

Programa de Estímulos a la Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

RESULTADOS Y CASOS DE ÉXITO



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Programa de Estímulos a la Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

RESULTADOS Y CASOS DE ÉXITO



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Enrique Cabrero Mendoza

Director General

José Antonio Lazcano Ponce

Director Adjunto de Desarrollo Tecnológico e Innovación

Hugo Nicolás Pérez

Director de Innovación

Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

RESULTADOS Y CASOS DE ÉXITO

Información, análisis y recopilación

Eduardo Sojo Garza-Aldape

Víctor Manuel Quiroz Romero

Cristina Galíndez Hernández

Alain De Remes La Brely

Graciela Ávila Ledezma

Adolfo Cimadevilla Cervera

Carlos Jesús Piñera González

Luis Pablo Murillo Tovar

Jorge Israel Toledo Alvarado

Agradecimientos

Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales
de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT)

Coordinación Editorial

Cynthia Luz Cisneros Franco

Diseño y edición

Imagogenia S.C.

Diseño de portada

Imagogenia S.C.

Imagen de portada: SkillUp, usado bajo licencia de Shutterstock.

Corrección de estilo

Mariana Riva Palacio Quintero

Prohibida su reproducción por cualquier medio mecánico
o electrónico sin la autorización del Conacyt.

Impreso en México

CONTENIDO

I. PALABRAS DE PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR GENERAL DE CONACYT	11
II. PRÓLOGO DEL DIRECTOR ADJUNTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN	12
III. RESUMEN EJECUTIVO	14
IV. INTRODUCCIÓN	16
V. MARCO DE REFERENCIA DE POLÍTICA PÚBLICA Y ALCANCE DEL ANÁLISIS .	18
i. Significado e importancia de la innovación	18
ii. Fallas de mercado en la innovación y la intervención de gobierno	19
iii. Experiencias internacionales	21
a. Vales: Países Bajos, Irlanda y Reino Unido	21
b. Consejos Técnicos Industriales: Canadá	22
c. Centros de innovación tecnológica cooperativa: Arabia Saudita	23
d. Tekes: Finlandia	25
iv. El caso de México: Dos programas de estímulos a la investigación y desarrollo (I+D).....	25
VI. ANALÍTICA DESCRIPTIVA DEL PEI	30
VII. LAS EMPRESAS BENEFICIARIAS DEL PEI EN EL CONTEXTO NACIONAL.....	45
i. ESIDET	45
ii. Análisis del impacto del PEI por tamaño de empresa	63

VIII. DATOS POR REGIÓN Y CASOS DE ÉXITO	66
i. Casos de éxito.....	66
ii. Datos por región	69
A. REGIÓN NOROESTE	72
A.1.Descripción de los casos de éxito	73
Baja California	73
Baja California Sur	79
Sinaloa	85
Sonora	90
B. REGIÓN NORESTE	95
B.1.Descripción de los casos de éxito	96
Chihuahua	96
Coahuila	102
Durango.....	108
Nuevo León.....	114
Tamaulipas	119
Zacatecas	124
C. REGIÓN OCCIDENTE	128
C.1.Descripción de los casos de éxito	129
Aguascalientes	129
Colima.....	134
Jalisco	139
Michoacán	145
Nayarit.....	150

D. REGIÓN CENTRO	155
D.1.Descripción de los casos de éxito	156
Ciudad de México	156
Estado de México	161
Guanajuato	167
Guerrero	173
Morelos	178
Querétaro.....	184
San Luis Potosí.....	190
E. REGIÓN SUR ORIENTE.....	195
E.1.Descripción de los casos de éxito	196
Hidalgo.....	196
Oaxaca	202
Puebla.....	207
Tlaxcala.....	212
Veracruz	217
F. REGIÓN NOROESTE	222
F.1.Descripción de los casos de éxito	223
Campeche.....	223
Chiapas	227
Quintana Roo.....	232
Tabasco	237
Yucatán	216
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	249

i. Evaluación y resultados del programa	250
a. Resultados de impacto	250
b. El programa apoya a empresas comprometidas con la investigación y el desarrollo	251
c. Resultados derivados de la instrumentación del programa	252
ii. Recomendaciones al programa	252
a. Cambios incrementales	253
b. Cambios al <i>statu quo</i>	253
X. ANEXOS	256
i. Metodología: los datos, el diseño y las herramientas	256
XI. REFERENCIAS	257

I PALABRAS DE PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR GENERAL DE CONACYT

Actualmente, el crecimiento económico de un país y el bienestar de sus habitantes están ligados a su desarrollo científico y tecnológico y, sobre todo, a la pericia que cada país tenga para insertarse en una sociedad del conocimiento.

En el escenario mundial contemporáneo, los países con mayor capacidad para generar ideas, nuevos desarrollos científicos y tecnológicos son los que dominarán los mercados internacionales, lograrán mayores niveles de competitividad y se posicionarán como líderes en la economía mundial.

La economía del conocimiento, surgida en las últimas décadas, valora el capital humano como un bien escaso y altamente demandado. Es en esta dirección que deben dirigirse los esfuerzos para impulsar la agenda científica, tecnológica y de innovación de nuestro país.

El Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) es hoy en día una de las respuestas más importantes de México para insertarse en la economía del conocimiento a través del fomento al desarrollo científico y tecnológico aplicado para atender los problemas que enfrentan las empresas y los diversos sectores productivos del país. El centro de su concepción es resolver los problemas de coordinación y vinculación entre la academia y el sector productivo, su objetivo principal es fomentar la inversión privada en ciencia y tecnología.

A casi 10 años de iniciar operaciones, el PEI muestra resultados positivos, ya que por cada peso público invertido, las empresas han destinado 1.1 pesos a la innovación. También ha tenido un efecto transformador en las empresas, centros de investigación e instituciones de educación superior. Se han realizado innovaciones, generado empleos y publicado tesis de maestría y doctorado en temas de investigación aplicada. Asimismo, se generaron patentes, aumentó la oferta exportable y se establecieron vínculos entre la academia y el sector privado que modifican su comportamiento a futuro.

No obstante, los retos en el sector de ciencia y tecnología se dan de forma exponencial, esto a luz de la llamada cuarta revolución industrial; el propio PEI participa de este entorno. Por tanto, es importante reflexionar sobre cómo mejorar un programa que cuenta con un buen diseño y mecanismos de evaluación para que pueda ser aún más efectivo, donde más sectores y pymes puedan beneficiarse del mismo.

Este es en esencia el propósito del libro, que no sólo rinde cuentas sobre el PEI, sino explora y propone mejoras a uno de los programas más importantes para fomentar la investigación aplicada y la innovación en México.

Enrique Cabrero Mendoza
DIRECTOR GENERAL DEL CONSEJO
NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

II PRÓLOGO DEL DIRECTOR ADJUNTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

En 2018 se cumple casi una década de operación del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI).

El PEI es muestra que las políticas públicas pueden mantener la consistencia a través del tiempo, evolucionar, mejorar su instrumentación año tras año y entregar resultados de valor para nuestro país. Por ello, el Conacyt decidió revisar los resultados del programa durante los años que tiene de aplicación, de forma tal que esta revisión sea un punto de partida para mostrar y difundir los impactos del programa, manteniendo su visión de largo plazo como apoyo para transformar el sistema de innovación del país.

Los resultados del PEI pueden dividirse en tres grandes áreas: su impacto en las empresas, su impacto en los centros de investigación y las instituciones de educación superior y la disciplina que ha mantenido el Conacyt en la instrumentación del programa.

Los resultados del PEI han sido alentadores para las empresas, en particular para las micro, pequeñas y medianas, al

convertirlas en el principal beneficiario del programa. Son las que más recursos reciben y son las que más se benefician de la vinculación con los mejores Centros Públicos de Investigación e Instituciones de Educación Superior (CPI/IES) del país para desarrollar productos y servicios innovadores.

En este documento se describe cómo el programa y esta alianza entre gobierno, empresas y academia generó un gran número de innovaciones, empleos, patentes, recursos humanos especializados, acceso a nuevos mercados y posibilidades de exportación a las empresas.

Pero más allá de los números, los efectos concretos y específicos de la vinculación son palpables en los 150 casos de compañías que se documentaron para esta obra. En ellos pueden observarse travesías completas desde la idea hasta la concreción de un proyecto, la aceleración que el PEI imprime a los mismos y el acceso que ofrece a personal y equipo de la más avanzada tecnología con la que contamos en México.

Los CPI/IES tuvieron una participación central en la operación de los proyectos y

lo aprovecharon para transformarse a sí mismos. Crearon áreas de vinculación, entendieron mejor los mercados que basan su operación en el desarrollo tecnológico y sus investigadores pudieron ver de cerca las oportunidades de investigación y comerciales que existen hacia el futuro.

Debido a la gran complejidad de instrumentar un programa de las características del PEI, la disciplina fue clave. Quienes participaron en su instrumentación lograron, año tras año, asignar los recursos públicos para apoyar los proyectos mejor evaluados.

El PEI se instrumenta como resultado de una gran alianza del Conacyt con las Secretarías de Desarrollo de los Estados y los Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología. Adicionalmente, y como pieza fundamental de su operación, existió también una gran coordinación, dedicación y profesionalismo por parte de los investigadores y los académicos que revisaron uno a uno los proyectos que participaron en el programa.

Para finalizar, vale la pena enfatizar que las alianzas público-privadas como las que impulsó el PEI, y que ha sido la mayor de su clase en la historia del país, son cruciales para que México cierre la brecha con las naciones más desarrolladas en materia de innovación.

José Antonio Lazcano Ponce
DIRECTOR ADJUNTO DE DESARROLLO
TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

III RESUMEN EJECUTIVO

Entre los factores que determinan la productividad de la industria mexicana está la inversión —pública y privada— en investigación, ciencia, tecnología e innovación.

En este contexto, en 2009, el gobierno mexicano, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), creó el Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación —que a lo largo de este documento será referido como el Programa de Estímulos a la Innovación¹ (PEI)— a fin de impulsar la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

El PEI tiene tres modalidades: a) innovación tecnológica para las micro, pequeñas y medianas empresas (INNOVAPYME), b) innovación tecnológica para las grandes empresas (INNOVATEC) y c) proyectos en red orientados a la innovación (PROINNOVA). En las primeras dos modalidades, las empresas pueden presentar propuestas de manera individual o en vinculación con instituciones de educación superior (IES) y/o centros públicos de investigación (CPI). La tercera modalidad está destinada exclusivamente a propuestas y proyectos que se presenten en vinculación con al menos dos IES o CPI.

Este estudio es un análisis del programa para conocer el impacto que ha tenido

en sus primeros ocho años de operación y perfilar su futuro. Para realizar el análisis se utilizó la información disponible en diversas fuentes, tales como: registros administrativos y bases de datos del PEI, la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) y entrevistas con beneficiarios del programa y con personal de las IES y CPI que participan en proyectos financiados por el PEI.

Entre los principales hallazgos de esta investigación se encuentran:

1. El PEI representa la asociación público-privada más importante de la que se tenga registro. Desde sus inicios en 2009 y hasta 2017, el programa ha generado inversión en innovación por 52,218 millones de pesos, de los cuales 47% provenían de recursos públicos y el resto de recursos privados. Por cada peso de inversión pública, las empresas privadas invirtieron 1.1 pesos.
2. El PEI aumenta la inversión en investigación, desarrollo e innovación de las pymes, en comparación con lo que pasaría en ausencia del programa.
3. Por medio del PEI se han apoyado 5,970 proyectos a lo largo y ancho del país, en su mayoría de las micro, pequeña y mediana empresas. El

¹ Este nombre no es oficial, pero es el más comúnmente utilizado.

PEI entregó 7 de cada 10 pesos de recursos públicos a las pymes —de las tres modalidades del programa, dos estaban orientada hacia éstas.

4. Las inversiones que realiza el PEI se dirigieron principalmente a empresas que están más comprometidas con la investigación, el desarrollo y la innovación, y que además tienen las capacidades para trabajar con la tecnología. Las empresas que recibieron apoyo del PEI destinan más del doble de recursos a su gasto en investigación, desarrollo e innovación respecto de las empresas que no tuvieron el apoyo PEI, son capaces de modificar la tecnología de los productos y la maquinaria que adquieren (43%), realizan investigación intramuros (56.8%) y extramuros (50.5%), cuentan con un departamento o área dedicada a la investigación y desarrollo (56%) y valoran más el conocimiento en los CPI/IES.
5. 80% de los beneficiarios del PEI fueron empresas de capital 100% mexicano.
6. Las empresas apoyadas por el PEI están más orientadas al mercado externo (37.7%), en comparación con las del resto del país (16.2%).
7. De las empresas que respondieron las encuestas del PEI, 24% afirmó que incursionaron en mercados de exportación gracias al programa y 23.3% dijo haber incrementado su oferta exportable.
8. El PEI logró que, en promedio, una empresa avance tres niveles en la escala de maduración tecnológica al pasar de un prototipo de ambiente simulado a uno final.

