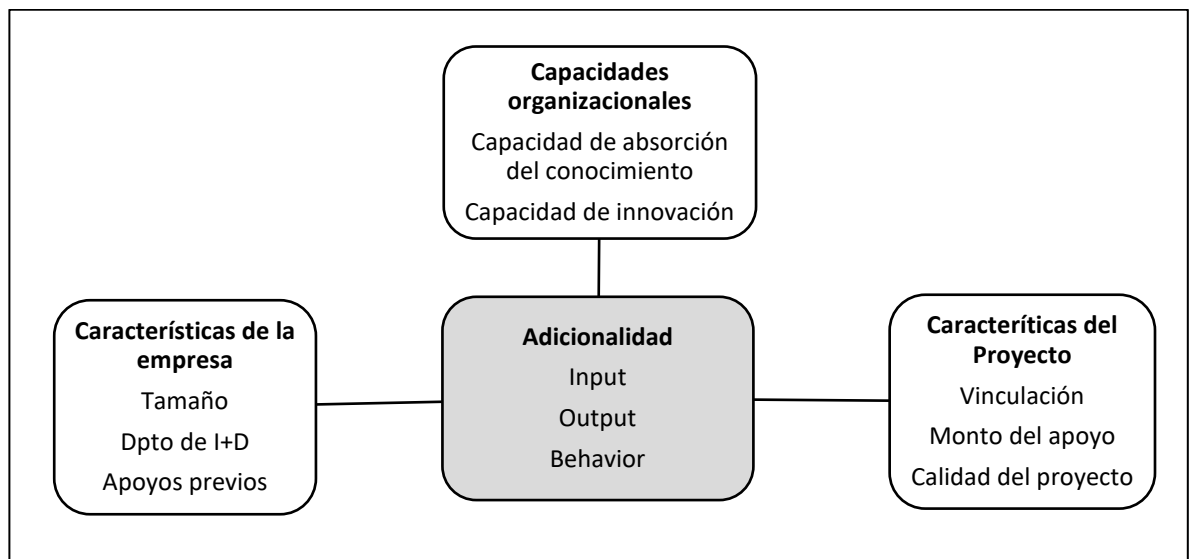
### 6.3 Una Propuesta de Esquema de Análisis de los Factores que Moderan el Nivel de Adicionalidad de los Subsidios a la Innovación

Como parte final de esta sección, se presenta el esquema analítico diseñado para guiar el análisis empírico que se desarrolla en las secciones subsiguientes. En la Figura 2 se representan los distintos factores moderadores del impacto de los subsidios públicos sobre la innovación, el desempeño y la competitividad de las empresas apoyadas.

Para los fines de este estudio consideramos como factores moderadores a las variables intervinientes que afectan la dirección y/o la fuerza del impacto de los subsidios públicos sobre la I+D+i privada (reduciéndola, incrementándola, anulándola o invirtiéndola). Esta definición conceptual es retomada de Baron y Kenny (1986), quienes establecen también que, en términos causales, los moderadores siempre funcionan como variables independientes; es decir, se les confiere un rol como variables causales de los cambios ocasionados por el programa en los recursos, resultados y comportamientos de las empresas apoyadas.

Este marco de análisis se basa en trabajos empíricos previos en esta dirección (Falk, 2007; Clarysse et al., 2009; Hsu et al., 2009), pero amplía el alcance analítico de estos estudios centrándose explícitamente en las capacidades organizacionales dinámicas (Teece, 2014), estrechamente ligadas a la gestión estratégica del conocimiento: la capacidad de absorción del conocimiento y la capacidad de innovación de las empresas.

Figura 2 Esquema analítico de los factores moderadores del impacto de los subsidios a la innovación



Fuente: Elaboración propia.

## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

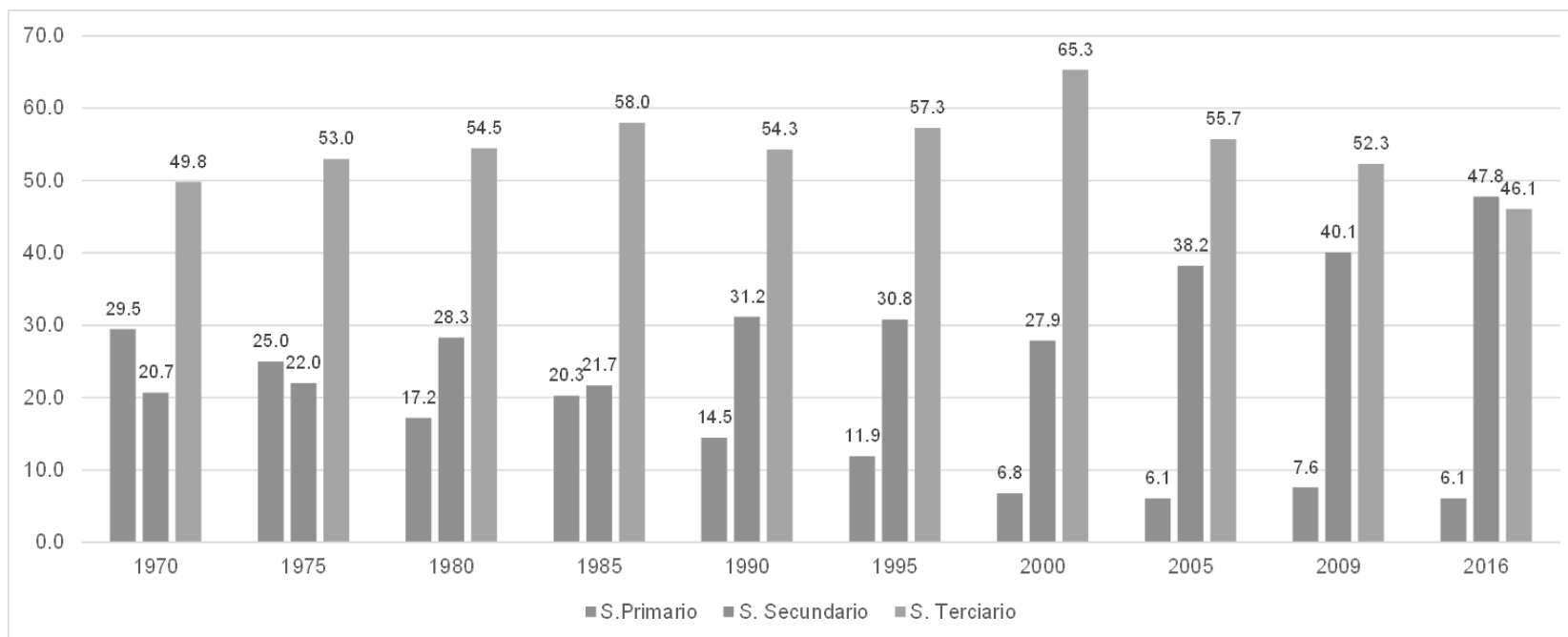
### 7.1 Tendencia del PEI en Sonora

En los últimos años la estructura económica de Sonora se ha transformado radicalmente, gracias a un notable desarrollo de la industria de alto contenido tecnológico. Como puede observarse en la Gráfica 13, el sector industrial ha crecido sustancialmente en su aportación a la economía estatal, dejando muy atrás al sector primario, que fue la base del desarrollo económico en el pasado, y llegando incluso a superar al sector comercio y servicios en los años más recientes.

Durante décadas Sonora destacó por su vasta producción agropecuaria que la convirtió en “el granero de México” por su importante contribución a la producción nacional de alimentos básicos. Después de un proceso de industrialización incipiente y limitado al procesamiento de las materias primas producidas localmente, es especialmente a partir de la llegada a la entidad de grandes inversiones en el sector automotriz, acontecida en los años ochenta, que se empieza a consolidar un proceso de industrialización y una economía basada en el desarrollo tecnológico. Hoy en día, la fuerza de trabajo altamente calificada y la innovación son las claves del desarrollo industrial orientado al mercado global.

El análisis sectorial de la economía sonorenses muestra una economía reconfigurada, en la que la industria de la transformación, caracterizada por su innovación y la incorporación de alta tecnología, se convierte en punta de lanza para pasar de una economía primaria exportadora, que caracterizó a la entidad por décadas, a una economía con una fuerte vocación industrial exportadora, que incursiona con intensidad y creciente presencia en sectores estratégicos globales, como los sectores automotriz, aeroespacial, autopartes o eléctrico y electrónico. Estas empresas con capitales internacionales y domésticos instaladas en Sonora, con la participación creciente de Pymes sonorenses, aportan partes o componentes para agregar valor parcial o total para la producción de bienes en diferentes lugares del mundo.

Gráfica 13 Estructura del PIB en Sonora, 1970-2016 (%)



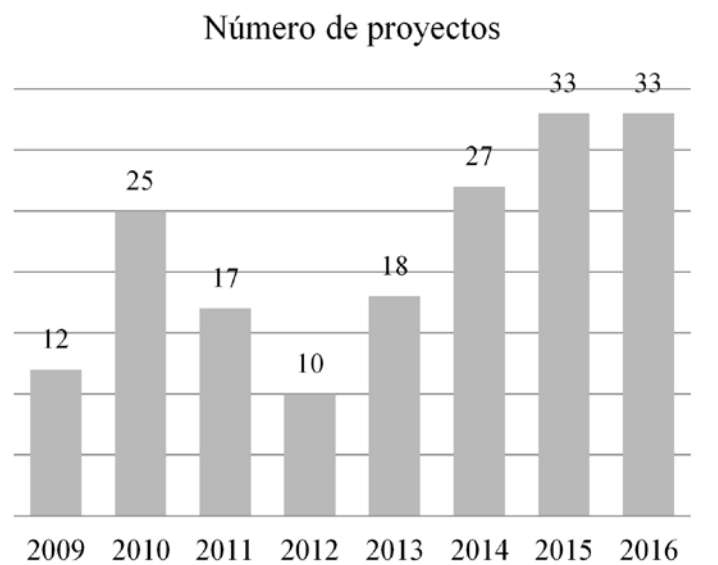
Fuente: Elaboración propia con base a datos de INEGI.

Desde los inicios del PEI en 2009, Sonora ha sido de las entidades más favorecidas en la asignación de los recursos. La Gráfica 14 permite observar la evolución de los apoyos dirigidos a la entidad en el periodo 2009-2016 en términos del número de proyectos apoyados y en la Gráfica 15, los montos totales por año. El número de proyectos apoyados por años se ha triplicado en un lapso de 7 años de vigencia del programa hasta 2016, mientras que los montos totales de los apoyos otorgados a la entidad han evolucionado a un ritmo más acelerado en el mismo periodo.

La entidad ocupa el 9º lugar en el ranking de las entidades que captan el mayor monto de apoyos. De acuerdo con CONEVAL (2012), el PEI ha sido congruente en su ejecución al evitar la concentración geográfica otorgando bolsas estatales y, por otro lado, ha incorporado la participación de las entidades federativas en la selección de proyectos y en la gestión del programa, lo que contribuye a que los proyectos aprobados sean pertinentes con las vocaciones de los estados y favorezcan el desarrollo regional.

En lo que respecta a la distribución de los apoyos por tamaño de empresa, en el caso de Sonora la mayor parte de los apoyos PEI han sido recibidos por las empresas pequeñas y medianas, especialmente en el periodo 2013-2016, ya que en los primeros años el PEI favoreció más a las empresas de tamaño micro (Gráfica 16).

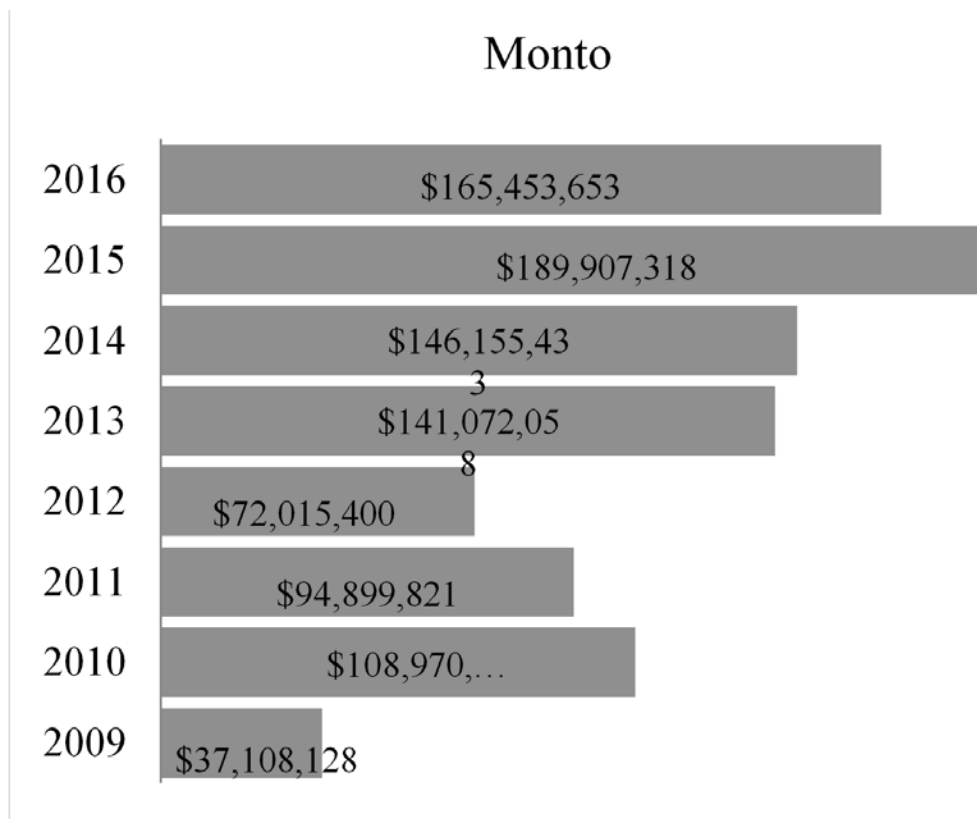
Gráfica 14 Evolución del PEI en Sonora, 2009-2016 (No. de proyectos apoyados)