9. El beneficio del PEI no se limita a las empresas. Los CPI/IES reportan también el valor de la colaboración con el sector productivo al descubrir las necesidades de conocimiento, las oportunidades de negocio y las perspectivas del sector privado. De los proyectos apoyados por el programa, 85% se hicieron en el modo de vinculación entre el CPI/IES y las empresas.

En cuanto a su operación, es importante destacar que el PEI ha realizado cambios en sus reglas, los cuales permitieron establecer con claridad en cada entidad federativa de la República cuáles eran sus sectores prioritarios.

Además, el PEI incluyó en su diseño que las empresas estuvieran previamente inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) y desarrolló un sistema de evaluación, con investigadores especializados para que los mejores proyectos fueran apoyados. El PEI incluye herramientas de evaluación como el levantamiento de encuestas de resultados para dar seguimiento a los empleos e innovaciones generadas, así como observar el impacto específico que tiene el programa sobre el avance y la velocidad en el proceso de innovación, por medio de la inclusión de escalas de maduración tecnológica.

Las recomendaciones al Programa de Estímulos a la Innovación se dividen en dos: cambios incrementales y cambios que se alejan del *statu quo*. Los primeros pretenden mejorar la forma en que opera el sistema del programa a partir de la revisión que se realizó de la literatura, los datos del programa mismo y lo que se recogió en campo con los casos de éxito. Los segundos ponen en perspectiva al programa y hacen una propuesta que toma lo mejor del PEI y lo conecta con ideas que trascienden su diseño.

IV INTRODUCCIÓN

La economía mexicana presenta, a pesar de su tamaño, una baja productividad de sus empresas.² Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), “el país posee los niveles de productividad laboral más bajos entre todas las clases de pequeñas y medianas empresas (pymes) en la zona de la OCDE, así como las mayores brechas de productividad entre las pymes y las empresas grandes”.³

Aunque existen numerosos factores que determinan la baja productividad de la industria mexicana, destaca entre ellos la escasa inversión en investigación, ciencia y tecnología. De acuerdo con datos de la OCDE, mientras que la inversión en investigación y desarrollo en el país era de 0.5% en el año 2015, el promedio de inversión en los países miembros de la OCDE para ese mismo año fue de 1.9 por ciento.⁴

Aún más, en México, del total de la inversión en investigación y desarrollo, la mayor parte corresponde a inversión del sector público y sólo 0.17% a inversión del sector privado. Lo anterior contrasta con lo que ocurre en países como Corea del Sur, Japón, Estados Unidos de América, China y el Reino Unido, donde la inversión privada en investigación y desarrollo supera, por mucho, a la inversión pública en este tema.⁵

Con el fin de incentivar la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) creó en 2009 el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI).⁶

El PEI también busca 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. Además, el programa incentiva la concepción de nuevos productos, procesos y servicios de alto valor agregado; la generación de propiedad intelectual en el país, y la formación e incorporación de recursos humanos especializados en actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en las empresas.⁷

El PEI tiene tres modalidades: a) innovación tecnológica para las micro, pequeñas y medianas empresas (INNOVAPYME), b) innovación tecnológica para las grandes empresas (INNOVATEC) y c) proyectos en red orientados a la innovación (PROINNOVA). En las primeras dos modalidades, las empresas pueden presentar propuestas de manera individual o en vinculación con instituciones de educación superior (IES) y/o centros públicos de investigación (CPI). La

² Véase: José Escamilla, “Qué nos falta para innovar en México”, en *Expansión*, 17 de mayo de 2017.

³ OECD, “Mexico Policy Brief” [en línea], 2017.

⁴ OECD, *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The Digital Transformation*, París, OECD Publishing, 2017.

⁵ UNESCO-Institute for Statistics (UIS), “How Much Does Your Country Invest in R&D?” [en línea], 2017.

⁶ Conacyt, “Programa de Estímulos a la Innovación” [en línea], 2014.

⁷ *Idem*.

tercera modalidad está destinada exclusivamente a propuestas y proyectos que se presenten en vinculación con al menos dos IES o CPI.

Desde sus inicios en 2009 y hasta 2017, el programa ha generado inversión en innovación por 52,218 millones de pesos, de los cuales 47% provenían de recursos públicos y el resto de recursos privados. A través del PEI se han apoyado 5,970 proyectos a lo largo y ancho del país, en su mayoría de la micro, pequeña y mediana empresas.

En el contexto del cierre de la administración 2012-2018, el Conacyt encargó al Laboratorio Nacional de Políticas Públicas (LNPP) del Centro de Docencia e Investigación Económicas, A. C. (CIDE) el desarrollo de un análisis del programa para conocer el impacto que ha tenido en sus primeros ocho años de operación y perfilar su futuro.

La presente publicación integra un análisis de diversos aspectos de este programa utilizando la información disponible en diversas fuentes, tales como: registros administrativos y bases de datos del PEI, la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) y entrevistas con beneficiarios del programa y con personal de las IES y CPI que participan en proyectos financiados por el PEI.⁸

Los resultados del estudio se dividen en cuatro capítulos. En el primero se hace una revisión de la literatura que permite enmarcar el programa en términos estratégicos y se analizan experiencias internacionales de programas similares al PEI que, mediante subsidios a la innovación, apoyan la asociación de pymes entre sí, o asociaciones de empresas

con universidades o centros de investigación. Además, se presentan las principales características y datos comparados del PEI y de un programa predecesor a él conocido como Estímulos Fiscales al Gasto en Investigación y Desarrollo de Tecnologías de las Empresas Privadas (EFIDET).

En el segundo capítulo se incluye una analítica descriptiva del PEI con resultados y hallazgos de la investigación y un análisis comparativo entre las empresas beneficiarias del PEI y las empresas que no participan en el programa. Para ello, se utilizó información proveniente de los registros administrativos del PEI y de la ESIDET, respectivamente. Además, se presenta un análisis del impacto del PEI en el gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas, basado en la investigación desarrollada para el Conacyt por el Dr. Ángel Calderón Madrid.

En el tercer capítulo se presentan datos estadísticos del PEI por región y por entidad federativa. Además, se incluyen 160 casos de éxito, cinco por entidad federativa,⁹ seleccionados por el Conacyt, apoyándose en los diferentes actores del ecosistema de innovación. Para el desarrollo de los casos de éxito se utilizó la información de los proyectos en poder de Conacyt y se complementó, cuando fue posible, con entrevistas a los responsables de los proyectos en las empresas y/o los enlaces de los proyectos en los IES o CPI.

Por último, se incluye un apartado con algunas conclusiones del análisis del PEI y recomendaciones para mejorar su funcionamiento en el futuro.

⁸ Las fuentes de información pueden consultarse en la sección Anexos.

⁹ Con excepción de Campeche, que tuvo cuatro casos de éxito, y Guerrero, con seis casos.

V MARCO DE REFERENCIA DE POLÍTICA PÚBLICA Y ALCANCE DEL ANÁLISIS

I. SIGNIFICADO E IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN

La literatura establece que la competitividad de un sector o industria está íntimamente asociada con tres factores: aumento de la productividad, creación de productos con mayor valor agregado y creación de productos innovadores que sean aceptados por los consumidores.¹⁰

Existe consenso sobre la importancia de la innovación para tener éxito en el mercado. Sin embargo, no lo hay tanto cuando se trata de qué significa exactamente innovación, ya que ésta suele quedar asociada de manera casi exclusiva al desarrollo de productos y procesos tecnológicos, dejando de lado innovaciones en mercadotecnia (aplicación de nuevos métodos de comercialización que cambien el posicionamiento del producto o servicio) o innovaciones de organización que pueden traducirse en una reducción de costos o mejora de la productividad, tal y como los señala el Manual de Oslo de la OCDE.¹¹

A nivel macro, es indudable que existe una relación entre la innovación y el desarrollo de un país. Nuevas manufacturas, procesos y formas de organizar la producción tienen un impacto cualitativo y cuantitativo en la estructura de la economía, de la sociedad y en los procesos de aprendizaje. Además, la generación y la difusión de capacidades tecnológicas son factores clave para propiciar un crecimiento económico sostenido, mayor productividad e inclusión social.

A nivel micro, la innovación en el sector privado, pero especialmente en las pymes, puede traducirse en un círculo virtuoso tanto para las empresas como para la economía en general al apostar por procesos que están sustentados en una “economía del conocimiento”.

En la actualidad, ya inmersos en la “cuarta revolución industrial” que está en marcha, la información, la tecnología y el conocimiento constituyen elementos poderosos para crear un ecosistema de innovación que permita mejorar las ventajas comparativas de la economía. Sin embargo, para que este ecosistema desarrolle al máximo su potencial tiene que lograr cuatro propósitos.

El primero es que la innovación sirva para transformar sectores de actividad relativamente tradicionales en sectores de

¹⁰ OECD, “Innovation and Growth: Rationale for an Innovation Strategy” [en línea], 2007.

¹¹ OECD, “The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. Oslo Manual” [en línea], 1997.

punta. El cambio que han experimentado ciudades como Sheffield en el Reino Unido nos da la pauta de cómo se puede lograr esta transformación de manera rápida. Estos cambios se lograron al pasar de una economía industrial a una posindustrial, sustentada en el conocimiento y en donde los Centros de Educación Superior como la Universidad de Sheffield, entre otros, jugaron un papel trascendental al crear centros de innovación vinculados a las necesidades de la industria de punta.¹²

El segundo propósito tiene que ver con encontrar o reforzar las nuevas vocaciones industriales y de servicios que tienen las distintas ciudades y regiones del país. En este sentido, la realización de estudios que monitoreen los sectores del alto crecimiento tanto a nivel nacional e internacional contribuyen a la definición de prioridades en materia de innovación.¹³

El tercer propósito busca que el proceso innovador venga aparejado con la formación y la mejora del capital humano que incida en la productividad de las empresas.

Por último, es indispensable buscar la vinculación entre la innovación aplicada que requieren las empresas para mejorar sus productos y/o procesos, y los centros académicos y de investigación que cuentan con personal altamente calificado que les pueda ayudar en esta tarea y volverlas más productivas. Se trata en esencia de transitar de una economía que además de la manufactura se convierta a una de la creatividad y el conocimiento.

II. FALLAS DE MERCADO EN LA INNOVACIÓN Y LA INTERVENCIÓN DE GOBIERNO

Un programa de estímulos a la innovación implica una intervención del gobierno, con la que se busca atajar o resolver alguna falla de mercado. En el caso de la innovación, la literatura ha detectado al menos tres fallas de mercado relativamente recurrentes que se refieren esencialmente a: 1) costos de información (información incompleta o asimétrica), 2) costos de internalización y aprendizaje, y 3) costos de coordinación.¹⁴

Las fallas de mercado relacionadas con la asimetría de información suelen ser recurrentes para cuestiones de financiamiento. Una innovación implica que el potencial de la misma, sus posibilidades y aplicaciones, por lo general, sólo son conocidas por la empresa que decide invertir en ella. Esto vuelve complicado que instituciones de financiamiento de índole privado decidan otorgar financiamiento a proyectos para obtener productos o servicios nuevos o mejorados. Esta situación afecta sobre todo a las pymes.

Además, averiguar el potencial que tiene la innovación le tomaría mucho tiempo al ente financiero, sobre todo privado, que tiene incentivos para colocar recursos de manera rápida. Por ello, los programas de estímulos a la innovación deben buscar reducir las asimetrías de información o asumir un papel de financiadores iniciales de proyectos que son muy difíciles de evaluar para el sector financiero tradicional.

¹² Chris H. Urbands, "Extraordinary transformation of city in 25 years of Hallam university", en *Sheffield Telegraph*, 3 de noviembre de 2017.

¹³ Un buen ejemplo de estos estudios es el Atlas de la Complejidad Económica: <http://atlas.cid.harvard.edu/>

¹⁴ Para mayor información sobre fallas de mercado, véase: Diego Canales *et al.*, *Apoyando a la Innovación en las PYMES: El estado del arte*, Ciudad de México, Fundación IDEA/USAID, 2008.

Las cuestiones de aprendizaje están íntimamente relacionadas con externalidades positivas creadas por el primer innovador.¹⁵ Esto significa que, por lo general, la inversión en innovación que haga la “primera empresa” suele dejar beneficios para la segunda, la tercera y las demás empresas que continúen sobre esa línea de desarrollo, debido al efecto imitación. En otras palabras, el primer innovador no siempre logra apropiarse al 100% de los beneficios relacionados con los descubrimientos pioneros de su investigación.

Ello se explica parcialmente por la existencia de conocimiento, capital humano y tecnología que le dan a la segunda empresa y a las subsiguientes menor incertidumbre y un posible mayor retorno. Sin embargo, este factor puede ser un gran desincentivo a la innovación (sobre todo a la primera empresa que hace el descubrimiento) y, por ello, las intervenciones gubernamentales buscan mitigar este fenómeno.

Además, existen empresas que están dispuestas a innovar en productos o cambiar procesos de producción, pero que pueden tener muchas dificultades en percibir cómo se pueden apropiar de los beneficios de la innovación.

Si la empresa es además una pyme, una innovación puede representar un monto muy importante de recursos y de tiempo (que no forzosamente tiene a su disposición) y el riesgo de un fracaso amenaza la existencia misma de la empresa.

Por ello, es fundamental la intervención del gobierno para que, por medio de programas de apoyo, se mejoren las posibilidades de que el empresario de la micro o pequeña empresa pueda “apropiarse de la innovación” y con ello se disminuya su aversión al riesgo.

La tercera falla de mercado se relaciona con la dificultad que pueden tener las empresas y las instituciones de investigación científica y tecnológica en lograr una coordinación adecuada para fomentar la innovación, lo que también afecta la posibilidad de materializar la investigación y el desarrollo.

No es común que las empresas innoven por sí solas, dado que no siempre tienen todo el conocimiento para hacerlo y por ello recurren a formar consorcios entre ellas o buscan a una o varias instituciones científicas y tecnológicas que las puedan asesorar en esa tarea. Sin embargo, si estas funciones de coordinación son simplemente dejadas a las libres fuerzas del mercado, es posible que la coordinación sea nula o insuficiente, particularmente en lo que se refiere a las pymes.

La escasa coordinación también se explica porque muchas empresas son competidoras o rivales en el mercado. Además, no todas tienen una idea precisa acerca de cómo las distintas instituciones académicas pueden ayudarles a resolver sus problemas.

Todo ello plantea la necesidad de que el gobierno intervenga con el fin de coordinar la cooperación de las empresas entre ellas y con los centros públicos de investigación para lograr detonar la innovación. El resolver una falla de mercado relacionada con la coordinación pone en perspectiva el verdadero valor de la vinculación de programas como el PEI.

A pesar de que la intervención del gobierno para lograr un impulso a la innovación es un principio cada vez más aceptado, existe un menor grado de consenso en lo que respecta a las políticas públicas que se pueden implementar y la manera de hacerlo.

En 2008, Dani Rodrik resaltó que la alta complejidad de la instrumentación de políticas públicas que corrijan fallas de mercado radica en el momento de su implementación. Para realizar el análisis del PEI, este estudio se planteó las siguientes preguntas:¹⁶

- ¿Cuáles son las características de los proyectos aprobados?
- ¿Estos apoyos incentivan realmente la inversión privada adicional o sólo se convierten en un ahorro para las empresas que de cualquier forma habrían hecho la inversión?
- ¿Qué tipo de proyectos apoyados por el PEI han sido exitosos?
- ¿Cuáles son las características de las empresas a las que ha estado destinado el PEI?
- ¿El resultado es el mismo independientemente del tamaño de la empresa?
- ¿Qué regiones y entidades federativas han sido más exitosas en aprovechar los recursos del PEI y promover la vinculación?
- ¿Funcionan realmente estas intervenciones que hace el gobierno en el mercado? Y si es así, ¿en qué magnitud?

¹⁵ Joseph E. Stiglitz, “Imperfect Information in the Product Market”, en *Handbook in Economics 10: Handbook of Industrial Organization, Volume 1*, Amsterdam, Elsevier, 1989.

¹⁶ Dani Rodrik, “Industrial Policy: Don’t Ask Why, Ask How”, en *Middle East Development Journal*, 1 (1): 144, 2009.

No todas estas preguntas se abordan con la misma profundidad por las dificultades relacionadas con la falta de información y restricciones de recursos y tiempo. Aun así, el documento es un marco de referencia útil para valorar y entender cómo se ha desarrollado el PEI, cuáles son los retos que deben abordarse en la siguiente administración y cuáles son las evidencias y los factores a considerar en su instrumentación en un ecosistema de innovación en México.

III. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

Diversos países han implementado programas de subsidios a la innovación que apoyan la asociación de pymes entre sí, o asociaciones de empresas con centros de investigación. En esta sección se hará un breve recuento de algunos de estos programas.

a. Vales: Países Bajos, Irlanda y Reino Unido

Entre los programas de investigación e innovación que guardan cierto parecido con el PEI está el programa de vales (o *vouchers*) que son utilizados para hacer un emparejamiento (o *matching*) entre el sistema educativo y de investigación y las pymes. El ejemplo más conocido es el de los Países Bajos, pero este sistema también ha sido utilizado en Irlanda y el Reino Unido (West Midlands).

Aunque existen algunas diferencias en cómo operan los sistemas de vales, las características generales suelen ser las mismas:

- Primero, se hace una convocatoria pública para que las pymes concursen por los vales.¹⁷
- En segundo lugar, las pymes someten una solicitud, que por lo general es por vía electrónica, para mantener bajos los costos de operación del programa.
- Tercero, los vales son asignados por distintas dependencias que se encargan del programa de innovación, especificando de antemano los criterios de selección.

Una vez que el vale ha sido asignado a la empresa, ésta formula una pregunta o problema de investigación y busca y selecciona, de entre una lista de instituciones académicas o de investigación, la que le pueda ayudar a resolverlo.

Existe un tiempo límite en el cual se puede ejercer el vale (por lo general entre 6 y 12 meses) y una vez que la tarea ha sido completada el proveedor de “servicios de conocimiento o institución académica” puede hacer efectivo el pago del vale. Una manera de potencializar el vale y crear mayor grado de asociación entre empresas e instituciones académicas es diferenciar los montos y otorgar mayores recursos para proyectos que asocien a una o varias empresas o centros de investigación.

Es importante enfatizar que los vales por lo general tienen un monto relativamente reducido (hasta €10,000 euros) y, tal y como lo indica la OCDE en sus manuales, buscan conectar a las pymes que por lo general tienen escaso conocimiento y contacto con los centros de investigación pública.

¹⁷ OECD, “Innovation Vouchers” [en línea], 2010.

b. Consejos Técnicos Industriales: Canadá

Otro ejemplo de vinculación relevante es el del National Research Council/Industrial Research Assistance Programs (NCR-IRAP) de Canadá que, por medio de sus Consejos Técnicos Industriales, opera en cerca de 130 lugares con un staff de más de 200 personas.¹⁸

El programa de NCR-IRAP busca promover la prosperidad mediante la estimulación de la innovación. Para ello provee asistencia tecnológica para pymes durante todo el proceso de innovación con la finalidad de construir y hacer florecer sus capacidades de innovación y lograr que las ideas de las pymes lleguen al mercado. Por ello, la misión del NCR-IRAP se concentra en dos objetivos centrales: 1) ayudar a las pymes a identificar y entender asuntos relacionados con tecnologías y las oportunidades que se derivan de esta identificación, y 2) establecer una vinculación hacia otras empresas o expertos investigadores y desarrolladores que las pueden ayudar en sus esfuerzos de innovación.

Las actividades de vinculación en las que el NCR-IRAP se involucra por medio de sus Consejos Industriales son realmente extensas y abarcan los siguientes rubros:

- Consultoría profesional (legal, financiera y de mercadotecnia).
- Identificación de problemas y sus posibles soluciones.
- Apoyo para investigación y el desarrollo.
- Asociacionismo tecnológico.
- Transferencia de conocimientos.
- Oportunidades de *networking* y vinculación.

- Oportunidades específicas relacionadas con las comunidades.
- Negocios efectivos y desarrollo de habilidades gerenciales.

Lo interesante del programa NCR-IRAP es que la vinculación se concibe como una medida que cruza distintos actores y espacios geográficos y, por lo tanto, incluye redes y organizaciones tanto regionales como nacionales e internacionales. La red de vínculos incluye:

- Universidades y colegios profesionales.
- Programas estatales y municipales.
- Agencias de desarrollo regional.
- Diversas agencias de gobierno.
- Grupos de inversionistas potenciales.
- Proveedores de servicios.
- Asociaciones de industria.

En resumen, el NCR-IRAP de Canadá es un buen ejemplo de cómo entender las políticas de vinculación de manera integral cruzando distintos planos geográficos en un país de índole federal (con actores locales, estatales, regionales e internacionales) y buscando propiciar una política donde la vinculación no quede circunscrita exclusivamente a cuestiones de investigación y desarrollo, sino a todo tipo de apoyos que requieren las empresas.

¹⁸ National Research Council Canada, "Industrial Research Assistance Program (IRAP)" [en línea].

c. Centros de innovación tecnológica cooperativa: Arabia Saudita

Arabia Saudita es un país que recientemente ha decidido llevar a cabo cuantiosas inversiones públicas en ciencia y tecnología, con un modelo que busca poner la vinculación entre la academia y la empresa como la forma de consolidar su sistema de innovación. Vale la pena mencionar que no fue sino hasta 2012 cuando Arabia Saudita apareció por primera vez entre los países emergentes que invierten en ciencia y tecnología. Su modelo de innovación tiene cuatro pilares fundamentales:

1. Un plan nacional de desarrollo en el cual se establece que Arabia Saudita tiene que convertirse en una economía del conocimiento y en el cual se prevén mecanismos que permitan realizar investigación pura y de cuestiones de tecnología básica.
2. La creación de “parques de investigación” en las universidades más importantes del país, que se enfocan en atender prioridades nacionales en sectores como refinación de petróleo y sector petroquímico, estudios medioambientales, ciencias médicas genómicas, energía renovable, ingeniería de materiales y biotecnología.¹⁹
3. La generación de una cadena de instituciones intermediarias denominadas centros de innovación tecnológica cooperativa que buscan ser una interface entre los servicios educativos y de investigación y los sectores de producción y de servicio.
4. Un sistema de incubadoras de negocios que buscan la comercialización de los productos innovadores.

En el caso de Arabia Saudita, la vinculación academia-industria ocurre mediante los centros de innovación tecnológica cooperativa. Estas organizaciones intermedias son una especie de consorcio público-privado entre las universidades y la industria que se abocan a otorgar financiamiento semilla para proyectos de investigación de “nicho”.

El tipo de innovaciones a los que se abocan estos organismos está en gran parte definido por los problemas que enfrenta la industria, más que por preocupaciones académicas.

Los recursos de cooperación incluyen financiamiento conjunto, el compartir recursos materiales y también apoyo en especie. Asimismo, se busca que algunos doctorados y programas de formación académica se relacionen directamente con la agenda de estos organismos intermedios.

¹⁹ Para mayor información acerca del modelo de innovación de Arabia Saudita, véase: Khaled S. Al-Sultan e Iyad T. Alzaharnah, “Academia-Industry Innovation Linkages in the Case of Saudi Arabia: Developing a University-Industry Triple-Helix Framework to Promote Research and Development Collaboration”, en Soumitra Dutta (ed.), *The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth*, Fontainebleau, INSEAD/World Intellectual Property Organization, 2012.

d. Tekes: Finlandia

El mundialmente famoso sistema de innovación finlandés debe su éxito a varios pilares que lo sustentan, como son: una educación básica media y superior de muy alta calidad, un ecosistema de investigación fuerte, un sistema de investigación aplicada que busca el desarrollo de productos innovadores y, por último, la convicción de las empresas y de la sociedad de que su crecimiento como país pasa por hacer apuestas que se sustenten en una economía del conocimiento.

El sistema de innovación finlandés se compone de cuatro niveles. En el primer nivel de decisión están el gobierno y el parlamento, asesorados por un Consejo de Investigación e Innovación. Este nivel se encarga de desarrollar el sistema de innovación y las políticas públicas estratégicas.

El segundo nivel está compuesto por varios ministerios que juegan un papel clave para la innovación, entre los que desatacan los de educación y cultura, y el de empleo y economía.²⁰ En este nivel se creó un “Consejo Asesor” que impulsa y coordina la investigación sectorial que realizan algunas instituciones públicas.

El tercer nivel consiste en las organizaciones que otorgan financiamiento para la investigación e innovación. La Academia de Finlandia se encarga por lo general del financiamiento de investigación básica, mientras que la organización denominada Tekes (agencia finlandesa para el financiamiento de la tecnología y la innovación) tiene como misión suministrar fondos para compañías e institutos de investigación en cuestiones más aplicadas. Los esfuerzos de las dos agencias son complementados por Sitra (fondo de innovación) que se encarga de fondos corporativos y de capital de riesgos, al igual que del lanzamiento comercial de programas.

El cuarto nivel es la parte micro del ecosistema y consiste en las universidades, politécnicos y centros de investigación, pero también en las empresas y los centros de investigación privados que llevan a cabo actividades de investigación y desarrollo de las innovaciones.

Lo más importante es que el sistema de innovación cubre absolutamente todas sus etapas, desde la definición de las prioridades sectoriales en materia de ciencia, tecnología e innovación, pasando por la investigación básica, capital semilla y vinculación, hasta llegar al capital de riesgo y comercialización. Además, está conectado con una educación de alta calidad que promueve la creatividad.