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

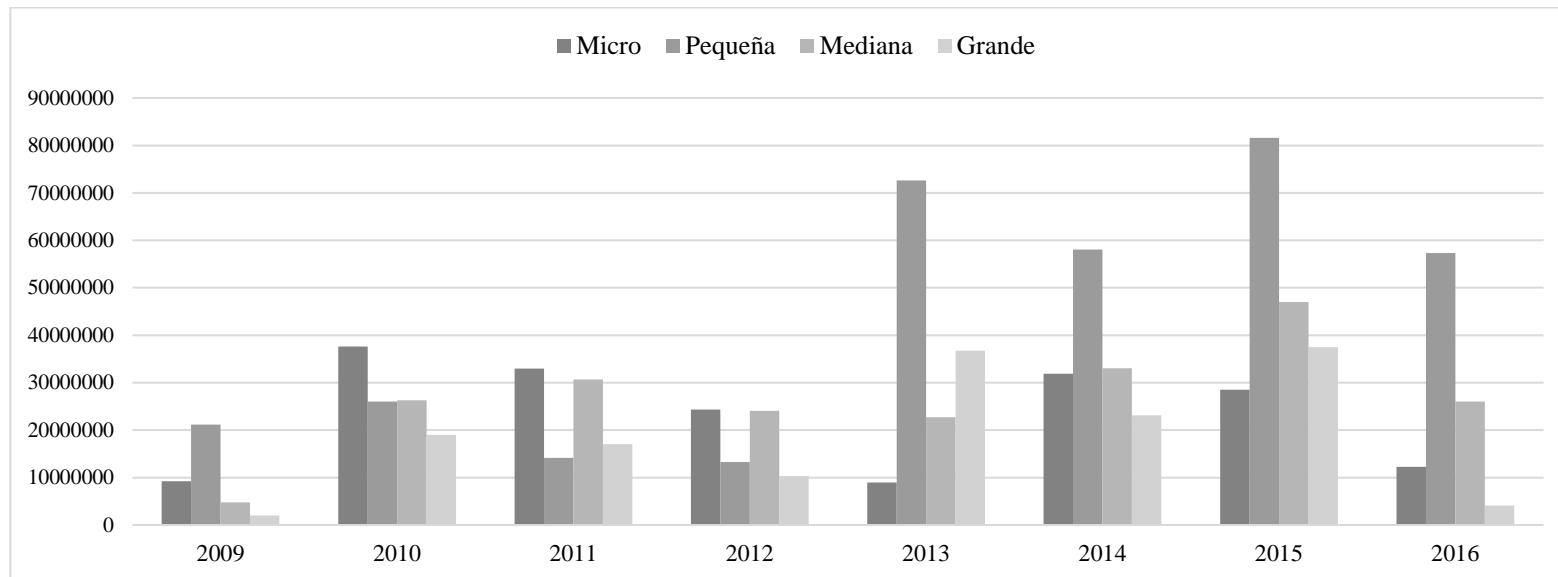


Gráfica 15 Evolución del PEI en Sonora, 2009-2016 (Monto)



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

Gráfica 16 Monto de los apoyos del PEI por tamaño de empresa en Sonora



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de CONACYT.

## 7.2 Población Objetivo

La información utilizada en este estudio se recabó mediante una encuesta propia aplicada en febrero-abril de 2018 a una muestra de 39 empresas apoyadas por el PEI. La encuesta se aplicó sólo a empresas de Hermosillo, Sonora, que han sido beneficiarias del programa en el periodo 2009-2015. Una acotación fue que las empresas pertenecieran a los sectores considerados estratégicos para que la entidad se incorpore a la economía basada en el conocimiento: agroindustrial/alimentario, automotriz, biotecnología/equipo médico, minería y otros. De esta manera la población total ascendió a un total de 83 empresas, mismas que fueron ubicadas mediante el padrón de beneficiarios publicado por CONACYT en la página web del programa (2009-2013) y mediante la consulta de los resultados de las convocatorias para los años 2014 y 2015.

Una vez delimitadas e identificadas las empresas sonorenses en una base de datos, se determinaron los siguientes criterios de inclusión de los informantes: a) que figuren como: responsable del proyecto, responsable técnico del proyecto, gerente, director del departamento de innovación o bien, cualquier figura que tenga conocimiento de la implementación, aplicación o seguimiento del Programa de Estímulos a la Innovación de su empresa; b) dispongan de información suficiente o bien, identifiquen y canalicen oportunamente la encuesta para el reporte de información faltante o de difícil acceso; c) provean de una dirección de correo electrónico, teléfono(s) y extensión; d) Se comprometa como contacto con la empresa para el seguimiento de las respuestas.

Una vez obtenidos los datos, se procedió a: i) transformación de datos; ii) exploración y caracterización; iii) cálculo de indicadores e índices; iv) análisis de correlación; v) regresión lineal para obtener el modelo. Por su parte, para la exploración y caracterización de los datos obtenidos, se consideraron el monto, tamaño de la empresa, sector estratégico y modalidad de participación. Para el cálculo de indicadores se aplicaron tratamientos de alfa de Cronbach, obteniendo resultados mayores a 0.781 para las capacidades de absorción y de más de 0.900 para las capacidades de innovación.

### 7.3 La Encuesta y su Diseño

El cuestionario (Anexo 2 y 3) fue diseñado mediante la adaptación de otros aplicados en estudios empíricos similares. Los ítems e indicadores contenidos en la encuesta y las fuentes en las que se basó su diseño se tratan en la siguiente sección. La encuesta fue aplicada a mandos medios y altos y los cuestionarios fueron enviados como plantilla de Google, facilitando la respuesta y también el manejo de los datos generados, así como la tabulación de los mismos. Se enviaron en total de 80 cuestionarios vía electrónica, obteniendo una tasa de respuesta del 49% (39 empresas). Esta muestra de 39 empresas resulta suficiente en tamaño, con un margen de error del 10%, un nivel de confianza del 90% y una variabilidad del 50%.

### 7.4 Las Variables y su Medición

Para la medición de las variables independientes, en el caso de la adicionalidad de input, se emplearon 8 indicadores, especificados en la Tabla 6. Se pidió a cada empresa que estimara, en un primer momento, la tasa de crecimiento anual de cada tipo de inversión en recursos destinados al desarrollo de actividades de I+D+i para los años posteriores a la ejecución del proyecto. De esta manera se obtuvo una estimación del efecto bruto de los subsidios del PEI sobre los recursos dedicados a las actividades de I+D+i en la forma de un indicador de tasa de crecimiento porcentual (que podía ser positiva o negativa). En un segundo momento, se pidió a los informantes que estimaran cuál hubiera sido la tasa de crecimiento en el caso de que el apoyo no hubiera sido recibido, con el fin de estimar la denominada *situación contra-factual*, en base a la percepción y la experiencia propia de los beneficiarios del programa (esta tasa también podía ser positiva o negativa). Con la diferencia entre la tasa de crecimiento reportada como efecto del subsidio y la tasa de crecimiento estimada en la ausencia del subsidio, se obtuvo un indicador del efecto neto del programa, es decir, un indicador de la adicionalidad. La misma lógica y procedimiento

fueron empleados para la medición de la adicionalidad de output, con la particularidad que en este caso se emplearon 6 indicadores (Tabla 6).

Para la adicionalidad de input se emplearon los indicadores: inversión en equipo y maquinaria científica, personal empleado en labores de I+D, inversión en sistemas de TIC's y software, inversión en herramientas, gestión y entrenamiento, la inversión en proyectos internos de I+D, la inversión en proyectos de I+D con participación externa, inversión en adquisición de tecnología, patentes y licencias y la inversión en servicios de consultoría externa (Tabla 6). La selección de los indicadores se basó en Hall y Maffioli (2008), Hsu et al. (2009) y Clarysse et al (2009).

Para la adicionalidad de output se emplearon indicadores de desempeño o competitividad empresarial y de resultados de innovación, de acuerdo con los indicadores propuestos por Hall y Maffioli (2008:18). En la Tabla 6, los 5 primeros indicadores de la adicionalidad de output corresponden a los que utilizamos para saber cuál fue el impacto del PEI sobre la competitividad de los beneficiarios en términos de cambios en ventas, exportaciones, productividad, rentabilidad y empleos generados; mientras que el indicador de desempeño innovativo está representado por el indicador número de patentes solicitadas.

Tabla 6 Las variables dependientes y los ítems empleados para su medición

Variables y descripción de los ítems empleados
<i>Adicionalidad de input</i>
<p>Índice calculado a partir de estos 8 ítems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inversión en equipo e infraestructura científica</li> <li>- No. de personal en I+D (nómina)</li> <li>- Inversión en sistemas de TIC's y software.</li> <li>- Inversión en herramientas, gestión y entrenamiento.</li> <li>- Inversión de I+D interna.</li> <li>- Inversión de I+D externa.</li> <li>- Inversión en adquisición de tecnología, patentes y licencias.</li> <li>- Inversión en servicios de consultoría externa no relacionados con I+D.</li> </ul>
<i>Adicionalidad de output</i>

Índice calculado a partir de estos 6 ítems:

- Nivel de ventas
- Nivel de exportaciones
- Nivel de rentabilidad
- Nivel de productividad
- No. de empleos generados
- No. de patentes y otras formas de propiedad intelectual solicitadas

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se describen los ítems incluidos en el cuestionario aplicado y la forma en que se midieron las distintas variables independientes contempladas en este estudio. Se inicia con algunas características de la empresa, como el tamaño y la existencia de departamentos de I+D propios; y se continúa con las variables correspondientes a las particularidades de los proyectos de I+D+i que recibieron apoyos públicos en la forma de subsidios: existencia de vinculación con universidades y/o centros públicos de investigación, el monto del subsidio y la calidad de la propuesta.

En consonancia con las variables independientes utilizadas en este trabajo, se sigue la conceptualización de la capacidad de absorción ofrecida por Zahra y George (2002), que reconocen cuatro aspectos de la capacidad de absorción: adquisición de conocimiento, asimilación, transformación y explotación. Zahra y George (2002) definen estas dimensiones de la siguiente manera: adquisición se refiere a la capacidad de la empresa para identificar y adquirir conocimiento generado externamente que es crítico para sus operaciones. La asimilación se refiere a las rutinas y procesos de una empresa que le permiten analizar un proceso, interpretar y comprender la información obtenida de fuentes externas. La transformación denota la capacidad de una empresa para desarrollar y refinar las rutinas que facilitan la combinación de los conocimientos existentes y los conocimientos recién adquiridos y asimilados. La explotación es una capacidad de organización que se basa en las rutinas que permiten a una empresa refinar, extender y aprovechar las competencias existentes o crear otras nuevas incorporando conocimiento adquirido y transformado en sus operaciones. Con base en esta conceptualización, se

retoman de varios estudios empíricos las escalas empleadas y validadas por los autores siguientes: Jiménez-Barrionuevo et al. (2011); Jansen et al. (2005); y Flatten et al. (2011). Los ítems contenidos para esta variable contenidos en la Tabla 7, fueron medidos en una escala de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo), de acuerdo a cómo consideraron los informantes se encontraba su empresa respecto a las capacidades específicas mencionadas.

Tabla 7 Las variables independientes y los ítems empleados para su medición

Variable, ítems empleados y su descripción
<p><i>Tamaño de la empresa (Tamaño)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El log. del número de empleados de la empresa</li> </ul>
<p><i>Depto. propio de I+D (Depto I+D)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indica si la empresa informó haber contado con un departamento interno de I+D: 1, en caso afirmativo, 0 si no</li> </ul>
<p><i>Vinculación con universidades y centros de investigación (Vinculación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indica si la empresa informó haber contado con vinculación para la realización del proyecto: 1, en caso afirmativo, 0 si no</li> </ul>
<p><i>Monto del apoyo (Monto)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El log. de la cantidad en pesos recibida como subsidio</li> </ul>
<p><i>La calidad y potencialidad del proyecto (Calidad del Proyecto)</i></p> <p>Índice calculado a partir de estos 4 ítems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Factibilidad Técnica.</li> <li>- Factibilidad Comercial.</li> <li>- Grupo de trabajo.</li> <li>- RH especializados</li> </ul>
<p><i>Capacidad de Absorción – Adquisición (CapAb-Asimilación)</i></p> <p>Índice calculado a partir de estos 4 ítems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa recolecta información sobre el desarrollo del sector mediante diálogos con socios de negocios</li> </ul>

- La empresa participa en seminarios y conferencias para actualizar y enriquecer su conocimiento técnico
  - La empresa asigna tiempo suficiente para el establecimiento de contactos con agentes que provean conocimientos e información sobre innovaciones en el sector
  - La empresa cuenta con habilidades para establecer contactos con agentes que provean conocimientos e información sobre las innovaciones en el sector
- Alfa Conbrach 0.846

*Capacidad de Absorción - Asimilación*

Índice calculado a partir de estos 6 ítems:

- La empresa está siempre entre las primeras en reconocer los cambios en las posibilidades técnicas
- La empresa está siempre entre las primeras en reconocer los cambios en las regulaciones sanitarias
- La empresa está siempre entre las primeras en reconocer los cambios en la competencia del mercado
- La empresa tiene habilidades suficientes para la detección de nuevas posibilidades de servicio al cliente
- La empresa asigna tiempo suficiente para deliberar con asesores, con el fin de reconocer anticipadamente los cambios en el mercado
- La empresa tiene las habilidades suficientes para deliberar con los asesores, sobre cómo los cambios en el mercado se pueden utilizar para realizar cambios organización de la planta

Alfa Conbrach 0.781

*Capacidad de Absorción - Transformación*

Índice calculado a partir de estos 5 ítems:

- La empresa registra y almacena conocimientos recién adquiridos para futuras referencias
- La empresa reconoce oportunamente la utilidad del nuevo conocimiento externo para ampliar el propio conocimiento interno
- En la empresa se discute con asesores externos cómo las tendencias en el mercado podrían ser utilizada para mejorar el negocio



<ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa asigna tiempo suficiente para la traducción de la información externa en adaptaciones al negocio propio</li> <li>- La empresa posee habilidades suficientes para traducir la información externa en adaptaciones a nuestro negocio</li> </ul> <p>Alfa Conbrach 0.754</p>
<p><i>Capacidad de Absorción - Explotación</i></p>
<p>Índice calculado a partir de estos 3 ítems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa puede traducir la información externa directamente en nuevas aplicaciones de negocios</li> <li>- La empresa aplica la información externa a nuestro negocio para contribuir a nuestra productividad</li> <li>- La empresa tiene las habilidades suficientes para convertir la información externa en resultados productivos</li> </ul> <p>Alfa Conbrach 0.744</p>
<p><i>Capacidad de Innovación</i></p>
<p>Índice calculado a partir de estos 7 ítems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La empresa tiene capacidad de reconocer y explotar el conocimiento externo en innovaciones</li> <li>- La empresa tiene capacidad de reconocer nuevas oportunidades para generar nuevos negocios redituables</li> <li>- La empresa tiene la capacidad de evaluar y asumir riesgos</li> <li>- La empresa tiene la capacidad de cultivar y explotar las relaciones en red</li> <li>- La empresa tiene la capacidad de generar innovaciones, implementar mejoras en productos existentes y explotar las innovaciones desarrolladas por otras empresas</li> <li>- La empresa tiene la capacidad de implementar cambios de manera rápida</li> <li>- La empresa tiene la capacidad para ganar clientes, expandir sus mercados e incrementar las ventas en negocios ya existentes</li> </ul> <p>Alfa Conbrach 0.939</p>

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a los ítems para medir la capacidad de innovación de las empresas, este estudio retoma los propuestos por Forsman (2011). En una escala que iba de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo) se les preguntó a las empresas encuestadas cómo consideraría que se encuentra su empresa en cuanto a estar dotada de las capacidades expresadas la Tabla 7. De acuerdo con Forsman (2011:749) el primer ítem captura la habilidad de la organización empresarial para reconocer el conocimiento externo relevante, internalizar el nuevo conocimiento externo y explotar el nuevo conocimiento para innovar. El segundo, trata de la capacidad de las empresas para reconocer nuevas oportunidades, dimensionarlas para desarrollar nuevas soluciones y explotarlas para generar nuevos negocios redituables. También incluye reactivos para medir la capacidad de gestión del riesgo de la empresa y su capacidad de establecer y explotar relaciones colaborativas en red. Y finalmente, la capacidad de innovación se mide mediante la incorporación de otros reactivos que miden la capacidad de la empresa de desarrollar mejoras tecnológicas e innovaciones de producto, la capacidad de implementar cambios de manera rápida y oportuna y que permiten medir el conocimiento que tiene la empresa del mercado y de sus clientes.