La agencia finlandesa para el financiamiento de la tecnología y la innovación, también conocida como Tekes, fue creada en 1983 y se encarga de otorgar el financiamiento para investigación aplicada. El objeto central de Tekes es renovar la industria, aumentar el valor agregado y la productividad, fomentar la internacionalización de las empresas y las exportaciones finlandesas, además de generar empleo y promover el bienestar.

El financiamiento que otorga Tekes está determinado en gran parte por cuatro objetivos marco que guían el actuar de la agencia: 1) temas estratégicos (definidos muchas veces a nivel ministerial y parlamentario), 2) temas que requieren competencias multidisciplinarias, 3) áreas estratégicas de clústeres y 4) áreas con potencial para el desarrollo de nuevos negocios.

En 2018, Tekes (renombrada Business Finland en 2018 al fusionarse con Finpro, un fondo de capital de riesgo) ha definido varias áreas temáticas en las que se otorga financiamiento preferencial, tales como: programas árticos, *cleantech*, bioeconomía y economía circular, digitalización, salud y bienestar, industrias creativas y de nuevo valor creativo, programas para el desarrollo de mercados en países subdesarrollados, y viajes y programas de colaboración europeos.²¹

Asimismo, compañías extranjeras con actividades de investigación y desarrollo no necesitan contar con socios finlandeses para obtener financiamiento por medio de Tekes, aunque las actividades financiadas por la agencia tienen que guardar cierta concordancia con las prioridades establecida por los ministerios y el Consejo Asesor de Ciencia Tecnología. De hecho, aunque Tekes tiene su sede en Helsinki, cuenta con seis oficinas en el extranjero (Pekín, Bruselas, Tokio, Washington DC, Silicon Valley y Shanghái). Estas oficinas tienen el propósito de encontrar nuevas oportunidades de negocio, desarrollar habilidades y capacidades que contribuyan a la innovación en Finlandia, mejorar la calidad de la investigación y, además, establecer una red internacional de contactos en materia de investigación.

Los resultados obtenidos por Tekes son muy importantes en materia de contribución al crecimiento y al empleo, ya que durante el periodo 2012-2015 las empresas financiadas por Tekes incrementaron su empleo en 16 por ciento.²²

En conclusión, el programa Tekes destaca por dos aspectos. El primero es su ecosistema de innovación comprehensivo que permite abarcar todas las facetas de la innovación

²⁰ Aparte de los ministerios de educación y cultura y trabajo y economía, también participan los ministerios de asuntos sociales y salud, y el ministerio de agricultura y ciencias.

²¹ Business Finland, “About Us” [en línea].

²² *Idem*.

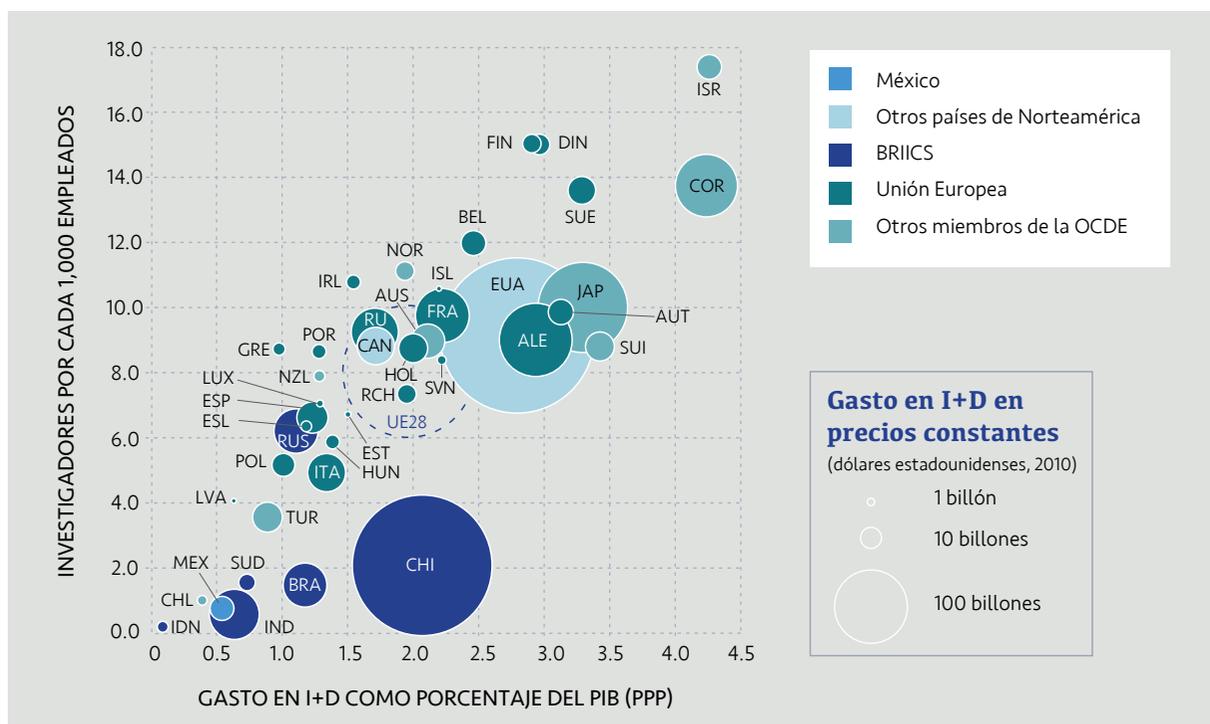
(desde el establecimiento de prioridades de Estado, pasando por la investigación básica y la aplicada, y llegando a la comercialización) y en el cual los distintos niveles tienen tareas y responsabilidades bien definidas para el ámbito académico, el sector privado y el sector público. El segundo es un sistema

de investigación aplicada sumamente eficiente representado por Tekes (hoy denominado Business Finland), con distintos mecanismos de financiamiento (subsidios, préstamos y vales) y que se encarga de la vinculación entre la academia y las empresas.

IV. EL CASO DE MÉXICO: DOS PROGRAMAS DE ESTÍMULOS A LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)

Diversas publicaciones nacionales e internacionales señalan que México, para el tamaño de su economía, presenta una productividad de sus empresas relativamente baja.²³ Aunque existen numerosas razones para esto, una de las posibles causas que se han identificado son el escaso nivel de inversión en investigación en ciencia y tecnología que tiene el país, particularmente la reducida inversión que hacen las empresas privadas en esta materia, como se refleja en las siguientes láminas.

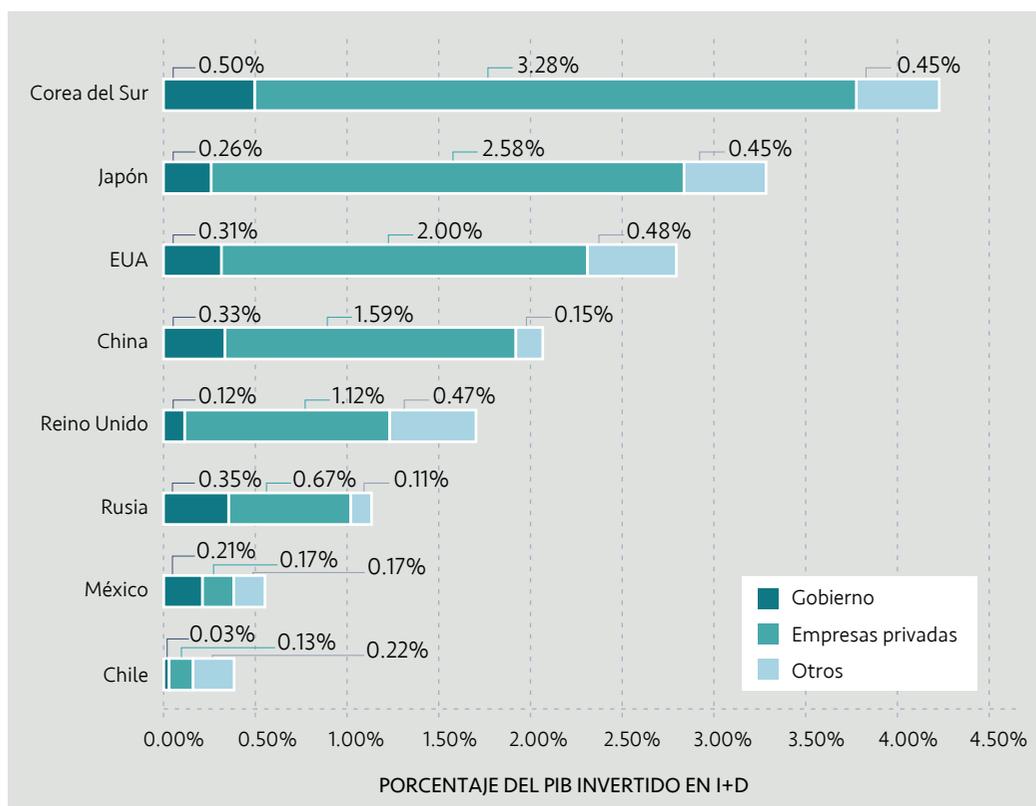
Gráfica 1. Recursos humanos y financieros dedicados a I+D, 2015



Fuente: OECD, OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The Digital Transformation, París, OECD Publishing, 2017.

²³ José Escamilla, *op. cit.*

Gráfica 2. Financiamiento público y privado de la ciencia y la tecnología, 2015



Fuente: UNESCO-Institute for Statistics, "How Much Does Your Country Invest in R&D?" [en línea], 2017.

En este contexto, el gobierno mexicano comenzó a implementar programas de incentivos para que las empresas privadas mexicanas incrementaran sus montos en investigación y desarrollo. Entre 2001 y 2008, Conacyt ofreció estímulos mediante el programa EFIDET, también conocido como PEFIDT.

Las reglas de operación del EFIDET buscaron otorgar un crédito fiscal equivalente hasta al 30% del gasto (excluyendo impuestos) en que hubieran incurrido las empresas en el desarrollo de ciencia y tecnología. En este programa la selección de participantes quedaba a cargo de un comité integrado por el Conacyt, la Secretaría de Economía (SE) y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Pese a que el programa tuvo una importante demanda, existieron dos factores cruciales por los que su importancia fue declinando a lo largo del tiempo. El primero de ellos consistió en que este tipo de estímulos solía ser aprovechado por las "grandes" empresas en detrimento de las medianas y pequeñas.

El segundo problema de un programa que otorga créditos fiscales a las empresas para emprender innovación es la dificultad de conocer hasta qué punto las empresas privadas no hubieran realizado la inversión en innovación en caso de que no existieran las fuentes de estímulos públicos. En otras palabras, un programa como el EFIDET requiere evaluar si no existe un efecto desplazamiento o "crowding out" que implica que las empresas están utilizando fondos públicos que sustituyen a recursos propios que planeaban gastar en investigación y desarrollo.²⁴

²⁴ Ángel Calderón Madrid, "Evaluación del Programa de Estímulos Fiscales al Gasto en Investigación y Desarrollo de Tecnología de las Empresas Privadas en México (EFIDT)", documento de trabajo, Ciudad de México, Foro Consultivo, Científico y Tecnológico, 2009.

Para 2009, Conacyt desplegó un nuevo programa conocido como el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) con el objetivo de atender algunas de las limitaciones del EFIDET. El PEI tuvo varias características que lo diferencian claramente. En primer lugar, no se trataba de un programa de créditos fiscales sino de estímulos, por lo que las empresas recibirían directamente los apoyos. En segundo lugar, se buscó que el PEI fuera un programa que asegurara la participación de las pymes. Para ello se crearon tres modalidades:

■ **INNOVAPYME:** Modalidad dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos cuyo proponente sea considerada micro, pequeña o mediana empresa (mipyme). La propuesta puede ser presentada por la empresa de manera individual. Sin embargo, se reciben mayores apoyos si se incluye al menos una institución de educación superior o un centro de investigación que se asocie al proyecto.

■ **INNOVATEC:** Modalidad dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos cuyo proponente sea una empresa considerada grande. La empresa puede presentar la solicitud de manera individual. Sin embargo, se reciben mayores apoyos si se incluye al menos una institución de educación superior o un centro de investigación que se asocie al proyecto.

■ **PROINNOVA:** En esta modalidad no importa el tamaño de la empresa, sino que las propuestas y proyectos se presenten en vinculación con al menos dos instituciones de educación superior o dos centros públicos de investigación (o un centro y un instituto).

El PEI está diseñado para apoyar proyectos que se encuentran entre los niveles 2 y 7 de los niveles de maduración tecnológica de la NASA (TRL):²⁵

1. Investigación básica.
2. Investigación aplicada.
3. Prototipo en laboratorio.
4. Prototipo en ambiente simulado.
5. Prototipo en ambiente real.
6. Prueba de concepto.
7. Prototipo final.
8. Diseño comercial.
9. Escalamiento.

En términos de incentivos, a continuación se presenta su diseño general:

Tabla 1. Diseño general de incentivos PEI, 2018

PORCENTAJE DE APOYO RESPECTO AL GASTO ELEGIBLE DEL PROYECTO EN EL EJERCICIO FISCAL 2018					
Modalidad	Tamaño de empresa	Proyecto individual	Proyecto en vinculación con CPI/IES		Tope máximo de apoyo por empresa (pesos)
		% del gasto de la empresa	% del gasto de la empresa	% del gasto de las CPI/IES	
INNOVAPYME	Mipymes	30%	35%	70%	15 millones
INNOVATEC	Empresas grandes	25%	30%	70%	25 millones
PROINNOVA	Mipymes	No aplica	50%	70%	19 millones
	Empresas grandes		35%		

Fuente: Elaboración propia con información de la Convocatoria PEI 2018.

²⁵ Más adelante se verá que sólo 3.4% de los proyectos 2015-2016 iniciaron en los niveles 8 y 9 del TRL.

En la siguiente tabla se presentan datos comparados del PEFIDT y del PEI:

Tabla 2. Comparación entre programas PEFIDT/EFIDET y PEI

Concepto	PEFIDT/ EFIDET ²⁶	PEI
Año inicio análisis	2001	2009
Año fin análisis	2005	2017
Número de años	5	9
Número de empresas	1,150	2,720
Número de proyectos ²⁷	5,637	5,970
Monto público invertido (mdp) ²⁸	5,411	22,799
Monto privado invertido (mdp)	11,130 ²⁹	27,679
Proyectos pyme	230	4,189
Monto mipyme (mdp)	1,065	17,151
Empresas apoyadas por año	230	302
Proyectos por año	1,127	663
Monto público invertido por año (mdp)	1,082	2,727
Proyectos pyme por año	46	465
Monto pyme por año (mdp)	213	1,906
Monto público invertido por proyecto (mdp)	0.960	4.11
Número de apoyos o proyectos por empresa	4.90	2.19
Porcentaje monto pyme (público)	23.1% ³⁰	69.9%

Fuente: Elaboración propia con información de diversas fuentes.

²⁶ Dmitri Fujii y Curtis Huffman, "Los Programas de Estímulos Fiscales en México, 2001-2005", en *Investigación Económica*, LXVII (264): 165, 2008.

²⁷ *Ibid.*, pp. 135 y 137.

²⁸ *Ibid.*, p.133.

²⁹ Calculado al dividir el apoyo público (cuadros 5 y 7) entre 0.3 para tener 100% del monto del proyecto y multiplicarlo por 0.7 para obtener el monto privado. Esto para obtener una referencia de la inversión privada sin contar con los detalles técnicos del programa. *Ibid.*, pp. 135 y 137.

³⁰ La proporción de apoyo público a MIPYMES fue calculado eliminando los montos destinados a empresas sin especificar su tamaño (Cuadros 5 y 7). *Ibid.*, pp. 135 y 137.

La tabla anterior permite observar algunas diferencias entre los programas como el hecho de un mayor número de empresas, particularmente pymes apoyadas por el PEI.

Como podrá observarse, la concentración de aprovechamiento de un estímulo fiscal por parte de las empresas grandes está en línea con razonamientos que pueden encontrarse en la literatura acerca de que las empresas grandes aumentan su participación relativa en los programas de incentivos fiscales y las pymes lo hacen en las transferencias.³¹

Un área adicional de oportunidad detectada por Fujii y Huffman, en su investigación de 2008 acerca del EFIDET, fue que cerca de la mitad de los recursos del programa fueron entregados a empresas de baja tecnología.

En el caso del PEI, existen dos elementos que orientan la inversión de recursos económicos hacia proyectos de alto contenido tecnológico:

1. El requerimiento de estar en el RENIECYT (registro otorgado a las empresas y organizaciones que realizan investigación y desarrollo de áreas científicas y tecnológicas).
2. El sistema de evaluación de proyectos realizado por miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y tecnólogos.

Fujii y Huffman realizaron además otras recomendaciones al PEFDIT: 1) definir un esquema único de estímulos al desarrollo tecnológico, 2) definir sectores prioritarios desde un principio y 3) apoyar proyectos de alto impacto, previamente verificados y con indicadores concretos en la industria.

El Conacyt trabajó en estas recomendaciones y, si bien no hay un esquema único de estímulos por las diferentes necesidades en el tema de innovación —existen los fondos sectoriales, mixtos, etc. y apoyos a la innovación como los que ofrece el Instituto Nacional del Emprendedor de la SE—, sin duda los esfuerzos de apoyo al sector privado y a la vinculación han sido importantes.

En cuanto a los sectores estratégicos, el PEI hizo una definición clara sobre los mismos. Aún más, la alineación de los sectores estratégicos no sólo se definió en oficinas centrales del Conacyt, sino que existieron mecanismos para alinear las prioridades de las entidades federativas al menos desde el año 2012.³² Por cada entidad federativa se eligen ocho sectores estratégicos a tres dígitos del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y se recibe un bono de calificación si el proyecto que solicita apoyo se alinea a dichos sectores.

Valorar *a priori* el nivel de impacto de los proyectos no es fácil por la incertidumbre que caracteriza a la innovación, sin embargo, Conacyt trabajó en un sistema de evaluación de los proyectos basado en calificaciones de especialistas que ha permitido comparar sistemáticamente los proyectos a nivel nacional para poder decidir cuáles deben ser sujetos de apoyo.

³¹ Kenneth Arrow, "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention", en Universities-National Bureau Committee for Economic Research y Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council (eds.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Nueva York, Princeton University Press, 1962.

³² La página de Conacyt presenta toda la documentación de las convocatorias de 2012 a la fecha. Conacyt, "Programa de Estímulos a la Innovación", op. cit.

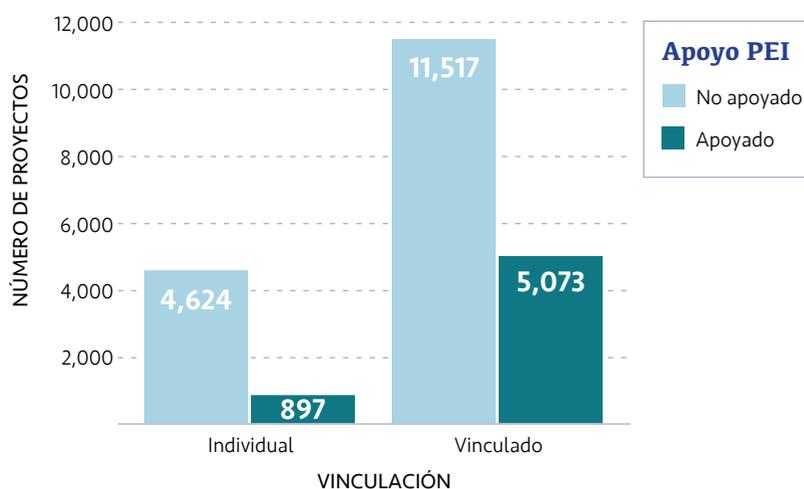
VI ANALÍTICA DESCRIPTIVA DEL PEI

El PEI es un programa de subsidios con un enfoque de transferencia de recursos económicos que no está condicionado normativamente a la vinculación académica y a la generación y apropiación de propiedad intelectual, pero que favorece este tipo de proyectos.³³ De los registros administrativos del PEI se derivan las siguientes conclusiones:

El PEI promueve la vinculación.

Como puede verse en la gráfica, 85% de los proyectos apoyados contaron con alguna vinculación con centros públicos de investigación o instituciones de educación superior. También se observa que sólo 16% de los proyectos individuales se aprobaron, mientras que 31% de los vinculados lograron ser apoyados.

Gráfica 1. Proyectos vinculados o individuales, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

³³ *Idem.*

Los proyectos apoyados por el PEI son los mejor calificados.

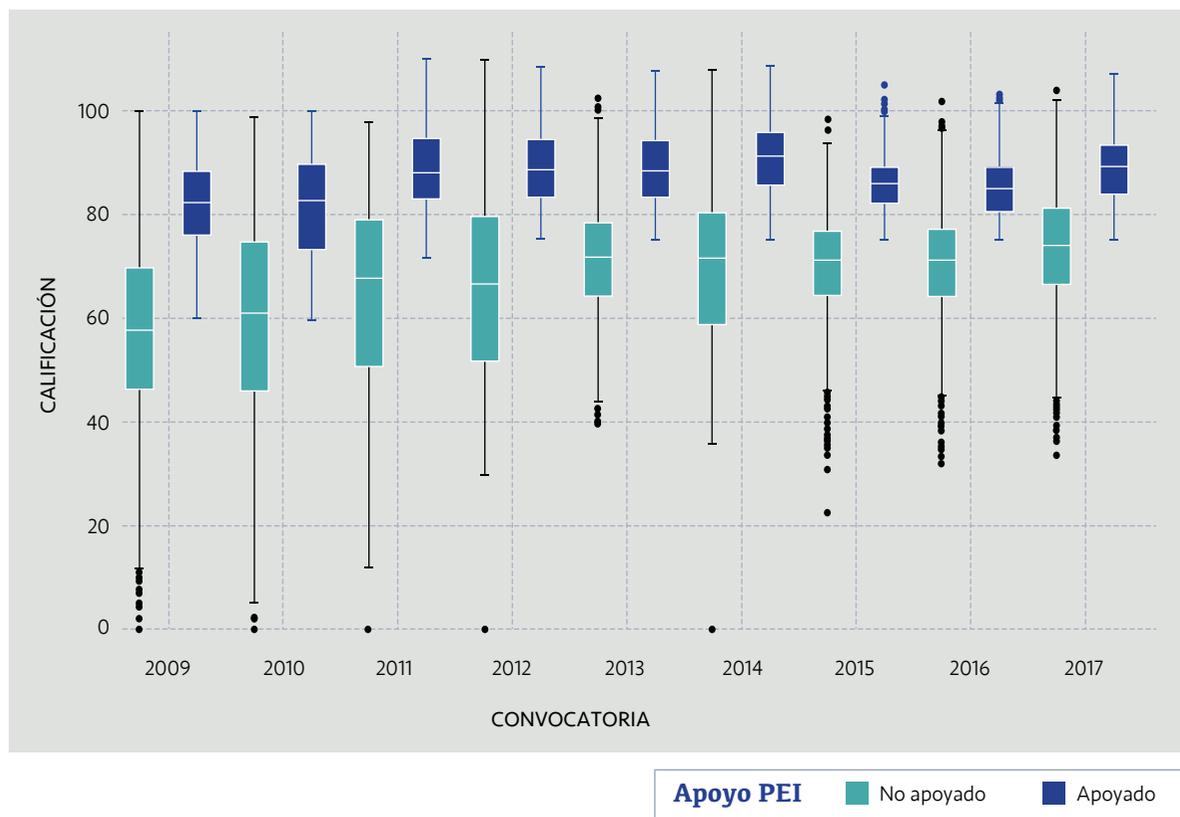
Los requisitos para poder ser beneficiario en las convocatorias de los últimos años son: estar inscrito en el RENIECYT, presentar un proyecto de I+D y obtener en el proceso de evaluación por especialistas una calificación mínima de 75/100.

Respecto de este último punto, cada proyecto es evaluado por tres miembros del Registro Conacyt de Evaluadores Certificados (RCEA) y la calificación del proyecto es igual al promedio de dichas valoraciones.

Los apartados calificados por estos evaluadores según los términos de referencia para 2018 son:

- La calidad técnica de las propuestas.
- El potencial de mercado del proyecto.
- La viabilidad en implementación.
- La vinculación con un centro de investigación o institución de educación superior.
- Además, se darán puntos adicionales por:
 - Haber tenido apoyo del PEI en ejercicios anteriores, para dar continuidad.
 - Estar alineado a las áreas estratégicas definidas por el PEI o los estados.