## 7.5 Procedimientos Estadísticos

Con el fin de tener una apreciación inicial del grado de relación entre las variables comprendidas en el estudio se realizó un análisis de correlación. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson, que es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. Se procedió después a realizar la selección de un modelo de regresión lineal múltiple, con el fin de estimar la relevancia de las distintas variables como moderadores del efecto de los subsidios. Para este fin se empleó el método conocido como Criterio de Información de Akaike (AIC). El AIC es una medida de la calidad relativa de un modelo estadístico, para un conjunto dado de datos. Como tal, el AIC proporciona un medio para la selección del modelo. Este método de selección de variables maneja un trade-off entre la bondad de ajuste del modelo y la complejidad del modelo. Se basa en la

entropía de información: se ofrece una estimación relativa de la información perdida cuando se utiliza un modelo determinado para representar el proceso que genera los datos. En el caso general, la AIC es:  $AIC = 2k - 2 \ln(L)$ ; donde  $k$  es el número de parámetros en el modelo estadístico, y  $L$  es el máximo valor de la función de verosimilitud para el modelo estimado.

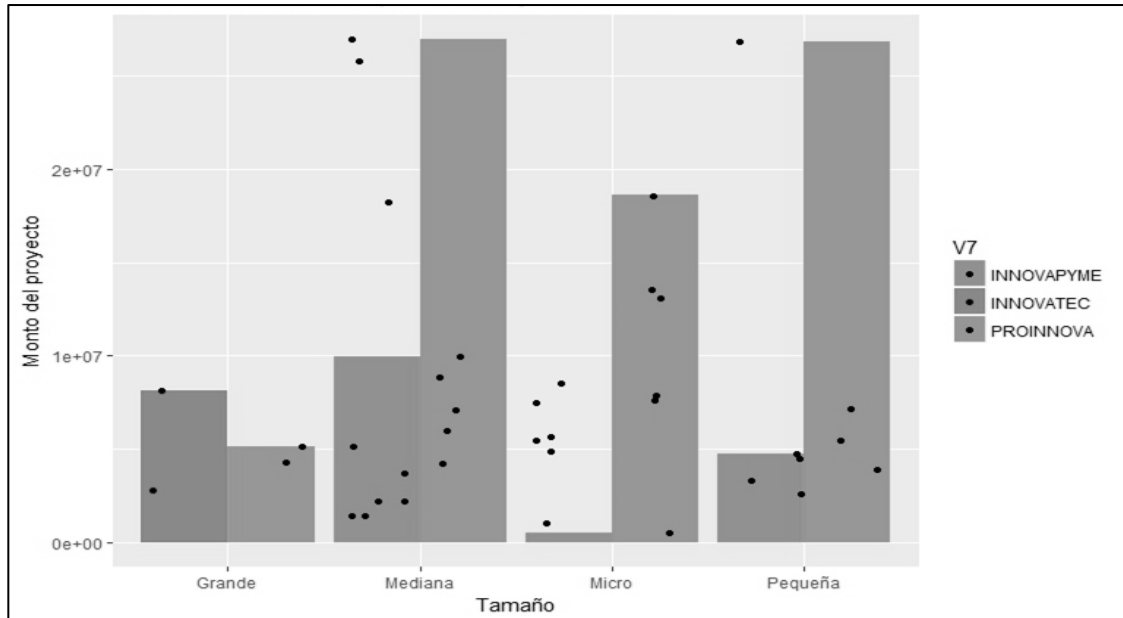
## 8. RESULTADOS

### 8.1 Características de la Muestra

Como se ha señalado, la encuesta se aplicó a una muestra de 39 empresas beneficiarias (durante el periodo 2009-2015) del programa PEI en Sonora. En la Gráfica 17 se exhibe la distribución de este conjunto de empresas de acuerdo con su tamaño, destacando que la mayor parte de las mismas corresponde al estrato de las empresas medianas (14 empresas), seguidas de las microempresas, que ascendieron a un total de 12, 8 de la categoría de las pequeñas empresas y sólo 4 consideradas como grandes empresas. Las empresas medianas son las que concentraron la mayor parte de los apoyos otorgados en el periodo, con un monto que ascendió a casi 40 millones de pesos (mdp), en segundo lugar, las pequeñas empresas con un monto acumulado en el periodo de alrededor de 33 mdp, en tercero las microempresas con un monto de casi 20 mdp y en último lugar las empresas de tamaño grande con alrededor de 13 mdp acumulados en el periodo de estudio. Por otro lado, los apoyos fueron canalizados a estas empresas principalmente a través de la modalidad del programa denominada PROINNOVA con un monto acumulado de casi 80 mdp, muy por encima de la modalidad INNOVAPYME que concentró sólo alrededor de 15 mdp, y la modalidad INNOVATEC con un poco más de 8 mdp.

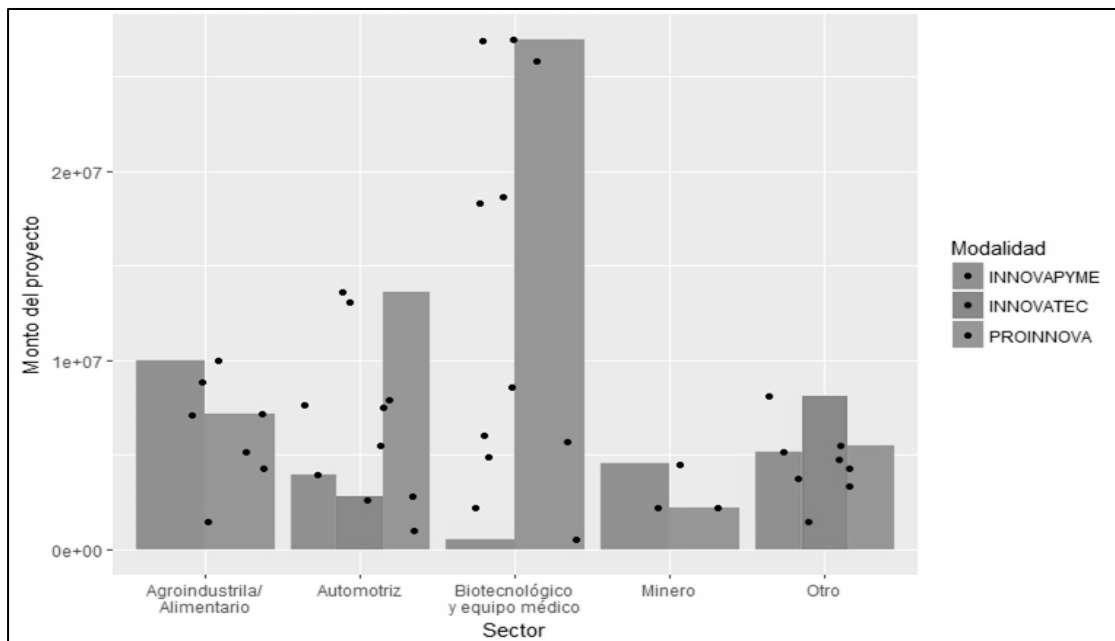
La Gráfica 18, por otro lado, indica que los sectores de biotecnología y equipo médico han sido los más apoyados por el programa en la entidad, con un apoyo total cercano a los 30 millones de pesos destinados a apoyar a un total de 11 proyectos en este ramo. En segundo lugar, se encuentra el sector automotriz con 10 empresas apoyadas con un total acumulado en el periodo de estudio de aproximadamente 20 millones de pesos. En tercer lugar, está el sector agroindustrial y de alimentos con 7 empresas apoyadas y un monto de más de 17 millones de pesos. El sector minero ocupa la cuarta plaza con 3 empresas apoyadas y un monto de alrededor de 7 millones de pesos. El resto de los apoyos recibidos en el periodo se distribuye entre 8 empresas pertenecientes a sectores diversos.

Gráfica 17 Distribución de las empresas por tamaño y distribución del monto de apoyo por modalidad del PEI y tamaño



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 18 Distribución de empresas por sector y distribución de monto de apoyo por modalidad del PEI y sector



Fuente: Elaboración propia.

## 8.2 Estimaciones del Nivel de Impacto en Base al Criterio de Adicionalidad

En la encuesta se pidió a cada beneficiario que estimara la tasa de crecimiento anual de sus inversiones en actividades relacionadas con la I+D+i, primero para los años posteriores al subsidio recibido a través del PEI, y en un segundo momento, que estimarían cuál hubiera sido la tasa de crecimiento en ausencia del apoyo. En la tabla 8 se presentan las respuestas conteniendo el promedio de las 39 empresas participantes. Los impactos estimados fueron mayores en los casos la inversión en I+D intramuros, en personal dedicado a la I+D, en adquisición de tecnología y en equipos científicos. En todos los casos los informantes reconocieron que en la situación contra-factual las tasas de crecimiento hubieran sido inferiores a la observada realmente con el apoyo, por lo que se obtuvieron impactos netos positivos en cada rubro, tal como se muestra en la última columna del citado cuadro. De acuerdo con las respuestas proporcionadas por las empresas participantes en la encuesta, los beneficiarios del programa PEI en Sonora perciben que los subsidios a la I+D+i tuvieron un efecto neto positivo sobre la competitividad de la empresa y el desempeño en términos de generación de innovaciones. Por otra parte, la Tabla 9 muestra los resultados de los indicadores usados para medir la adicionalidad de output, medida como la diferencia de la tasa de crecimiento de cada indicador como efecto del subsidio y la tasa de crecimiento estimada para una situación en la que no se hubiera recibido el apoyo. De acuerdo con estos resultados los efectos netos del programa fueron mayores sobre los niveles de rentabilidad y productividad, seguido de la generación de innovaciones, el nivel de ventas, el número de empleos y, en último lugar, el nivel de exportaciones de la empresa.

Tabla 8 Adicionalidad de input: tasa de crecimiento de la inversión en insumos de la I+D+i (estimación efecto del subsidio vs estimación en ausencia del subsidio)

	T.C. % posterior al subsidio			T.C % en ausencia del subsidio			Diferencia medias
	Min.	Máx.	Med.	Min.	Max.	Med.	
a) Inversión en equipo y maquinaria.	2.00	30.00	15.58	0.00	20.00	6.08	9.50
b) Inversión en sistemas de TICs y software.	1.00	30.00	13.04	0.00	15.00	4.79	8.25
c) Inversión en herramientas, gestión y entrenamiento.	0.00	40.00	14.83	0.00	35.00	6.92	7.92
d) Inversión de I+D interna	2.00	32.00	17.92	0.00	12.00	5.92	12.00
e) Inversión en I+D externa	0.00	27.00	11.17	0.00	10.00	3.38	7.79
f) Inversión en adquisición de tecnología, patentes y licencias.	0.00	50.00	15.62	0.00	20.00	4.96	10.67
g) Inversión en servicios de consultoría.	0.00	20.00	8.17	0.00	10.00	2.88	5.29
h) No. de personal en I+D.	2.00	31.00	16.92	0.00	15.00	6.42	10.50

Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta.

Tabla 9 Adicionalidad de output: tasa de crecimiento de indicadores de desempeño (estimación efecto del subsidio vs estimación en ausencia del subsidio)

	T.C. % posterior al subsidio			T.C % en ausencia del subsidio			Diferencia medias
	Min.	Máx.	Med.	Min.	Max.	Med.	
a) Nivel de ventas.	0.00	30.00	12.00	0.00	15.00	4.54	7.46
b) Nivel de exportaciones.	0.00	40.00	9.25	0.00	15.00	3.83	5.42
c) Nivel de rentabilidad.	1.00	266.00	33.54	0.00	150.00	17.08	16.46
d) Nivel de productividad.	1.00	35.00	13.79	0.00	20.00	5.08	8.71
e) No. de empleos generados.	0.00	25.00	10.67	0.00	14.00	3.62	7.04
f) No. patentes y otras formas de PI solicitadas.	0.00	35.0	13.62	0.00	20.00	5.16	8.46

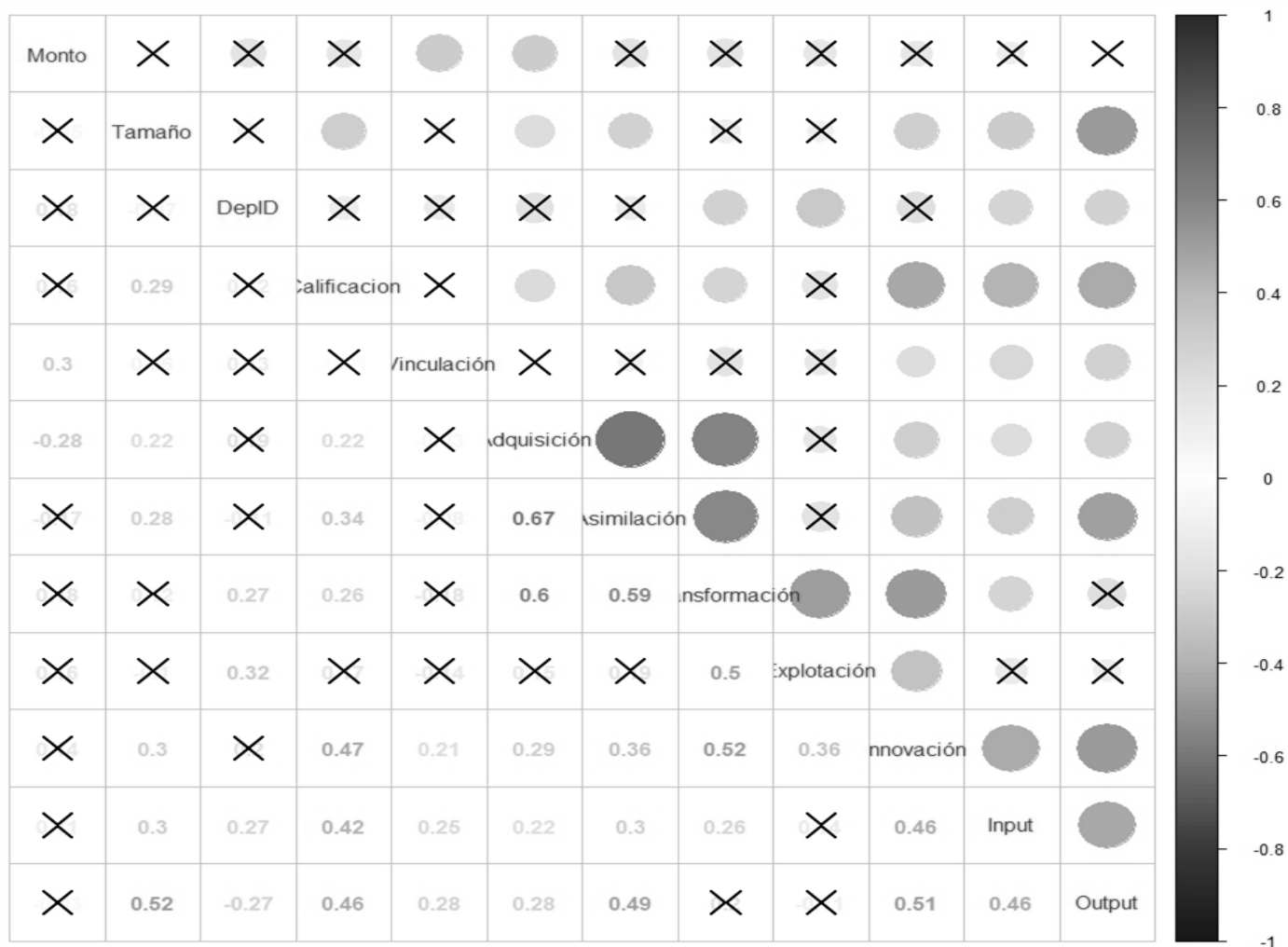
Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta.