Gráfica 2. Calificaciones y proyectos aprobados por convocatoria, 2009-2017

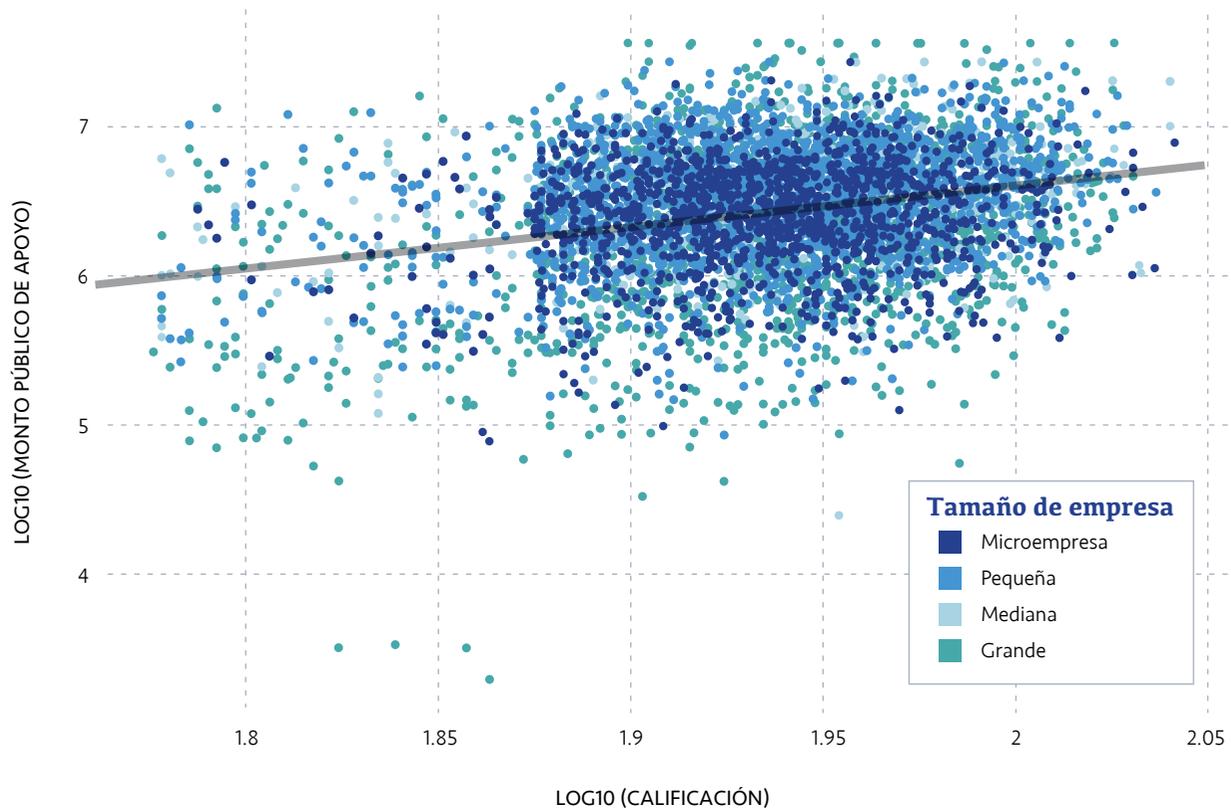


Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

El sistema de calificaciones para decidir aquellos proyectos sujetos de apoyo ha sido consistente. En la gráfica anterior se observa la diferencia de calificaciones que existe entre los proyectos aprobados y los no aprobados. Es claro que las calificaciones de los proyectos aprobados son consistentemente más altas que los no aprobados.

A mayor calificación, mayor monto de apoyo público.

Gráfica 3. Calificaciones vs. monto público de apoyo, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

La gráfica superior muestra la relación que existe entre las calificaciones y los montos públicos de apoyo.³⁴ En ella, puede observarse que una mayor calificación está relacionada con un mayor monto de apoyo público. Es decir, si un proyecto es atractivo para el evaluador (un valor mayor en el eje de las abscisas), Conacyt está dispuesto a invertir un mayor monto en él (un mayor valor en el eje de las ordenadas) como lo ilustra la línea de tendencia, algo positivo para el programa.

³⁴ Ambas métricas se presentan con una transformación logarítmica, lo que facilita su visualización.

En promedio, los proyectos mejor calificados estuvieron en Nuevo León y en el sector de metalurgia.

Tabla 1. Entidades mejor posicionadas según calificación promedio de proyectos presentados

Lugar ³⁵	Estado	Calificación promedio	Sector	Calificación promedio
1	Nuevo León	89.5	Metalurgia	89.2
2	Estado de México	88.7	Eléctrico	88.5
3	Jalisco	88.5	Biotechnología	88.4
4	Sonora	88.5	Óptica, equipos y sistemas	88.34
5	Querétaro	88.1	Aeroespacial	88.29

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

La mayor inversión se realizó en Nuevo León y, por sectores, el de mayor cuantía fue el sector automotriz.

Tabla 2. Entidades y sectores mejor posicionados según inversión total

Lugar	Estado	Inversión total pública y privada (mdp)	Sector	Inversión total pública y privada (mdp)
1	Nuevo León	5,455	Automotriz	6,220
2	Jalisco	5,355	Tecnologías de la información	5,689
3	Ciudad de México	4,817	Alimentos	4,554
4	Estado de México	4,289	Agroindustria	4,039
5	Puebla	2,700	Química	3,512

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

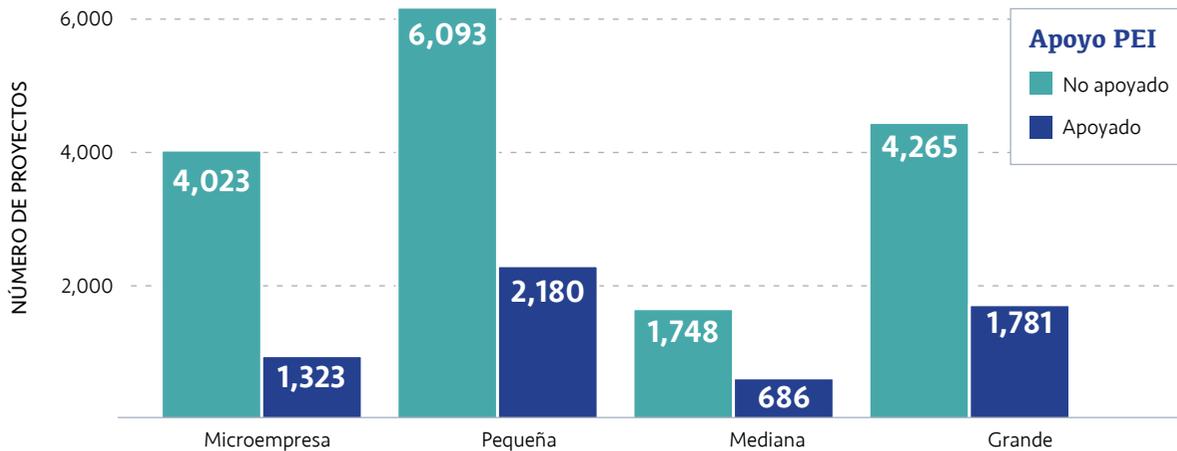
³⁵ La jerarquización incluye proyectos apoyados sólo de sectores con más de 50 proyectos y a todos los estados con independencia del número de proyectos.

Las proporciones de proyectos aprobados y no aprobados se mantienen muy similares entre los diferentes tamaños de empresas.

Un elemento positivo son las proporciones de proyectos aprobados, las cuales son similares para los diferentes tamaños de empresas en relación al total los proyectos presentados:

- Microempresa: 25%
- Pequeña: 26%
- Mediana: 28%
- Grande: 29%

Gráfica 4. Proyectos no aprobados (0) y aprobados (1) según tamaño de empresa, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

La proporción de apoyo público es mayor en las pymes que en las grandes empresas.

El PEI tiene dentro de sus objetivos el que las empresas inviertan más dinero del que reciben. Entre 2009 y 2017, por cada peso que invirtió el sector público, el sector privado invirtió 1.13 pesos.³⁶

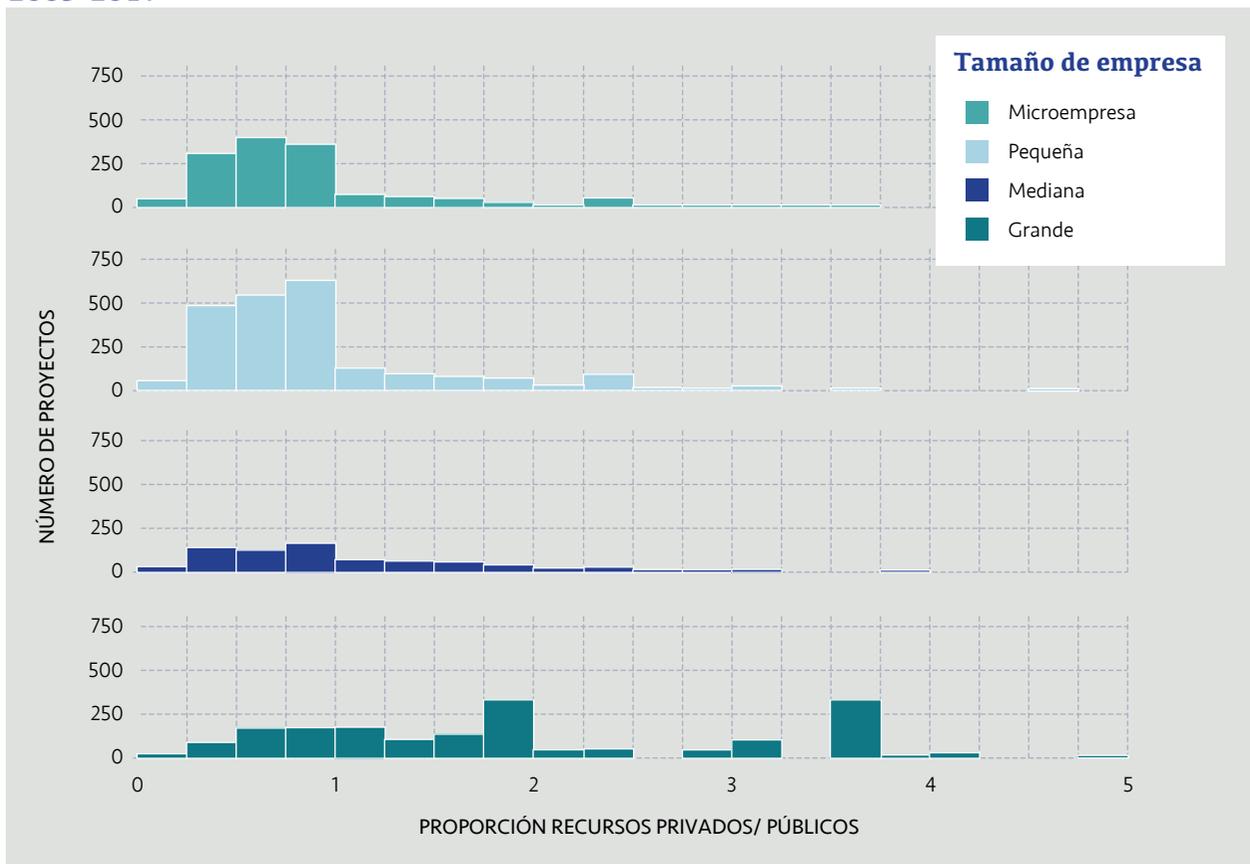
³⁶ José Antonio Lazcano, "Lanzamiento Convocatoria 2018 del PEI en Colima", Ciudad de México, Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación-Conacyt, 2017.

Para analizar más de cerca este cociente (llamado pr_p) es útil apuntar que:

- Si el cociente es menor que 1, se invierte más recursos públicos que privados.
- Si el cociente es igual a 1, se invierten recursos públicos y privados en partes iguales.
- Si el cociente es mayor a 1, es la iniciativa privada la que invierte más recursos.

Como puede verse en la gráfica siguiente, son las empresas pequeñas las que reciben mayor proporción de apoyo público y las empresas grandes son las que invierten una mayor proporción de recursos privados por proyecto. Algo sin duda deseable para un programa de estas características.

Gráfica 5. Histograma de monto privado / monto público de apoyo, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

Siete de cada 10 pesos de apoyo público ha ido a las pymes.

La tabla inferior permite observar el porcentaje de apoyo público a cada tipo de empresa. La suma de los porcentajes de recursos públicos dirigidos a las micro, pequeña y mediana es 69.9%.

Tabla 3. Estructura de los montos de apoyo otorgados por el PEI según tamaño de empresa

Tamaño empresa	Montos (mdp) 2009-2016	Porcentaje
Micro	4,534	18.5%
Pequeña	9,580	39.0%
Mediana	3,037	12.4%
Grande	7,388	30.1%
Total	24,539	100%

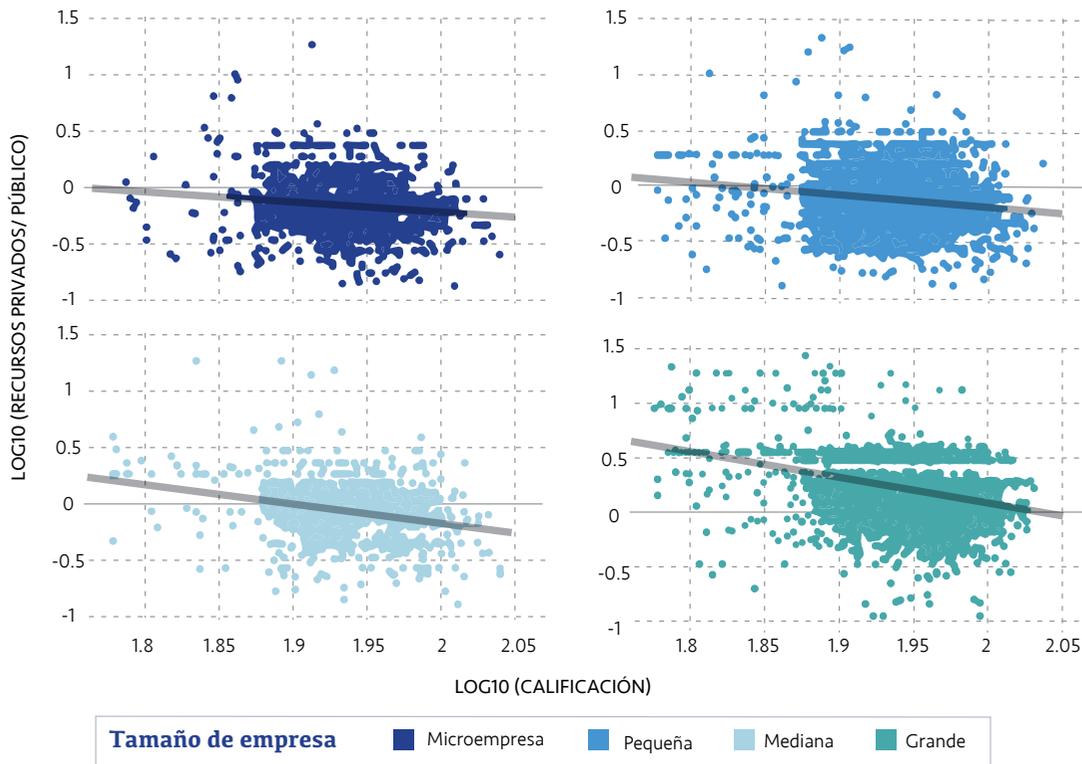
Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

A mayor calificación, mayor proporción de recursos públicos independientemente del tamaño de la empresa.

Con independencia del tamaño de la empresa, existe una relación entre una mayor calificación y un menor cociente de recursos privados/públicos. Es decir, el gobierno está dispuesto a que proyectos con buenas calificaciones (mayor en el eje de las abscisas) tengan una mayor proporción de recursos públicos (menor valor en el eje de las ordenadas, pues se grafica el cociente de recursos privados sobre públicos).³⁷ Esta relación entre las variables se observa al dibujar las líneas de tendencia que, independientemente del tamaño de la empresa, mantienen un trazo descendente.

³⁷ Ambas métricas se presentan con una transformación logarítmica, lo que facilita su visualización.

Gráfica 6. Calificaciones vs. Recursos privados / públicos, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

Uno de cada cuatro pesos de la inversión del programa va a los centros públicos de investigación o a las instituciones de educación superior.

En cuanto a la forma en que se distribuye la inversión total del programa, el Conacyt registró en la base de datos DADTI cuatro formas de aplicación de los recursos públicos y privados que confluyen en el PEI:

1. Montos públicos con destino a la empresa: 14,696 mdp, 28% del total de recursos públicos y privados.
2. Montos públicos con destino a los CPI/IES: 9,843 mdp, 19% del total de recursos públicos y privados.
3. Montos privados con destino a la empresa: 24,381 mdp, 47% del total de recursos públicos y privados.
4. Montos privados con destino a los CPI/IES: 3,106 mdp, 6% del total de recursos públicos y privados.³⁸

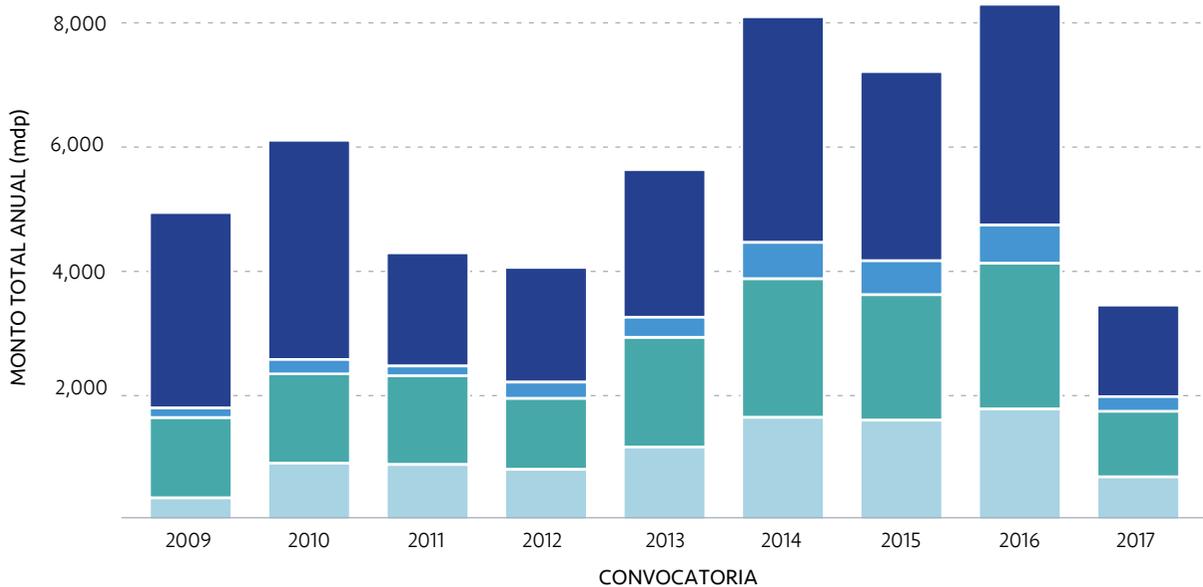
³⁸ La base de datos DADTI 2009-2017 no especifica 192 mdp en estos cuatro rubros.

Cabe destacar que esto ocurre cuando existe una vinculación, en caso contrario, sólo existen dos destinos:

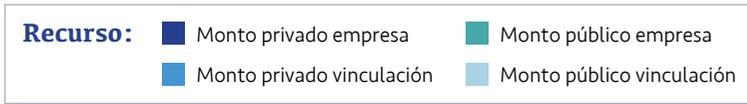
- Monto público a la empresa.
- Monto privado a la empresa.

De esta combinación de recursos invertida en el PEI, se muestra su distribución en los cuatro rubros antes mencionados (se mezclan proyectos con y sin CPI/IES):

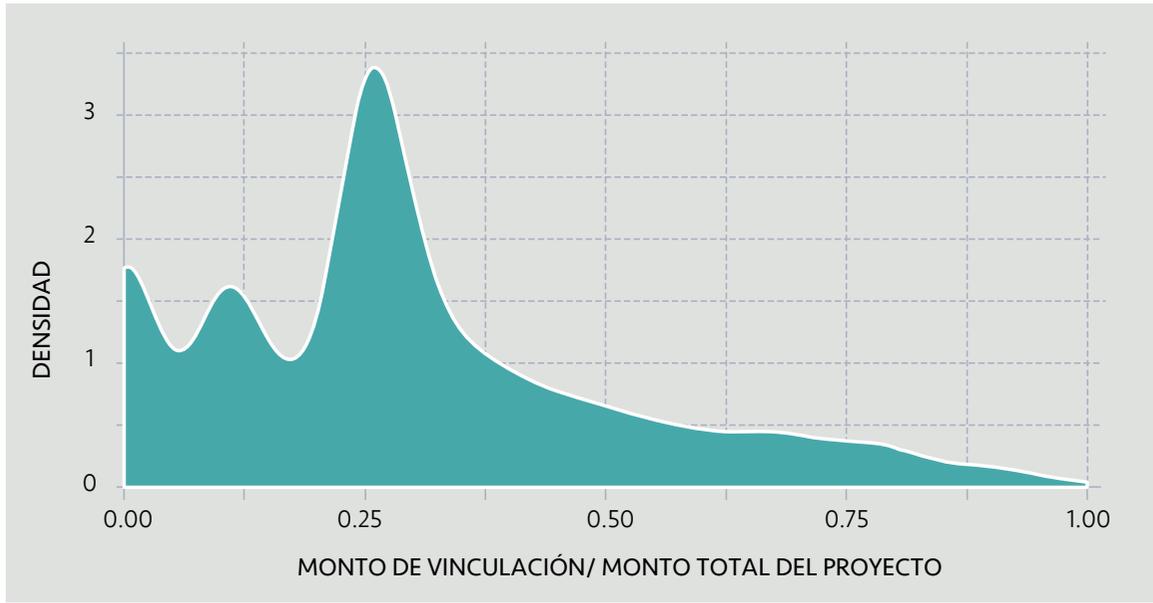
Gráfica 7. Distribución de recursos del PEI (mdp), 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.



Gráfica 8. Densidad³⁹ de monto de vinculación / monto total de proyecto, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

En promedio, 25% de los recursos totales invertidos en el PEI fueron destinados a los CPI o IES, porcentaje que muestra la importancia de los incentivos de la vinculación.

Lo anterior se ratifica al comparar la proporción destinada a vinculación por las grandes empresas (21.6%) con el estudio de Adams y Marcu,⁴⁰ quienes en 2004 reportaron que empresas que subcontratan servicios de I+D sólo lo hacen en 1.57% de su presupuesto de investigación y desarrollo.⁴¹

Con independencia de los problemas de comparación, debe destacarse el impacto que el programa PEI tiene sobre el comportamiento de los actores.

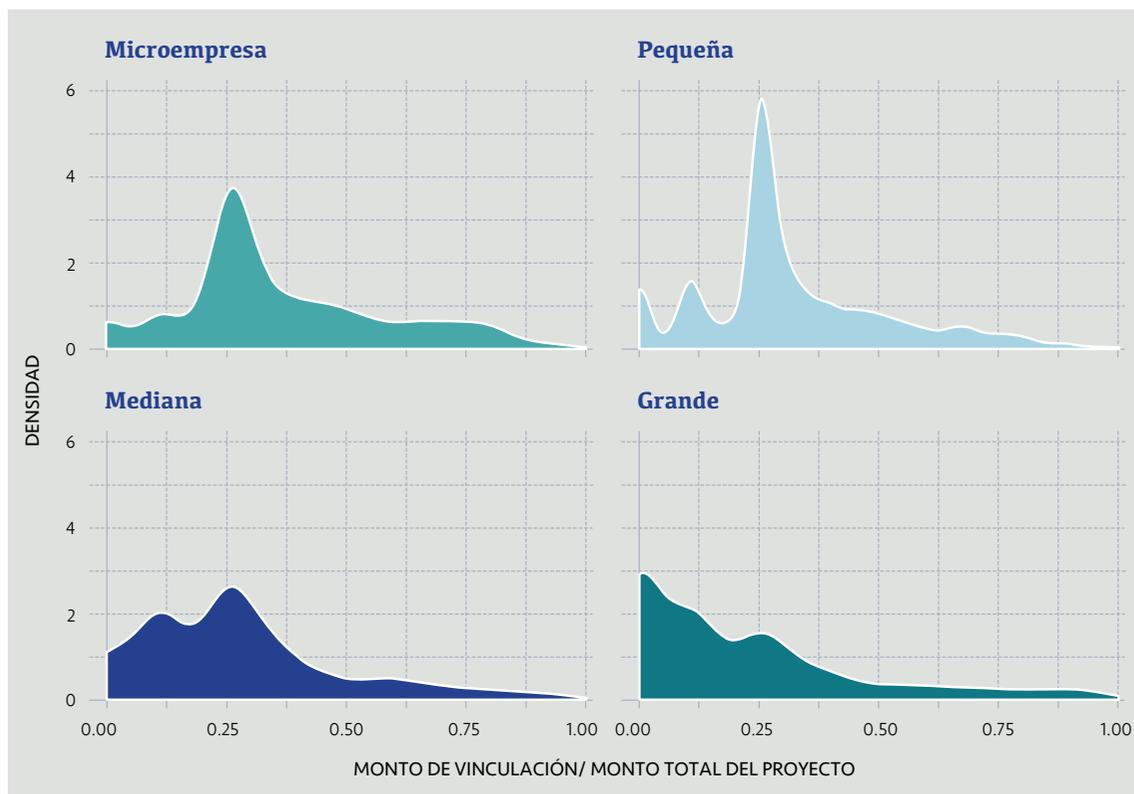
A partir de este trabajo conjunto se espera que el aprendizaje en vinculación, el trabajo en equipo, y la complementariedad institucional ayuden a que los resultados de innovación avancen más rápidamente, algo que fue confirmado en las entrevistas de campo que se realizaron y que se reportan más adelante.

³⁹ La gráfica de densidad es similar a un histograma, pero suavizado.

⁴⁰ James D. Adams y Mircea Marcu, "R&D Sourcing, Joint Ventures and Innovation: A Multiple Indicators Approach", Working paper 10474, Cambridge, National Bureau of Economic Research, 2004.

⁴¹ Esta cifra se obtuvo de una encuesta realizada a una población de 600 laboratorios propiedad de 200 empresas que debían estar en la base de datos Compustat de Standard and Poor's. La tasa de respuesta fue de 37 por ciento.

Gráfica 9. Densidad de monto de vinculación / monto total de proyecto según tamaño de empresa, 2009-2017



Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

La vinculación es más importante para las pymes.

También es importante analizar que la inversión en vinculación es diferenciada dependiendo del tamaño de la empresa.