### 8.3 Análisis de Correlación Entre las Variables

En la gráfica 19 se presentan los resultados que permiten analizar la relación lineal entre las variables contempladas para la construcción del modelo predictivo de los niveles de adicionalidad de input y de output en el caso de las empresas beneficiarias del programa PEI del estado de Sonora en el periodo 2009-2015. Se ha utilizado el coeficiente de correlación de Pearson para examinar la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables, que en nuestro caso se trata de variables continuas.



Gráfica 19 Matriz de correlación



Fuente: Elaboración propia.

En esta Gráfica 19, la intensidad del color representa la fuerza de la correlación o el valor del coeficiente de correlación, mismo que puede variar de  $-1$  a  $+1$ . Mientras mayor es el valor absoluto del coeficiente, más fuerte es la relación entre las variables. Para la correlación de Pearson, un valor absoluto de 1 indica una relación lineal perfecta. Una correlación cercana a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables. El color en cambio representa la dirección de la correlación. El color azul representa correlaciones positivas, mientras que el rojo las negativas. Se ha determinado si el coeficiente de correlación es significativo, y en los casos en que la correlación no es estadísticamente significativa se ha empleado una “X” para señalarlos.

Los resultados de este análisis muestran que existe una correlación positiva moderada (valores de 0.40 hacia arriba) entre la variable dependiente “adicionalidad de output” y varias de las variables independientes: tamaño de la empresa, calificación del proyecto, capacidad de asimilación del conocimiento, capacidad de innovación de la empresa; y con la otra variable dependiente. Mientras que se observa una correlación positiva baja-moderada (valores de 0.39 hacia abajo) con respecto a las variables vinculación y capacidad de adquisición del conocimiento. Solo con la variable existencia de departamento de I+D esta variable tiene una correlación negativa. En el caso de la variable adicionalidad de input, ésta presenta una correlación moderada con respecto a las variables capacidad de innovación y la calificación de la propuesta, mientras que la correlación es positiva pero menos intensa con respecto a tamaño de la empresa, la existencia de departamento de I+D, vinculación y las distintas dimensiones de la capacidad de absorción del conocimiento con excepción de la capacidad de transformación del conocimiento. La correlación entre las distintas variables dependientes sólo es moderada alta en unos pocos casos, por ejemplo, entre la capacidad de adquisición y la de asimilación del conocimiento, entre la capacidad de transformación y la de adquisición, entre la capacidad de explotación y la de transformación del conocimiento.

#### 8.4 Los Modelos de Regresión Seleccionados

La Tabla 10 presenta el resultado del ejercicio realizado para la selección del modelo de regresión múltiple para la adicionalidad de input (ver anexo 4). Como se ha señalado, este modelo fue seleccionado mediante el criterio de información de Akaike (el lector puede ver el comportamiento del AIC más adelante, en las Gráficas 20 y 21). De acuerdo con este procedimiento las variables seleccionadas para explicar la adicionalidad de input fueron las siguientes: existencia en la empresa de un departamento de I+D (Depto. I+D), la calidad del proyecto, la vinculación con universidades o centros de investigación y la capacidad de asimilación del conocimiento (CapAb-Asimilación). La Tabla 10 resume los principales parámetros del modelo de regresión seleccionado, en el que observamos que la calidad de la propuesta posee el coeficiente de regresión parcial más alto, seguido de la variable vinculación, la capacidad de absorción del conocimiento y la variable relacionada con la existencia de departamento de I+D en las empresas. Se puede observar también que los errores estándar son bajos, lo que indica una buena precisión de la estimación. Los valores de nivel de significancia de los predictores son máximo del 10%, lo cual está acorde con el nivel de confianza del 90% que se ha establecido.

Los resultados obtenidos significan *grosso modo* que, en el caso de nuestro estudio, el nivel de adicionalidad de input - el efecto neto de los subsidios sobre los recursos y activos invertidos en actividades relacionadas con la I+D+i -, puede ser explicado por los factores incluidos en este modelo resultante. En este caso, dos factores relacionados con las características del proyecto, uno relacionado con las características de la empresa (existencia de un departamento de I+D) y uno relacionado con las capacidades organizacionales de gestión del conocimiento externo: la capacidad de asimilación del conocimiento.

Tabla 10 Modelo de regresión lineal múltiple seleccionado para la adicionalidad de input

Variables	$\beta$ estandarizado	$\varepsilon$ estandarizado	t	sig.
<i>Intercepto</i>	-18.745	7.447	-2.517	0.0167*
<i>Depto I+D</i>	2.052	1.340	1.532	0.1349
<i>Calidad del proyecto</i>	2.987	1.410	2.118	0.0416*
<i>Vinculación</i>	2.227	1.317	1.691	0.1001
<i>CapAb - Asimilación</i>	2.182	1.424	1.532	0.1347

Signif. codes: '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 se presentan los resultados del modelo de regresión de los factores moderadores del impacto de los subsidios, en este caso el correspondiente a la adicionalidad de output (ver Anexo 5).

Tabla 11 Modelo de regresión lineal múltiple seleccionado para la adicionalidad de output

Variables	$\beta$ estándar	$\varepsilon$ estándar	t	sig.
<i>Intercepto</i>	-33.0076	7.6564	-4.311	0.000145** *
<i>Tamaño</i>	1.1749	0.4917	2.389	0.022941*
<i>Depto. I+D</i>	-3.8254	1.2565	-3.045	0.004634**
<i>Calidad del proyecto</i>	2.5647	1.4108	1.818	0.078457
<i>Vinculación</i>	3.1294	1.2489	2.506	0.017500*
<i>CapAb. - Asimilación</i>	2.7438	1.3802	1.988	0.055422

<i>Cap. Innovación</i>	3.3387	1.7308	1.929	0.062643
------------------------	--------	--------	-------	----------

Signif. codes: ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Fuente: Elaboración propia.

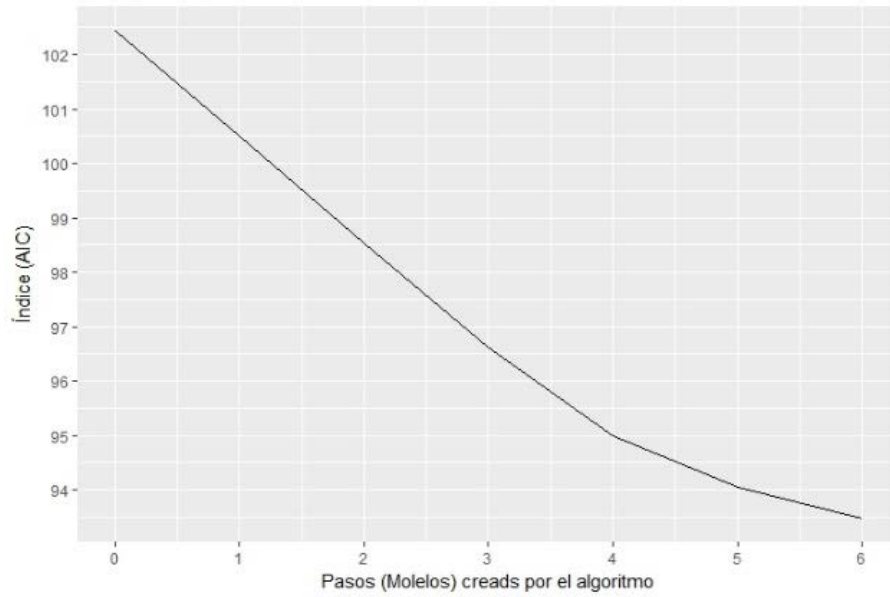
En este caso son más las variables que actúan como moderadores del efecto de los subsidios. De nuevo la existencia de departamento interno de I+D, la vinculación con universidades y centros de investigación, la calidad del proyecto y la dimensión asimilación de la capacidad de absorción del conocimiento tienen un efecto neto sobre los productos derivados del apoyo recibido. Sin embargo, entre el subsidio a la innovación y los resultados contemplados como productos (adicionalidad de output) juegan también un papel moderador del efecto el tamaño de la empresa y la capacidad de innovación.

### 8.5 El Procedimiento Resultante para la Selección del Mejor Modelo

La elección de cualquier modelo predictivo más apropiado es un dilema entre exactitud y simplicidad, buscar que el modelo ajuste mejor los datos (mejor representación) y por otro lado que se un modelo menos complejo al utiliza el menor número de variables para explicar el fenómeno. En este orden se eligen el Criterio de Información de Akaike (AIC), como el criterio base para la evaluación del modelo elegido. De acuerdo con Chatterjee y Hadi (2012), AIC busca balancear el conflicto entre exactitud y simplicidad, y coinciden con Zamuel y Mount (2014) en la regla de elegir aquel con menor valor en este criterio. Chatterjee y Hadi (2012), también expresan que diferencia menor a dos en este criterio permite tratar dos modelos como estadísticamente iguales, y diferencias marcadas indican también diferencias significativas en la calidad de los modelos (Gráficas 20 y 21).

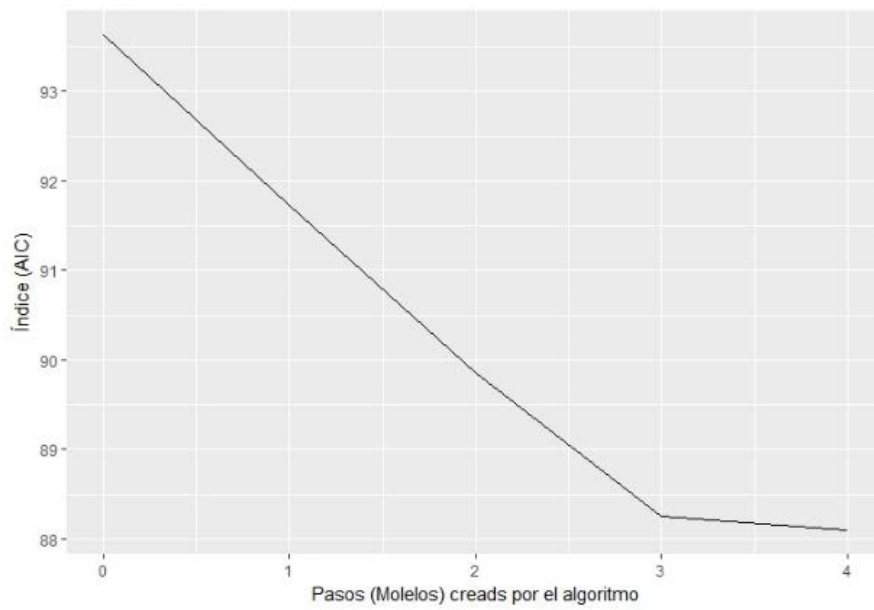
Los supuestos del modelo lineal son validados a través del análisis de residuales (ver Anexo 6), los cuatro supuestos en los que se basa el modelo lineal: linealidad, homoscedasticidad, normalidad e independencia, son evaluados a través de la matriz de gráficos presentados en el anexo. Para ambos modelos la representación visual valida el cumplimiento de cada supuesto.

Gráfica 20 Comportamiento del Criterio de Información de Akaike (AIC). Modelo adicionalidad de input



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 21 Comportamiento del Criterio de Información de Akaike (AIC). Modelo adicionalidad de output



Fuente: elaboración propia.

## 9. DISCUSIÓN

La calidad de las propuestas es un factor que se ha utilizado en la literatura sobre el tema como un predictor relevante del nivel de adicionalidad de los subsidios a la I+D (Henningsen et al., 2015; Poti y Cerulli, 2011). Henningsen y colaboradores estiman la adicionalidad de los subsidios a la I+D a partir de los datos arrojados por las evaluaciones de las propuestas, encuentran que datos sobre la calidad general de las propuestas, especialmente los beneficios comerciales potenciales y la viabilidad de negocio, pueden predecir el éxito y los resultados de los proyectos financiados con fondos públicos.

El papel de la I+D interna en los modelos resultantes es contradictoria a primera vista. En el caso del modelo de adicionalidad de input, ésta tiene un papel moderador positivo, resultado que es coherente con los hallazgos de otros estudios (Wanzenböck et al., 2013; Berchicci, 2013). En el caso del papel moderador negativo de la I+D intramuros en la adicionalidad de output de los subsidios a la I+D+i, los resultados del modelo resultante contrastan con los arrojados por otros estudios. Por ejemplo, Lucena y Afcha (2014) encuentran que el grado de inversión de las empresas en I + D intramuros y los niveles de apertura en su innovación sirven como mecanismos de mediación entre los subsidios de I+D y la innovación empresarial, medida por la solicitud de patente y el número de nuevos productos introducidos al mercado. De igual forma Albors y Barrera (2011) encontraron que la I+D interna tiene un efecto moderador relevante sobre el impacto de los subsidios públicos de I+D en el rendimiento innovador

Los resultados obtenidos señalan que la vinculación de las empresas beneficiarias con universidades y centros de investigación es un factor mediador positivo de la adicionalidad de input y de output de los subsidios a la innovación. La revisión de literatura permitió ubicar sólo un antecedente de estudio sobre el papel mediador o moderador de la colaboración con universidades y centros de investigación en el efecto de adicionalidad de los subsidios públicos a la I+D+i. Lee y Wong (2009) en su estudio sobre empresas de Singapur también encontraron que las “colaboraciones innovadoras” juegan un papel mediador positivo entre los apoyos públicos a la innovación empresarial y el desempeño innovativo resultante. La colaboración innovadora se define como la participación en

proyectos conjuntos de I+D+i y otros proyectos de innovación tecnológica con socios externos como proveedores, competidores, clientes y universidades (Belderbos et al., 2004). La colaboración en innovación es un importante factor de apoyo en el proceso de innovación de la empresa porque permite el intercambio de conocimiento tácito a través de interacciones personales cara a cara.

Los resultados muestran también que la dimensión asimilación de la capacidad de absorción del conocimiento es un mediador del efecto de los subsidios públicos sobre la capacidad de innovación de la empresa (adicionalidad de input). La dimensión asimilación de la capacidad de absorción comprende la capacidad de la empresa para analizar, procesar, interpretar, internalizar y clasificar el nuevo conocimiento externo adquirido (Zahra y George, 2002). Estudios anteriores ya habían encontrado que los proyectos de I+D subsidiados tienen un efecto positivo significativo en la I+D interna (adicionalidad de input positiva), pero sólo si las empresas tienen capacidad de absorción, como es el caso del análisis realizado por Veugelers (1997). Sin embargo, en este caso no se descompone dicho factor en las dimensiones propuestas por Zahra y George, por lo que el presente estudio tiene el valor de evaluar el efecto mediador de las distintas dimensiones de la capacidad de absorción, tarea de la que no se tiene referencia en el pasado. La dimensión asimilación de la capacidad de absorción tiene también un efecto moderador positivo en el impacto de los subsidios sobre los resultados de las actividades de I+D+i de las empresas apoyadas (adicionalidad de output). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Escribano et al. (2009), quienes en su estudio argumentan que las empresas con mayores niveles de capacidad de absorción pueden gestionar el conocimiento, fluyendo éste de manera más eficiente y estimulando los resultados innovadores.

Finalmente, el resultado que tiene que ver con el papel moderador de la capacidad de innovación de las empresas en la adicionalidad de output, es congruente con lo sugerido por Lee y Wong (2009) y Wong y He (2003) en torno a que factores endógenos a la empresa como el clima propicio a la innovación y la capacidad tecnológica juegan un papel positivo como moderadores del efecto de las políticas públicas en el desempeño empresarial.



## 10. CONCLUSIONES

Con información proveniente de una encuesta propia aplicada a una muestra de 39 empresas beneficiarias del programa, ubicadas en la ciudad de Hermosillo, se encuentra evidencia de un efecto de contribución neta entre los subsidios otorgados por el PEI y los recursos de I+D+I de las empresas beneficiarias, por un lado, y los indicadores de desempeño empresarial y desempeño en innovación, por el otro. La información obtenida mediante la encuesta permitió también seleccionar un modelo de regresión lineal múltiple, mediante el criterio de información de Akaike, que incorpora distintos factores que actúan como moderadores del efecto de los subsidios.

Este estudio aporta al tema de las evaluaciones de efectividad/impacto de los programas gubernamentales que estimulan la innovación mediante subsidios, al menos de las siguientes 3 formas: i) Su orientación regional, ya que se enfoca en los impactos efectivos del PEI sobre las empresas ubicadas en una región en particular, en este caso Sonora. Hasta ahora es muy escasa la evidencia empírica proveída con respecto a la efectividad de las subvenciones directas de apoyo a la I+D+i en regiones particulares; ii) Este estudio “abre brecha” en abordar el tema de los factores moderadores del impacto de los subsidios a la I+D+I en el contexto latinoamericano. Sólo un puñado de autores de países más avanzados se interesaron en años recientes en mostrar el papel que juegan algunos atributos de las empresas (tamaño, historial de apoyos, I+D interna) como moderadores de la eficiencia de los apoyos públicos directos a la innovación empresarial, casi siempre desde la perspectiva de la adicionalidad (Falk, 2007; Aschhoff, 2009; por ejemplo), y también muy pocos han incorporado como moderadores capacidades organizacionales, como el “clima propicio a la innovación” (Wong y He, 2003), la propensión a establecer “relaciones colaborativas innovativas” (Lee y Wong, 2009) o el “comportamiento cooperativo” (Albors y Barrera, 2011); iii) Algo que le confiere originalidad a este estudio es el hecho de que, con base en el enfoque de las capacidades dinámicas de la empresa, se incorporan al análisis las competencias y capacidades de las empresas que les permiten crear nuevos productos y procesos y responder oportunamente a las cambiantes condiciones del mercado. En el campo de los estudios de evaluación del impacto de los

subsidios a la I+D+i sólo dos estudios han realizado con anterioridad un ejercicio parecido a este (Wong y He, 2003; Lee y Wong, 2009).

Este estudio y sus resultados tienen algunas implicaciones de política pública. Institucionalmente, los resultados de la evaluación de impacto cumplen dos objetivos principales: i) El aprendizaje, destinado a proponer mejoras de diversa índole para futuras políticas, generalmente, estas propuestas están dirigidas a administradores de programas; y ii) la legitimación, dirigida a niveles políticos superiores. Junto con los responsables de la formulación de políticas y los administradores, también los participantes y otras partes interesadas (como, por ejemplo, las asociaciones industriales) pueden interesarse por los resultados de la evaluación. Nuestros resultados en cuanto a los factores moderadores del impacto de los subsidios del PEI, en particular, deben ser de utilidad para seleccionar propuestas o proyectos con el mayor potencial de efectos netos y magnificar el impacto de acuerdo con las características de las empresas solicitantes y las características de los proyectos.

El estudio tiene algunas limitaciones muy claras: i) El tamaño de la muestra es muy reducido, lo que tiene implicaciones sobre el nivel de generalización de los hallazgos. La muestra sólo resultó suficiente para un nivel de confianza no óptimo y un considerable margen de error; ii) La calidad de los datos es cuestionable, puesto que se recurrió a información subjetiva en gran medida y sujeta a la percepción personal de los informantes. A pesar del esmero en cuidar la objetividad de los empresarios, es inevitable de las respuestas estén sujetas a sesgos o tendencias de acuerdo con el interés de los participantes. Existen dos aspectos que tienen implicaciones importantes sobre la calidad de los datos empleados en este estudio: a) el limitado desarrollo de sistemas de estadísticas e indicadores confiables sobre las actividades de I+D+i desarrolladas por las empresas mexicanas dificulta enormemente la realización de investigaciones de corte empírico, y esta dificultad se agudiza en las regiones; b) aunado a ello, los agentes económicos y sociales carecen de una cultura de apertura y transparencia, mostrándose reticentes a compartir información de corte empresarial. Esta última condición se expresó en el caso de nuestro estudio en tasas de respuesta muy bajas durante la realización de la encuesta. En concordancia, se sugieren las siguientes vertientes de interés para el desarrollo futuro de esta línea de investigación: a) incorporar al análisis otras capacidades dinámicas de las

empresas, como la capacidad de adaptación a los mercados dinámicos y la capacidad de aprendizaje tecnológico, que no fueron contempladas en este análisis; b) resultaría interesante ampliar el modelo de análisis hacia uno de carácter más contingente, que tome en cuenta los factores contextuales como la influencia de los sistemas nacionales y regionales de innovación y la intensidad tecnológica y de competencia de los sectores económicos; c) retomar en futuras investigaciones el tema de la adicionalidad de comportamiento, que en este estudio no fue posible medir y operacionalizar, puesto que es un fenómeno de corte más cualitativo, consistente en la alteración de las rutinas y prácticas organizacionales; d) sería también interesante probar el modelo obtenido en otras entidades del país con el fin de hacer análisis comparativos entre regiones del país.

## 11. REFERENCIAS

- Aboody, D. y Lev, B. (2000). Information asymmetry, R&D, and insider gains. *The Journal of Finance*, 55(6), 2747-2766.
- Acs, Z. J. y Audretsch, D. B. (1988). Innovation in large and small firms: A empirical analysis. *American Economic Review*, 78, 678–690.
- Albornoz, Mario (2009), “Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución”, *Revista CTS*, 13 (5), Centro Redes, Argentina.
- Albors G. J. y Barrera, R. R. (2011). Impact of public funding on a firm's innovation performance: Analysis of internal and external moderating factors. *International Journal of innovation management*, 15(06), 1297-1322.
- Arévalo, T. (2013). *Propuesta de medida del desempeño innovador*. Cuadernos de Gestión, vol. 13, No. 1, pp. 41-67.
- Arnold Erik (2012). Understanding long-term impacts of R&D funding: The EU framework programme. *Research Evaluation*, 21, 332-343. DOI:10.1093/reseval/rvs025
- Arocena R. y Sutz J. *Sistemas de innovación y países en desarrollo (2001). Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Recuperado en la web en agosto de 2015, en la web <http://www.oei.es/historico/salactsi/arocenasutz.htm>
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors* (pp. 609-626). Princeton University Press.
- Aschhoff, B. (2009): The effect of subsidies on R&D investment and success: do subsidy history and size matter?, *ZEW Discussion Papers*, No. 09-032. Mannheim.
- Baker, Judy L. (2000). *Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo de la pobreza. Manual para profesionales*. Washington: Banco Mundial.
- Barber, J. y G. White (1987), “Current policy practice and problems from a UK perspective” en D. Partha y P. Stoneman, *Economic policy and technological performance*, Nueva York, Cambridge University Press, pp. 24-50.
- Baron R.M. y Kenny D.A. (1986). The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173 - 1182
- Becker, Lasse (2015). Effectiveness of public innovation support in Europe: Does public support foster turnover, employment and labour productivity?, *Discussion Papers*, Center for European Governance and Economic Development Research, No. 236,
- Belderbos, R., Carree, M. y Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy* 33(10): 1477-1492.

- Berchicci, L. (2013). Toward an open R&D system: internal R&D investment, external knowledge acquisition and innovative performance. *Research Policy* 42 (1), 117–127
- Biemans, W. (2018). *Managing innovation within networks*. Routledge.
- Bizan, O. (2003). The determinants of success of R&D projects: Evidence from American Israeli Research alliances. *Research Policy*, 32, 1619–1640.
- Bracamonte y Contreras (2011). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo económico*. Hermosillo: Via color imprentas.
- Breschi, S., Malerba, F. y Orsenigo, L. (2000). “Technological regimes and schumpeterian patterns of innovation”. *The Economic Journal*, 110, 388–410.
- Buisseret, T. J., Cameron, H. y Georghiou, L. (1995). What difference does it make? Additionality in the public support of R&D in large firms. *International Journal of Technology Management*, 10(4–6), 587–600.
- Busom, I. (2000). An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies, *Economics of Innovation and New Technology* 9(2), 111–148.
- Calderón Madrid, Ángel (2011). *Evaluación de los programas INNOVATEC, INNOVAPYME y PROINNOVA de apoyos a la innovación empresarial durante 2009*. México: COLMEX.
- Casas, R., J.M. Corona, M. Jaso y A.O. Vera-Cruz (2013), “Construyendo el diálogo entre los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación”, FCCyT: México, D.F. (en prensa).
- CEPAL (2007). *Metodologías de evaluación de políticas tecnológicas: reseña de prácticas internacionales*. Descargado en mayo de 2017, en [<http://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/0/31430/metdeevalua.pdf>]. AGREGAR A P. 17
- Cerulli, G. y Potì, B. (2012). Designing ex-post assessment of corporate RDI policies: conceptualisation, indicators and modelling. *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*, 9(2-4), 96-123.
- Chatterjee S. y Hadi A.S. (2012). *Regression Analysis By Example*, Fifth Edition, Wiley. USA.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press.
- Clarysse, B., Wright, M., & Musta, P. (2009). *Behavioural additionality of R & D subsidies: A learning perspective*. *Research Policy*, 38(10), 1517-1533. <https://doi.org/10.1016>
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (2000). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. In *Strategic Learning in a Knowledge economy* (pp. 39-67).

- CONACYT (2013). Información básica PEI. México. Descargado en septiembre de 2015 en: <http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>
- CONACYT (2015), “Convocatoria del programa de estímulos a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación 2015”, Convocatoria 2015, México. Recuperado en: <http://www.conacyt.gob.mx> [13 de diciembre de 2015].
- Corona, Juan; Dutrénit, Gabriela; Puchet, Martín & Santiago, Fernando (2013), *Cambios en la política de ciencia, tecnología e innovación y el papel en la construcción de sistemas de innovación: el caso de México*, LALICS, Brasil. < link> [11 de octubre de 2016].
- Correa, P., Andres, L. y Borja V.C. (2013). The impact of government support on firm R&D investments: a meta-analysis. *Policy Research Working Paper*, No. WPS6532, Washington, DC: World Bank.
- Cunningham, P., Gök, A. y Laredo, P. (2013). The impact of direct support to R&D and innovation in firms. *Nesta, Working Paper* No. 13/03.
- Czarnitzki, D. y Hottenrott, H. (2011). R&D investment and financing constraints of small and medium-sized firms. *Small Business Economics*, 36(1), 65-83.
- Danneels, E. (2002). The dynamics of product innovation and firm competencies. *Strategic Management Journal* 23 (12), 1095–1121.
- David, P., Hall, B., and Toole, A. (2000). Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence, *Research Policy*, Volume 29, Issues 4-5, pp. 497—529.
- Disgupta, P. (1987), “The economic theory of technology policy: an introduction” en P. Dasgupta y P. Stoneman, *Economic policy and technological performance*, Nueva York, Cambridge University Press, pp. 5-23.
- Douthwhite, B.; Kuby, T.; Elske, F.; Shulz, S. (2003). *Impact pathway evaluation an approach for achieving and attributing impact in complex systems*. Agricultural Systems (Elsevier), 78, pp. 243-465.
- Edquist, C. (2005). “Systems of innovation, perspectives and challenges”. In: Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. (Eds.). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, Oxford, pp. 181–208.
- EPEC – European Policy Evaluation Consortium (2005) *Study on the Use of Evaluation Results in the Commission*, May, Final report Dossier n.1: Synthesis, Brussels.
- Escribano, A., Fosfuri, A., y Tribó, J. A. (2009). Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity. *Research Policy*, 38(1), 96-105.
- European Commission (2006). *Smart Innovation: A Practical Guide to Evaluating Innovation Programmes*, January, EC, Brussels-Luxembourg.
- Falk, R. (2007). Measuring the effects of public support schemes on firms’ innovation activities: Survey evidence from Austria. *Research Policy* 36 (5), 665–679.

- FCCyT (2013), Propuestas para contribuir al diseño del PECITI 2012-2037, Documento de trabajo del FCCyT, A.C., México.
- Flatten, T.C., Engelen, A., Zahra, S. y Brettel, M. (2011). A measure of Absorptive capacity: Scale development and validation. *European Management Journal*, 29(2), 98-116.
- Forsman, H. (2011). Innovation Capacity and Innovation Development in Small Enterprises. A Comparison between the Manufacturing and Service Sectors, *Research Policy*, 40, 739-750.
- Forsman, H. y Annala, U. (2011). Small enterprises as innovators: shift from a low performer to a high performer. *International Journal of Technology Management*, 56(2/3/4), 154-171.
- Garcia-Quevedo, J. (2004). Do Public Subsidies Complement Business R&D? A Meta-Analysis of the Econometric Evidence. *KYKLOS*, Vol. 57. Fasc. 1, 87-102
- García, Maximiliano (2011), “Políticas de innovación científica y tecnológica en América Latina”, Revista electrónica del Centro de Estudios en Administración Pública, 7 (1), UNAM, México, pp. 1-11.
- Georghiou, L. y Roessner, D. (2000). Evaluating technology programs: tools and methods. *Research Policy* 29, 657–678.
- González, Lara (2000). La evaluación ex post o de impacto. Un reto para la gestión de proyectos de la Cooperación Internacional al Desarrollo. Cuadernos de trabajo de Hegoa, no. 29. Bilbao: Lankopi.
- Guellec, D. y Van Pottelsberghe, B. (2000) The impact of public expenditure on business R&D. *STI Working Papers 2000/4*, OECD, Paris.
- Hakansson, H. (Ed.). (2015). *Industrial Technological Development* (Routledge Revivals): A Network Approach. Routledge.
- Hall, B. (2002). The financing of research and development. *Oxford Review of Economic Policy*, 18(1), 35–51.
- Hall, B.H., & Maffioli, A. (2008). *Evaluating the impact of technology development funds in emerging economies: Evidence from Latin America*. *European Journal of Development Research*, 20(2), 172-198. <https://doi.org/10.1080>
- Henningsen, M. S., Hægeland, T. y 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.
- Hernández E.M. y Delgado B.E. (2009). Product innovation in small manufacturers, market orientation and the industry's five competitive forces: empirical evidence from Spain. *European Journal of Innovation Management* 12 (4), 470–491.
- Herrmann, A., Gassmann, O. y Eisert, U. (2007). An empirical study of the antecedents for radical product innovations and capabilities for transformation. *Journal of Engineering and Technology Management* 24 (1–2), 92–120.

- Howells, Jeremy (1999). Regional systems of innovation?, in Daniele Archibugi, Jeremy Howells and Jonathan Michie, *Innovation policy in a global economy*, Cambridge University Press, pp. 67-93.
- Hsu, F., Horng F. y Hsueh, C. (2009). The effect of governmentsponsored R&D programmes on additionality in recipient firms in Taiwan. *Technovation* 29 (3), 204–217.
- Jansen, J., Van Den Bosch, F. y Volberda, H. (2005). Managing potential and realized absorptive capacity: how do organizational antecedents matter? *Academy of management journal*, 48(6), 999-1015.
- Jiménez B.M., García M.V. y Molina, L. M. (2011). Validation of an instrument to measure absorptive capacity. *Technovation* 31 (5/6), 190-202
- Kostopoulos, K., Papalexandris, A., Papachroni, M. y Ioannou, G. (2011). Absorptive capacity, innovation, and financial performance. *Journal of Business Research*, 64(12), 1335-1343.
- Lee, L. y Wong, P. K. (2009). Firms' Innovative Performance: The Mediating Role of Innovative Collaborations. *MPRA Paper No. 16193*
- León Balderrama, Jorge I. (2008). *Determinantes de la participación de los investigadores en actividades de vinculación y transferencia del conocimiento* (Tesis Doctoral). México: UAS.
- León, J.; Beltrán, A.; Núñez, L.; Preciado, J. (2012). *El CIAD y el mejoramiento de la competitividad de las MIPYME locales de la industria de alimentos: evaluación de la efectividad del programa de servicios estratégicos*. Estudios Sociales, núm. 2, marzo, pp. 101-123. Hermosillo: CDR.
- Lucena, A. y Afcha, S. (2013). Public support for R&D, knowledge sourcing and firm innovation: Examining a mediated model with evidence from the manufacturing industries.
- Maredia, Mywish (2009). Improving the proof. Evolution of and emerging trends in impact assessment methods and approaches in agricultural development. USA: Michigan State University.
- Medina-Rivera, R., y Villegas-Valladares, E. (2016). Financiamiento de la ciencia, la tecnología y la Innovación en las regiones de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 20(38).
- Moctezuma, P., López, S., y Mungaray, A. (2017). Innovación y desarrollo: programa de estímulos a la innovación regional en México. *Problemas del desarrollo*, 48(191), 133-159.
- Nieves, J. y Haller, S. (2014). Building dynamic capabilities through knowledge resources. *Tourism Management*, 40, 224-232.
- Núñez M.A., Perez H.P., Sánchez A.A., y Martínez, M.G. (2015). Are Government Incentives Driving and Intensifying the Firms Innovation Capabilities in Mexico? *The Triple Helix Association Magazine*; Volume 4 Issue 3, september 2015; pp. 15-22



- OCDE (2009), Estudios de la OCDE sobre Políticas de Innovación México, OCDE/CONACYT, México.
- OECD (1998). *Technology, Productivity and Job Creation: Best Policy Practices*. The OECD Jobs Strategy, Paris, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OECD (2002), Frascati Manual: *Proposed standard practice for surveys on research and experimental development*, OECD, París.
- Pastor P.M., Rodríguez G.P y Ramos Á. A. (2017). Efectos del financiamiento público a la innovación: perspectiva microeconómica a partir de un estudio en pequeñas empresas. *Región y sociedad*, 29(70), 203-229.
- Pastor, María; Rodriguez, Paola & Ramos, Adriana (2015), “Adicionalidad del financiamiento público a la innovación en pequeñas empresas”, Congreso internacional de contaduría, administración e informática, Ciudad Universitaria, México.
- Petrin, T. (2018). A Literature Review on the Impact and Effectiveness of Government Support for R&D and Innovation. *ISIGrowth Working Paper5/2018* February.
- Potì, B. y Cerulli, G. (2011). Evaluation of firm R&D and innovation support: new indicators and the ex-ante prediction of ex-post additionality. *Research Evaluation*, 20(1), 19-29.
- Radas, S., Anić, I. D., Tafro, A. y Wagner, V. (2015). The effects of public support schemes on small and medium enterprises. *Technovation*, 38, 15-30.
- Ramírez, Ericka (2017). *Conacyt subsidia a trasnacionales por 2 mil 900 MDP*. México: Contralínea. Consultado en mayo de 2017, en la web: <http://www.contralinea.com.mx/archivo-revista/index.php/2013/10/01/conacyt-subsidia-trasnacionales-por-2-mil-900-mdp/>
- Teece, D. J. (2014). The foundations of enterprise performance: Dynamic and ordinary capabilities in an (economic) theory of firms. *The Academy of Management Perspectives*, 28(4), 328-352.
- Unger, K. (2014). La nueva política de innovación y competitividad Sectores, entidades y empresas líderes. Documento de Trabajo E-586, CIDE.
- Veugelers, R. (1997). Internal R & D expenditures and external technology sourcing. *Research Policy*, 26(3), 303-315.
- Wanzenböck I., Scherngell, T. & Fischer M. (2012). *How do firm characteristics effect behavioural additionalities of public R&D subsidies? Evidence for the Austrian transport sector*. *Technovation* 33, 66-77.
- Wong, P.K. y He, Z. L. (2003). The moderating effect of a firm's internal climate for innovation on the impact of public R&D support programmes. *Int. Jour. of Entrep. and Innov. Manag.*, 3(5-6), 525-545.
- WWCLEG -What Works Centre for Local Economic Growth (2015). Innovation: Grants, Subsidies and Loans. *Evidence Review* 9, GB, London.

- Zahra, S., & George, G. (2002). *Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension*, *Academy of Management Review*, 27 (2), pp. 185–203.
- Zamuel, N. y Mount J. (2014). *Practical Data Science with R*, Manning Puvlication Co, NY, USA
- Zhong, R. I. (2018). Transparency and firm innovation. *Journal of Accounting and Economics*.
- Zúniga, V.J.A., Alonso B.C., Forcadell, F., y Galan, J.I. (2014). Assessing the Effect of Public Subsidies on Firm and R&D Investment: A Survey. *Journal of Economic Surveys*, Vol. 28, No. 1, pp. 36-67.

## 12. ANEXOS

### Anexo 1. Métodos para la evaluación de programas y proyectos de I+D+i

Tabla 1 Principales métodos de evaluación para proyectos de I+D+i

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Adicionalidad	Busca identificar si los fondos recibidos por la empresa generan un afecto adicional en los recursos utilizados para llevar a cabo la actividad innovadora.	Existen tres tipos: de input, output behavior que buscan identificar insumos, procesos y productos, y cambios en las prácticas organizacionales a partir de la financiación recibida.	Es difícil determinar si los resultados (output) son consecuencia del apoyo. Es complejo medir la adicionalidad de behavior porque son prácticas intangibles.
Análisis costo efectividad	Mide los beneficios de un determinado tipo de inversión.	Sencillo y no requiere información sobre ganancias. Costo medio.	Busca probar que se pueden obtener resultados por encima de los costos.
Análisis de redes	Estudio cualitativo y semicuantitativo ex ante, de seguimiento o ex post.	Usa datos del proyecto para evaluar material empírico general. Recopilación para fines normativos. Vínculos de cooperación.	Se requiere de tiempo para recoger datos de la encuesta. Se requiere persuasión.
Benchmarking	Comparación sistemática de prácticas, calidad y otras características de programas, instituciones, etc.	Permite comparar el desempeño entre dos o más empresas o grupos, a partir de un set de indicadores de I+D+T+i	Determinar comparaciones de I+D+T+i requiere muchos datos. Los cambios que se dan en el tiempo no son detectables fácilmente.
Bibliometría	Mide la relevancia y diseminación científica de la innovación, mediante publicaciones y patentes.	Procura evaluar los efectos de la política en el desarrollo científico. Revela las relaciones entre resultados de proyectos.	No se puede distinguir la calidad del artículo o patente. Se dan prácticas de auto citación. Hay diferencias en cuanto a la exigencia en

		Permite medir la frecuencia de citas.	calidad por parte de las revistas.
Criterios de competencia comparativa	Estudio semicuantitativo de seguimiento o ex post.	Usa indicadores de ciencia y tecnología para comparar diferentes sectores. Apoya a la evaluación sistémica de instituciones y sistemas varios.	Requiere datos detallados. No es transferible.
Cuestionario	Realización de estudio de campo mediante cuestionario dirigido a agentes participantes de la política.	Cuestionarios se aplican de forma sistemática. Permite crear base de datos de primera mano para elaborar estudios estadísticos elaborados.	Costo elevado. Posible complejidad para cuantificar indicadores.
Encuestas a beneficiarios	La evaluación se hace por las personas que reciben apoyos.	Aumento número de informantes. Provee indicadores cuantitativos. Costo medio.	Encuesta ad hoc puede resultar complicado. Se deben ubicar a usuarios, aplicar la encuesta y analizar resultados.
Encuestas de innovación	Instrumento cuantitativo para el seguimiento de microdatos, gastos, patentes, etc.	Detecta tendencias de innovación y datos sobre el aspecto social de la educación. Resultados generalizables. Permite establecer dimensión y distribución de los efectos. Comparaciones a lo largo del tiempo entre grupos.	Alto costo y tiempo. Procesar y analizar datos requiere de muchos recursos humanos. Es difícil obtener ciertos datos.
Enfoque de la función de producción	Relaciona los resultados con la cantidad de recursos y capital humano	Examen más riguroso del impacto. Estima tasas marginales de retorno. Aísla estadísticamente los efectos de una iniciativa respecto de otras.	No se sustenta la proyección de tasas de retorno pasadas hacia el futuro. Exigente en términos de información. Selección de la forma funcional óptima.,

			Plantea problemas econométricos. Costo alto.
Estimación de escenario contrafactual <sup>2</sup>	Permite estimar un escenario que se hubiese dado en ausencia del programa.	Atribuye con escaso margen de error los efectos estrictamente asociados a la ejecución de la operación. Utiliza grupos de control y grupos de tratamiento.	Solo existen dos metodologías para establecer el escenario contrafactual: diseños experimentales y cuasi experimentales. No siempre se puede establecer grupos de control.
Estudio de caso	Provee información detallada de una iniciativa particular y sus efectos.	Buena ilustración de las relaciones entre las iniciativas y sus efectos. Costo medio.	Imposible generalizar resultados para obtener imagen total de los efectos. Imposible extrapolar resultados.
Estudios econométricos	Pretenden medir la diferencia de resultados entre las empresas receptoras de un crédito o de incentivos fiscales.	Producen análisis más refinados en términos cuantitativos.	Requiere de grupos de control.
Estudios prospectivos	Limitan el análisis a la reconstrucción histórica de la secuencia o cadena de procesos de conocimiento y sus efectos sociales en un tema concreto.	Posibilidad de predecir los efectos que produce el conocimiento en determinado campo, o las consecuencias del uso y difusión de nuevas TIC's.	Pueden necesitarse modelos predictivos a partir de las tecnologías para predecir futuros acontecimientos.
Estudios retrospectivos <sup>3</sup>	Limitan el análisis a la reconstrucción histórica de la secuencia o cadena de procesos de conocimiento y	Hay dos sistemas, partir hacia atrás o hacia adelante. Hacia atrás identifica eventos críticos de	Pueden ser registros anecdóticos. Es difícil construir indicadores cuantitativos.

<sup>2</sup> BID (2009). *Aporte de análisis económico a la evaluación y seguimiento de proyectos*. EUA: BID.

<sup>3</sup> Milanés, Solís y Navarrete (2010). *Aproximaciones a la evaluación del impacto social de la ciencia, tecnología e innovación*. ACIMED.

	sus efectos sociales en un tema concreto.	I+D que conducen al producto final. Hacia enfrente identifica posibles impactos.	
Evaluación por pares	Evaluación de la relevancia social.	Proveer de información sobre impactos potenciales. Costo bajo, fácil de organizar.	Depende de la opinión de pocas personas. Provee de información cualitativa.
Indicadores parciales	Conjunto de ítems que informan sobre la magnitud del impacto socio económico de una iniciativa.	Información necesaria es fácil de recolectar. Buen método para monitoreo de iniciativa en curso. Costo bajo.	Solo pueden ser generalizados con fines ilustrativos, lo que dificulta la evaluación de impacto general. Proveen imagen parcial de los impactos.
Marco Lógico	Se utiliza para la mejorar la planificación y la gestión de proyectos tanto de cooperación al desarrollo como de proyectos sociales.	Buena gestión en el ciclo de vida de proyectos. Resume información importante del proyecto. Sirve de base para evaluar ejecución del proyecto.	Aplicación difícil cuando objetivos no son fáciles de cuantificar. Puede resultar poco flexible. Requiere capacitación para conocer sus implicaciones.
Matriz de impacto sistémico <sup>4</sup>	A partir de niveles micro, intermedio y macro se puede medir el aprendizaje acumulado y la construcción de capacidades.	Pueden establecerse varios niveles para organizar el logro de metas previamente preestablecidas por un grupo determinado. Permite percibir/lograr el encadenamiento de conocimientos o prácticas preestablecidas por el grupo.	Es complejo establecer los niveles de aprendizajes o metas preestablecidos. Parte del conocimiento propio, el generado al interior del grupo. Es difícil desagregar elementos porque pueden pertenecer a distintos programas.
Métodos costo - beneficio	Medición del valor comercial de	Provee estimaciones confiables de	Es complicado y toma tiempo.

<sup>4</sup> Villaveces et. Al. (2005). *¿Cómo medir el impacto de las políticas de ciencia y tecnología?* CTS No. 4.

	productos e insumos.	beneficios potenciales. Provee esquemas prácticos para evaluar proyectos.	Resultados dependen de supuestos (genera incertidumbre). Costo alto.
Paneles de especialistas o funcionarios	Estudio cualitativo y semicuantitativo ex ante, de seguimiento o ex post.	Usa datos del proyecto para evaluar méritos científicos con flexibilidad, aplicación de gran alcance y carácter equitativo.	Independencia de funcionarios de igual nivel. No se captan beneficios económicos.
Programación matemática	Optimización de recursos financieros y humanos.	Método poderoso y sofisticado. Permite obtener un portafolio optimizado de inversiones. Permite manejar cambios en muchas variables.	Exigente en información necesaria. Costo alto. No evalúa un conjunto diverso de proyectos. Riesgo de llegar a solución de 'optimización' sin sentido.

Fuentes: Elaboración propia, a partir de León et. Al. (2012), CEPAL (2007) y Ruegg (2007).

## Anexo 2. Cuestionario



### ENCUESTA SOBRE BENEFICIOS DEL P.E.I.

Por favor llene el siguiente cuestionario de la manera más precisa y honesta posible, estimando los datos solicitados en su totalidad. Los datos recabados servirán para conocer el impacto generado a las empresas beneficiarias del Programa de Estímulos a la Innovación -P.E.I.- otorgado por CONACYT, en el Estado de Sonora.

**DATOS GENERALES**

1 Correo electrónico: \_\_\_\_\_.

2 Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_.

**MARQUE UNA SOLA OPCIÓN CON UNA "X".**

3 Tamaño de la empresa:

- a)  De 1 a 10 empleados.
- b)  De 11 a 50 empleados.
- c)  De 51 a 250 empleados.
- d)  Más de 250 empleados.

4 Sector Estratégico:

- a)  Aeronáutico/Aeroespacial.
- b)  Automotriz.
- c)  Minero.
- d)  Eléctrico/electrónico.
- e)  Tecnologías de la Información (incluye software).
- f)  Agroindustrial/Alimentario.
- g)  Energías Renovables.
- h)  Turístico.
- i)  Biotecnológico y equipo médico.
- j)  Otro.

5 No. De Proyecto: \_\_\_\_\_.

6 Duración del proyecto \_\_\_\_\_ meses.

7 Modalidad del proyecto:

- a)  INNOVAPYME
- b)  INNOVATEC
- c)  PROINNOVA

8 ¿Cuenta con Departamento de I+D interno?

- a)  Sí.
- b)  No.

9 Grado de Satisfacción de la propuesta

Escriba una "X" en la casilla según el grado de acuerdo con las características del proyecto presentado; siendo 5: Muy satisfecho, 4: Satisfecho, 3: Ni satisfecho ni insatisfecho, 2: Poco satisfecho, 1: Nada satisfecho.

	5	4	3	2	1
a) Factibilidad Técnica.					
b) Factibilidad Comercial.					
c) Grupo de trabajo.					
d) RH especializados.					

10 Su propuesta es de tipo:

- a)  Individual (Pase a pregunta 17).
- b)  Vinculado (Pase a pregunta 11).



## VINCULACIÓN

Escriba el nombre de las Instituciones con las que está vinculada:

- 11 \_\_\_\_\_
- 12 \_\_\_\_\_
- 13 \_\_\_\_\_
- 14 \_\_\_\_\_
- 15 \_\_\_\_\_

16 ¿Quiénes tendrán los derechos de Propiedad Intelectual?

- a)  Empresa.
- b)  Institución.
- c)  Ambos.

## 17 CONTRIBUCIONES

Escriba una "X" en la casilla de acuerdo al grado en que el proyecto PEI desarrollado, contribuyó a los siguientes indicadores de su empresa; siendo 5: Muy positivo, 4: Positivo, 3: Nulo, 2: Negativo, 1: Muy negativo.

Indicadores	5	4	3	2	1
a) Inversión en equipo y maquinaria.					
b) Inversión en sistemas de TIC's y software.					
c) Inversión en herramientas, gestión y entrenamiento.					
d) Inversión de I+D internos.					
e) Inversión de I+D externos.					
f) Inversión en adquisición de tecnología, patentes y licencias.					
g) Inversión en servicios de consultoría externa no relacionados con I+D.					
h) Nivel de ventas.					
i) Nivel de exportaciones.					
j) Nivel de rentabilidad.					
k) Nivel de productividad.					
l) No. De empleos generados.					
m) No. De inversiones, patentes y otras formas de propiedad intelectual.					
n) No. De personal en I+D.					
o) Aprendizaje y formación de personal en nuevas áreas.					
p) Mejor uso de la información y sistemas de programas.					
q) Mejora de las relaciones entre I+D y otros departamentos.					
r) Mejora de procesos y apoyo al medio ambiente.					
s) El P.E.I. ayudó a continuar su proyecto de I+D.					
t) El P.E.I. ayudó a acelerar el lanzamiento de su proyecto de I+D.					
u) El P.E.I. ayudó a expandir en escala y alcance su proyecto de I+D.					
v) El P.E.I. ayudó a proponerse retos ambiciosos para el proyecto de I+D.					
w) El P.E.I. ayudó a crear nuevos productos, procesos y servicios de alto valor.					

### 18 TASAS DE CRECIMIENTO

Por favor Estime en Porcentaje (%) las tasas de crecimiento solicitadas de las siguientes preguntas.

Indicadores	Estime la tasa de crecimiento anual... en los años posteriores al apoyo	Estime esa misma tasa de crecimiento, si no se hubiera contado con el apoyo
a) Inversión en equipo y maquinaria.		
b) Inversión en sistemas de TIC's y software.		
c) Inversión en herramientas, gestión y entrenamiento.		
d) Inversión de I+D internos.		
e) Inversión de I+D externos.		
f) Inversión en adquisición de tecnología, patentes y licencias.		
g) Inversión en servicios de consultoría externa no relacionados con I+D.		
h) No. De personal en I+D.		
i) Nivel de ventas.		
j) Nivel de exportaciones.		
k) Nivel de rentabilidad.		
l) Nivel de productividad.		
m) No. De empleos generados.		
n) No. De inversiones, patentes y otras formas de propiedad intelectual.		

### 19 CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL CONOCIMIENTO

Escriba una "X" en la casilla según el grado de acuerdo para cada aseveración, según el comportamiento real de su empresa; siendo 5: Totalmente de acuerdo, 4: De acuerdo, 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 1: Totalmente en desacuerdo.

<i><b>Mi empresa realiza las siguientes actividades...</b></i>	5	4	3	2	1
a) <i>Recolección información sobre el sector mediante diálogo con socios.</i>					
b) <i>Participación en seminarios y conferencias para actualizar y enriquecer el conocimiento técnico.</i>					
c) <i>Tiempo para establecer contactos con agentes que provean de conocimientos e información sobre innovaciones.</i>					
d) <i>Habilidades para establecer contactos con agentes que provean de conocimientos e información sobre innovaciones.</i>					
e) <i>Reconocimiento oportuno de los cambios técnicos.</i>					
f) <i>Reconocimiento de los cambios en marcos regulatorios.</i>					
g) <i>Reconocimiento de cambios en la competencia del mercado.</i>					
h) <i>Habilidades para detectar nuevas posibilidades de servicio al cliente.</i>					
i) <i>Tiempo asignado a deliberar con asesores a fin de reconocer anticipadamente cambios en el</i>					
j) <i>Habilidades para deliberar con asesores sobre cambios en el mercado y sus implicaciones para realizar cambios en la organización de la planta.</i>					
k) <i>Registro y almacenamiento de conocimientos recién adquiridos para futuras referencias.</i>					
l) <i>Reconocimiento de la utilidad del nuevo conocimiento externo para ampliar el propio conocimiento</i>					
m) <i>Discusión con asesores externos sobre tendencias en el mercado y utilizadas para mejorar el</i>					
n) <i>Tiempo asignado a traducir la información externa en adaptaciones para el negocio propio.</i>					
o) <i>Habilidades para traducir la información externa en adaptaciones para el negocio.</i>					
p) <i>Traducción de la información externa directamente en nuevas aplicaciones de negocios.</i>					
q) <i>Capacidad de aplicación de la información externa al negocio para contribuir a la productividad.</i>					
r) <i>Habilidades para convertir la información externa en resultados productivos.</i>					

## 20 CAPACIDAD DE INNOVACIÓN

Escriba una "X" en la casilla según el grado de acuerdo para cada aseveración, según el comportamiento real de su empresa; siendo 5: Totalmente de acuerdo, 4: De acuerdo, 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 1: Totalmente en desacuerdo.

<b>Mi empresa realiza las siguientes actividades...</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
a)	Reconocimiento del conocimiento externo relevante.					
b)	Internalización del nuevo conocimiento externo.					
c)	Explotación del nuevo conocimiento para innovar.					
d)	Reconocimiento de nuevas oportunidades.					
e)	Dimensionamiento de nuevas oportunidades para desarrollar nuevas soluciones.					
f)	Explotación de oportunidades para generar nuevos negocios redituables.					
g)	Evaluación de riesgos.					
h)	Disposición de asumir riesgos.					
i)	Habilidades para tomar riesgos.					
j)	Orientación de redes.					
k)	Creación de relaciones colaborativas.					
l)	Explotación de redes en los negocios.					
m)	Generación de innovaciones que difieren de las ofrecido por los competidores.					
n)	Mejoramiento de productos y servicios existentes.					
o)	Explotación de innovaciones desarrolladas por otros.					
p)	Implementación a los cambios rápidamente.					
q)	Adquisición de nuevos consumidores.					
r)	Expansión hacia nuevos mercados.					
s)	Incremento en las ventas para los clientes existentes.					

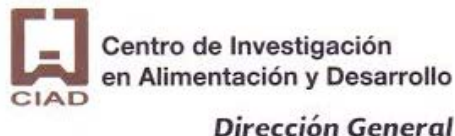
### **¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!**

Le aseguramos que sus datos serán tratados de manera confidencial. Puede enviar sus comentarios a [cristobal.davila@estudiantes.ciad.mx](mailto:cristobal.davila@estudiantes.ciad.mx).

Fecha de APLICACIÓN: \_\_\_\_\_.

Fecha de CAPTURA: \_\_\_\_\_.

### Anexo 3. Carta de presentación



Hermosillo, Sonora; A 24 de enero de 2018

**Apreciable Beneficiario**  
**Programa de Estímulos a la Innovación (P.E.I.)**  
**Presente. –**

Actualmente el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), está realizando un estudio de seguimiento para conocer los impactos del Programa de Estímulos a la Innovación (P.E.I.) de CONACYT. El estudio contempla la realización de una Encuesta para considerar la perspectiva de las empresas apoyadas con éste programa, sobre los beneficios que ha logrado concretar gracias al apoyo recibido.

El estudio se lleva a cabo por la Coordinación de Desarrollo Regional del CIAD, bajo la dirección del Dr. Jorge I. León Balderrama y con la colaboración del estudiante de doctorado Cristóbal Dávila Borbón.

Para tal fin, se ha desarrollado una Encuesta online que le tomará de 10 a 15 minutos responder. Las preguntas están relacionadas con el objetivo del estudio y las respuestas no se analizarán individualmente.

En este tenor, se le solicita su valiosa cooperación para responder la encuesta a fin de conocer el estado actual que guarda nuestra entidad. Los investigadores se comprometen a utilizar la información obtenida con estricta confidencialidad, por lo que se adhieren a lo estipulado en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares.

En espera de su apreciable respuesta, quedo de usted.

Atentamente

**Dr. Pablo Wong González**  
**Director General**



Carretera a La Victoria km 0.6, C.P. 83304, Hermosillo, Sonora, México  
Teléfono +52 (662) 289-2400 [www.ciad.mx](http://www.ciad.mx)

#### Anexo 4. Regresión por pasos sucesivos para la *adicionalidad de input*

Tabla 1 Paso No. 1

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
-Cap.Ab. - Explotación	1	0.4766	307.26	100.50
-Cap.Ab. - Transformación	1	0.4828	307.26	100.50
-Monto	1	1.0547	307.83	100.57
-Cap.Ab. - Adquisición	1	3.9092	310.69	100.93
-Cap. Innovación	1	6.0155	312.79	101.20
-Tamaño	1	8.1529	314.93	101.46
-Cap. Ab. - Asimilación	1	9.2215	316.00	101.59
-Vinculación	1	12.9282	319.71	102.05
<none>			306.78	102.44
-Calidad del proyecto	1	17.7261	324.51	102.63
-Depto. I+D	1	20.3610	327.14	102.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Paso No. 2

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
-Cap.Ab. - Transformación	1	0.2829	307.54	98.537
-Monto	1	1.0397	308.30	98.632
-Cap.Ab. - Adquisición	1	3.5700	310.83	98.951
-Cap. Innovación	1	5.6085	312.86	99.206
-Cap. Ab. - Asimilación	1	9.0293	316.29	99.630
-Tamaño	1	9.1609	316.42	99.646
-Vinculación	1	13.7347	320.99	100.206
<none>			307.26	100.501
-Calidad del proyecto	1	17.6580	324.91	100.680
-Depto. I+D	1	20.0074	327.26	100.961
+Cap.Ab. - Explotación	1	0.4766	306.78	102.440

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 Paso No. 3

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
-Monto	1	0.7595	308.30	96.633

<i>-Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	3.4700	311.01	96.974
<i>-Tamaño</i>	1	8.9075	316.45	97.650
<i>-Cap. Innovación</i>	1	9.3362	316.88	97.703
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	11.8126	319.35	98.006
<none>			307.54	98.537
<i>-Vinculación</i>	1	16.5284	324.07	98.578
<i>-Calidad del proyecto</i>	1	17.7698	325.31	98.727
<i>-Depto. I+D</i>	1	22.4080	329.95	99.279
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.2829	307.26	100.501
<i>+Cap.Ab. - Explotación</i>	1	0.2767	307.26	100.501

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 Paso No. 4

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
<i>-Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	2.8100	311.11	94.987
<i>-Cap. Innovación</i>	1	9.0195	317.32	95.757
<i>-Tamaño</i>	1	9.2681	317.57	95.788
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	11.5661	319.86	96.069
<i>-Vinculación</i>	1	15.8349	324.13	96.586
<none>			308.30	96.633
<i>-Calidad del proyecto</i>	1	17.0176	325.32	96.728
<i>-Depto. I+D</i>	1	21.6486	329.95	97.279
<i>+Monto</i>	1	0.7595	307.54	98.537
<i>+Cap.Ab. - Explotación</i>	1	0.4388	307.86	98.577
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.0027	308.30	98.632

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Paso No. 5

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
<i>-Tamaño</i>	1	8.5041	319.61	94.038
<i>-Cap. Innovación</i>	1	9.0554	320.16	94.106
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	9.3549	320.46	94.142

<i>-Vinculación</i>	1	16.1384	327.25	94.959
<none>			311.11	94.987
<i>-Calidad del proyecto</i>	1	18.2300	329.34	95.207
<i>-Depto. I+D</i>	1	18.8388	329.95	95.279
<i>+Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	2.8100	308.30	96.633
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.2719	310.84	96.953
<i>+Cap.Ab. - Explotación</i>	1	0.2534	310.85	96.955
<i>+Monto</i>	1	0.9995	311.01	96.974

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Paso No. 6

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
<i>-Cap. Innovación</i>	1	12.0728	331.69	93.484
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	12.2637	331.88	93.507
<i>-Depto. I+D</i>	1	16.1997	335.81	93.967
<none>			319.61	94.038
<i>-Vinculación</i>	1	17.6341	337.25	94.133
<i>-Calidad del proyecto</i>	1	23.2457	342.86	94.776
<i>+Tamaño</i>	1	8.5041	311.11	94.987
<i>+Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	2.0459	317.57	95.788
<i>+Cap.Ab. - Explotación</i>	1	1.2669	318.35	95.883
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.6832	318.93	95.955
<i>+Monto</i>	1	0.3138	319.30	96.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 Paso No. 7

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
<none>			331.69	93.484
<i>+Cap. Innovación</i>	1	12.073	319.61	94.038
<i>-Depto. I+D</i>	1	22.886	354.57	94.087
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	22.902	354.59	94.088
<i>+Tamaño</i>	1	11.521	320.16	94.106
<i>-Vinculación</i>	1	27.880	359.56	94.632
<i>+Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	1.961	329.72	95.253
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.610	331.08	95.413

+Monto	1	0.139	331.55	95.468
+Cap.Ab. - Explotación	1	0.000	331.69	95.484
-Calidad del proyecto	1	43.757	375.44	96.317

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 5. Regresión por pasos sucesivos para la *adicionalidad de output*

Tabla 1. Paso No. 1

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
-Cap.Ab. - Adquisición	1	0.605	245.37	91.730
-Cap. Ab. - Transformación	1	1.351	246.12	91.848
-Monto	1	3.806	248.57	92.235
-Cap.Ab. - Explotación	1	11.104	255.87	93.364
<none>			244.77	93.633
-Cap. Ab. - Asimilación	1	14.038	258.81	93.808
-Cap. Innovación	1	27.348	272.12	95.764
-Calidad del proyecto	1	29.552	274.32	96.079
-Tamaño	1	34.757	279.53	96.812
-Vinculación	1	35.891	280.66	96.970
-Depto. I+D	1	44.419	289.19	98.137

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Paso No. 2

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
-Cap. Ab. - Transformación	1	0.798	246.17	89.856
-Monto	1	3.241	248.62	90.241
-Cap.Ab. - Explotación	1	10.554	255.93	91.372
<none>			245.37	91.730
-Cap. Ab. - Asimilación	1	13.778	259.15	91.860
+Cap.Ab. - Adquisición	1	0.605	244.77	93.633
-Calidad del proyecto	1	28.968	274.34	94.082
-Cap. Innovación	1	30.078	275.45	94.239
-Tamaño	1	34.260	279.63	94.827
-Vinculación	1	36.177	281.55	95.093
-Depto. I+D	1	50.138	295.51	96.981

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 3. Paso No. 3

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
<i>-Monto</i>	1	2.479	248.65	88.247
<i>-Cap.Ab. - Explotación</i>	1	9.800	255.97	89.379
<none>			246.17	89.856
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.798	245.37	91.730
<i>+Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	0.052	246.12	91.848
<i>-Calidad del proyecto</i>	1	28.335	274.51	92.105
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	30.799	276.97	92.454
<i>-Tamaño</i>	1	33.955	280.13	92.895
<i>-Vinculación</i>	1	38.525	284.70	93.527
<i>-Cap. Innovación</i>	1	40.435	286.61	93.787
<i>-Depto. I+D</i>	1	51.981	298.15	95.328

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Paso No. 4

Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
<i>-Cap.Ab. - Explotación</i>	1	12.120	260.77	88.103
<none>			248.65	88.247
<i>+Monto</i>	1	2.479	246.17	89.856
<i>-Calidad del proyecto</i>	1	26.080	274.73	90.137
<i>+Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	0.062	248.59	90.237
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.036	248.62	90.241
<i>-Tamaño</i>	1	34.815	283.47	91.358
<i>-Vinculación</i>	1	36.168	284.82	91.543
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	37.055	285.70	91.665
<i>-Cap. Innovación</i>	1	40.444	289.10	92.124
<i>-Depto. I+D</i>	1	52.390	301.04	93.704

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Paso No. 5

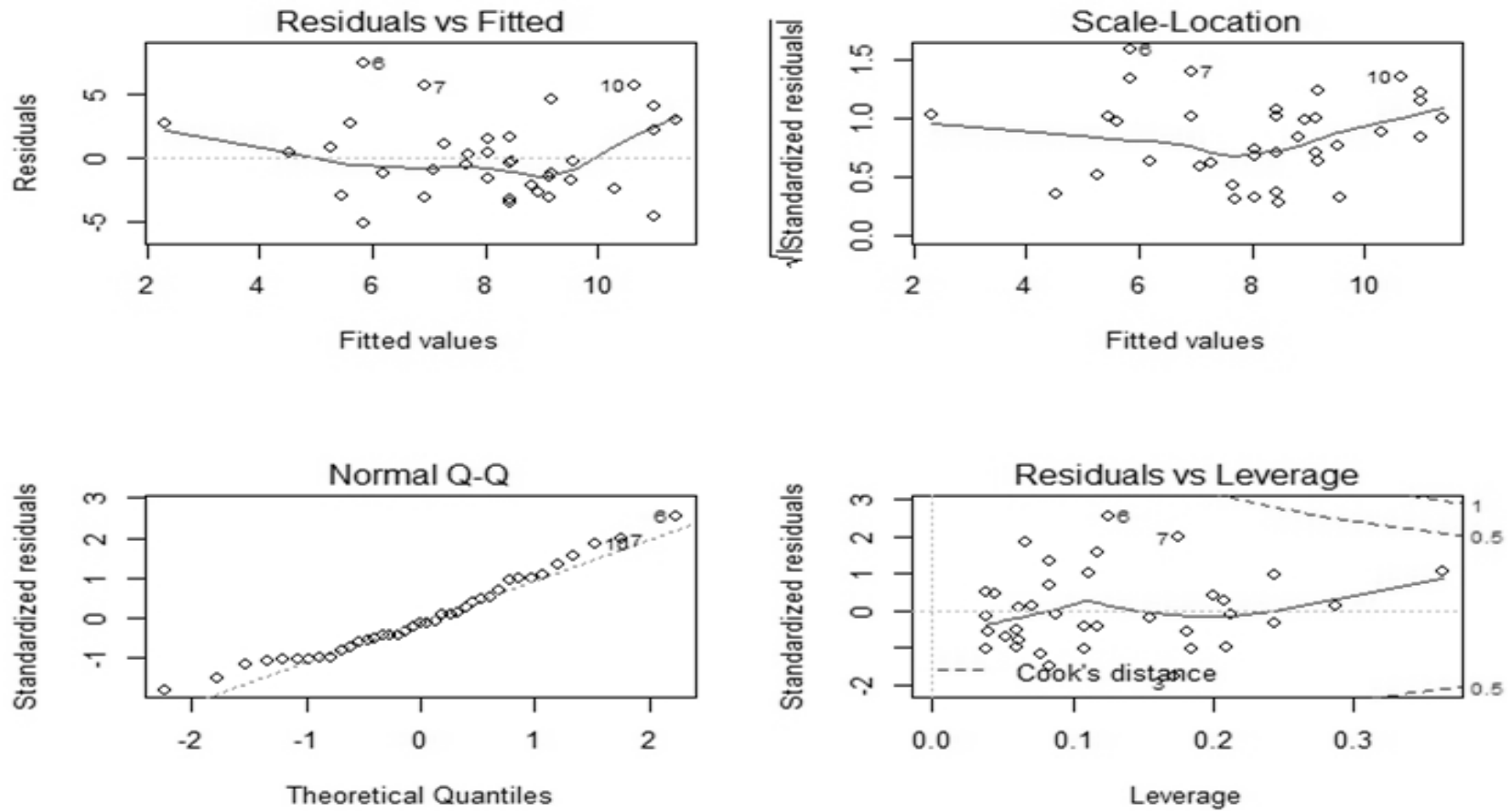
Variables	GL	Suma de cuadrados	RSS	AIC
<none>			260.77	88.103
<i>+Cap.Ab. - Explotación</i>	1	12.120	248.65	88.247
<i>+Monto</i>	1	4.799	255.97	89.379
<i>-Calidad del proyecto</i>	1	26.930	287.70	89.936
<i>+Cap. Ab. - Transformación</i>	1	0.561	260.21	90.019

<i>+Cap.Ab. - Adquisición</i>	1	0.327	260.44	90.054
<i>-Cap. Innovación</i>	1	30.322	291.09	90.393
<i>-Cap. Ab. - Asimilación</i>	1	32.207	292.98	90.645
<i>-Tamaño</i>	1	46.524	307.29	92.505
<i>-Vinculación</i>	1	51.166	311.94	93.090
<i>-Depto. I+D</i>	1	75.538	336.31	96.024

Fuente: Elaboración propia.

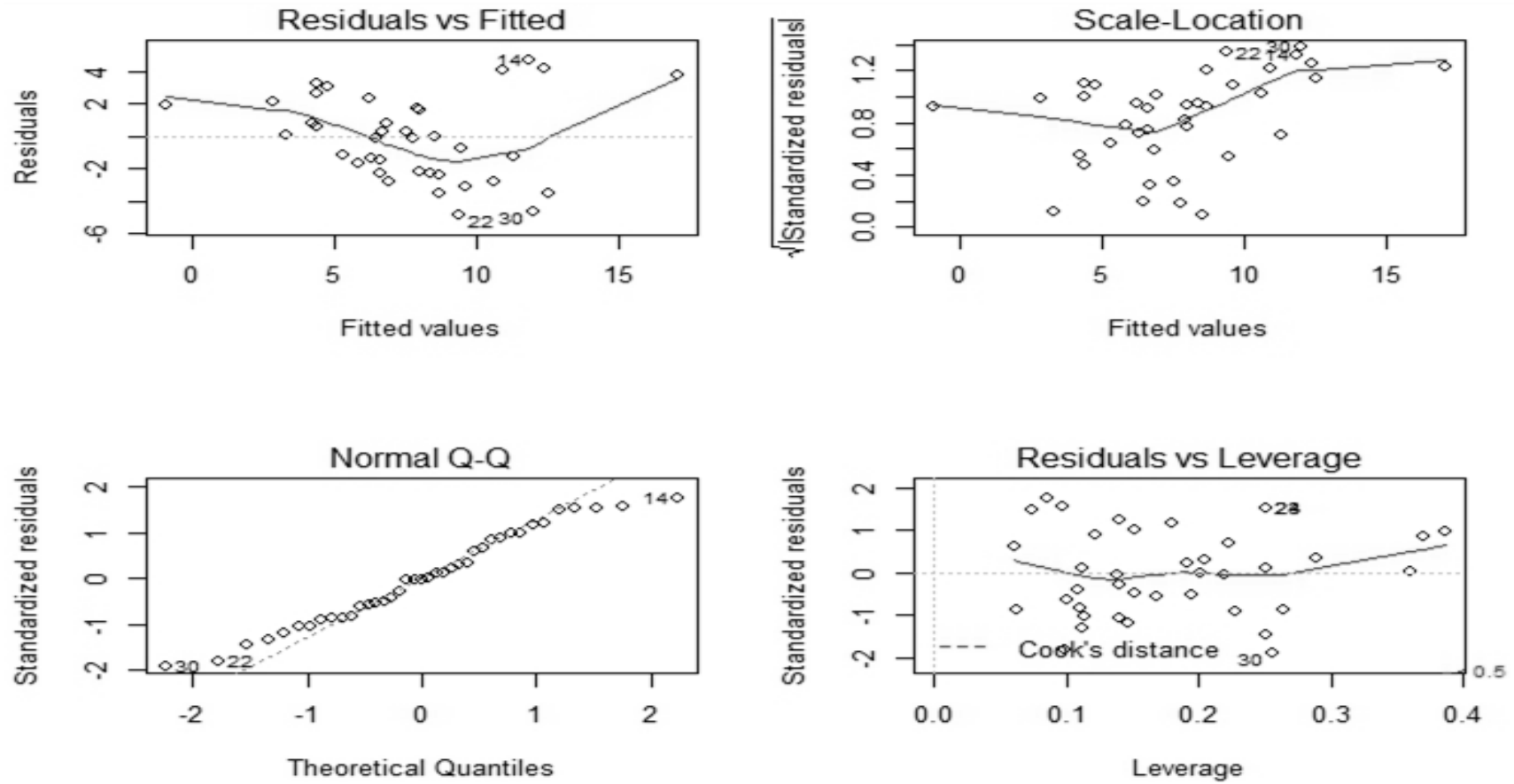
## Anexo 6. Análisis de residuales

Figura 1 Modelo Input



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 Modelo output



Fuente: Elaboración propia.