Entre más grande la empresa, es menor la proporción de los recursos que se destinan a la vinculación:

- Microempresa: 35%, en promedio.
- Pequeña: 32%, en promedio.
- Mediana: 26%, en promedio.
- Grande: 16%, en promedio.

Esto es de esperarse, ya que las pymes no siempre cuentan con laboratorios y personal especializado. Es más común que las empresas grandes tengan este tipo de instalaciones y puedan realizar los desarrollos tecnológicos por sí mismas.

En promedio, los proyectos desarrollados en Zacatecas y proyectos en “Equipos de medición y control” son los que presentan una mayor proporción de recursos destinados a vinculación.

Los estados y sectores con mayores porcentajes de vinculación en los CPI/IES se presentan en la siguiente tabla:⁴²

Tabla 4. Entidades mejor posicionadas según inversiones en CPI/IES

Lugar	Estado	% monto a vinculación	Sector ⁴³	Monto a vinculación
1	Zacatecas	42.1%	Equipo de medición y control	38.1%
2	Campeche	41.3%	Mecatrónica	36.3%
3	Tabasco	40.2%	Óptica, equipos y sistemas	34.6%
4	Yucatán	36.9%	Servicios	32.6%
5	Sinaloa	36.7%	Tecnologías de la información	30.2%

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

El PEI tiene impacto positivo en la maduración tecnológica de los proyectos.⁴⁴

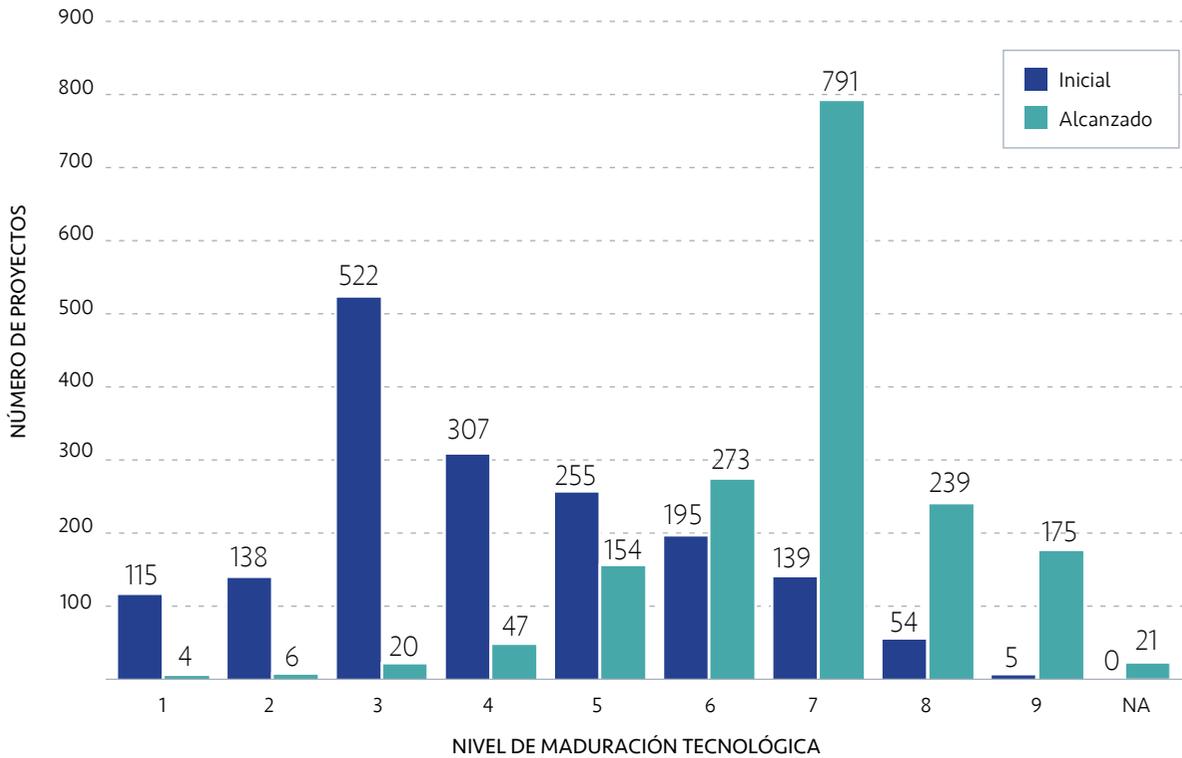
Las empresas beneficiarias del PEI experimentan un avance sensible en su maduración tecnológica al ingresar al programa. Las empresas en promedio ingresan con un nivel 4 y terminan en un 7. Es decir, en el transcurso de menos de un año pasan de un prototipo en ambiente simulado a un prototipo final.

⁴² La jerarquización incluye proyectos apoyados sólo de sectores con más de 50 proyectos y a todos los estados con independencia del número de proyectos.

⁴³ Se eliminó el sector “Editorial” de esta secuencia pues sólo había 1 proyecto y destinó 33.1% del mismo a la vinculación.

⁴⁴ Para leer con mayor facilidad esta sección, se recuerdan los niveles de maduración tecnológica: 1. Investigación básica, 2. Investigación aplicada, 3. Prototipo en laboratorio, 4. Prototipo en ambiente simulado, 5. Prototipo en ambiente real, 6. Prueba de concepto, 7. Prototipo final, 8. Diseño comercial, y 9. Escalamiento.

Gráfica 10. Niveles de maduración tecnológica inicial y alcanzado, proyectos 2015-2016



Fuente: Elaboración propia con información de la Matriz de Indicadores de Resultados de Conacyt.

Al ingresar al PEI las empresas tienen mayores expectativas en lo que pueden lograr.

La Matriz de Indicadores para Resultados 2015-2016 tiene un dato adicional importante: cuál era la expectativa de las empresas sobre su avance en niveles de maduración tecnológica (*Technological Readiness Level* o TRL, por sus siglas en inglés) con el apoyo del programa. Para contrastar este dato con el presentado en la gráfica 12, se utilizaron dos diagramas de Sankey.

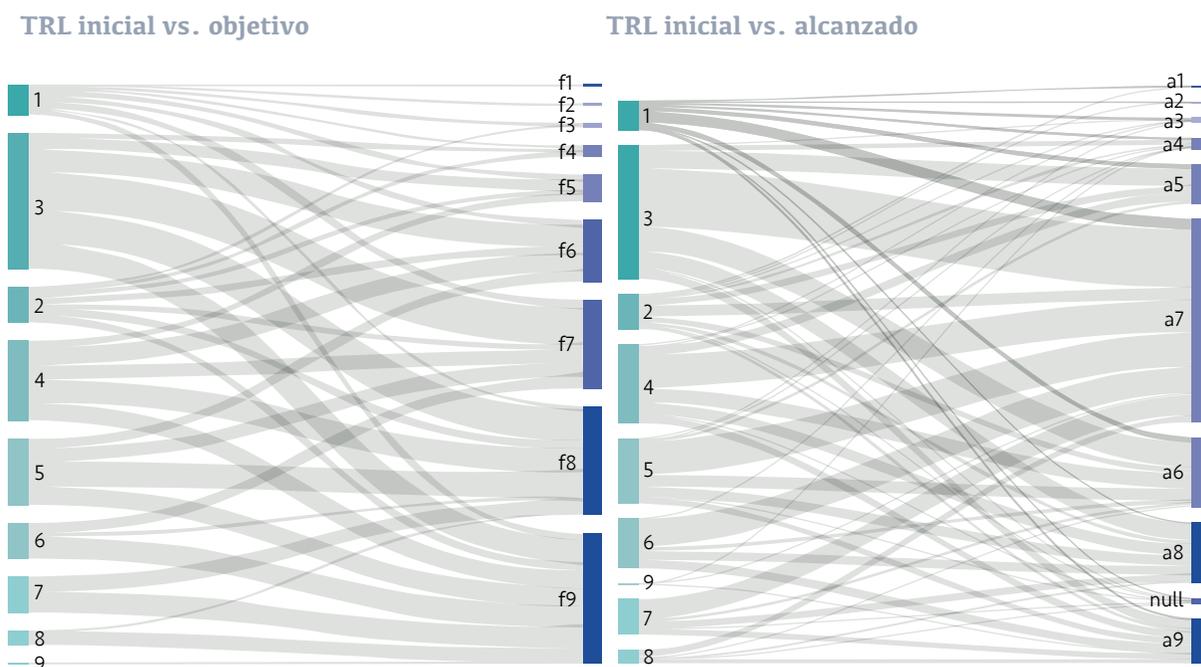
En el panel de la izquierda se observa cuál era la expectativa de las empresas al aplicar al PEI. El diagrama de Sankey permite ver en forma de flujos que la mayoría de los proyectos inician en el nivel tres⁴⁵ y la mayoría de los mismos se

desean terminar en los niveles 8 y 9 (representados por los índices f8 y f9). Planes sumamente ambiciosos.

La realidad es que los proyectos en su mayoría llegan sólo al nivel 7 (representado por el índice a7), que es el prototipo final del proyecto. Un gran avance, sin duda, pero todavía con un importante camino por delante para la generación de retornos a la inversión en innovación. Este flujo puede verse en el diagrama de Sankey en el panel derecho.

⁴⁵ Los TRL iniciales están representados en los diagramas de Sankey por los números 1 al 7.

Gráfica 11. Niveles de maduración tecnológica, inicial vs. objetivo, inicial vs. alcanzado



Fuente: Elaboración propia con información de la Matriz de Indicadores de Resultados de Conacyt.

Información adicional.

De la información disponible es posible también elaborar un perfil del impacto, evaluando los indicadores que tiene el PEI antes y después del programa:

Tabla 5. Perfilamiento del impacto del PEI

Métrica	Incremento promedio por proyecto	Estimación total 2009-2017 ⁴⁶
Número de CPI/IES⁴⁷ vinculadas con empresas	0.73	4,358
Empleo operativo	1.39	8,298
Empleo licenciatura	1.31	7,821
Empleo maestría	0.35	2,090
Empleo doctorado	0.15	896
Empleos generados totales⁴⁸	3.51	20,955

⁴⁶ Total estimado a partir de las encuestas *ex post* disponibles del PEI (el número de respuestas *ex post* para el cálculo de estos promedios fue de entre 3,199 y 3,304 cuestionarios).

⁴⁷ Centros de Investigación / Instituciones de Educación Superior.

⁴⁸ La suma de los renglones individuales en empleo y el total no coincide debido a redondeo y diferencias de llenado en las encuestas.

Métrica	Incremento promedio por proyecto	Estimación total 2009-2017 ⁴⁶
Innovación en productos	1.51	9,015
Innovación en proceso	0.95	5,672
Innovación en servicio	0.33	1,970
Innovaciones	2.79	16,656
Patentes solicitadas	0.25	1,493
Modelos de utilidad	0.14	836
Derechos de autor	0.15	896
Otros registros de propiedad intelectual	0.25	1,493
Total de registros de propiedad intelectual	0.79	4,716
Tesis realizadas	0.30	1,791
Capacitaciones	3.39	20,238
Formaciones ⁴⁹ técnicas	1.28	7,642
Formaciones licenciaturas	0.89	5,313
Formaciones maestrías	0.33	1,970
Formaciones doctorados	0.12	716
Total de formaciones y capacitaciones	6.01	35,880

Fuente: Elaboración propia con información de la base *ex post*.

Otros resultados que se reportan en las encuestas *ex post* y se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Perfilamiento del impacto del PEI, *ex post*

Métrica	Incremento promedio por proyecto, 2009-2016 ⁵⁰
Producción	3.3 mdp
Ventas	3.2 mdp
Importaciones	0.4 mdp
Exportaciones	0.8 mdp
Utilidades	0.5 mdp
Reducción de costos	0.8 mdp

Fuente: Elaboración propia con información de la base *ex post*.

⁴⁹ Si el empleado participó en algún programa educativo Conacyt o de los Centros de Investigación se le denomina formación. En caso contrario se reporta como capacitación.

⁵⁰ Para información detallada sobre la obtención de estos datos por favor revisar la sección Anexos. El número de respuestas *ex post* consideradas para esta estadística estuvo entre 2,768 y 3,075.

VII LAS EMPRESAS BENEFICIARIAS DEL PEI EN EL CONTEXTO NACIONAL

I. ESIDET

Tradicionalmente se reconocen tres formas de captar la información: los registros administrativos, las encuestas y los censos. En la sección anterior del presente estudio se analizan las empresas beneficiarias del PEI de acuerdo con los registros administrativos de los diferentes programas del Conacyt. La información de los registros administrativos permite describir diversos elementos del programa de acuerdo con las características de las empresas: tamaño, ubicación geográfica, sector económico, etc. La información es muy útil, pero no permite comparar las empresas beneficiarias del PEI respecto de las que no participan en el programa.

Una forma alternativa de analizar la información es por medio de una encuesta que capta información de empresas participantes en el programa y de las que no han sido parte del mismo. Este análisis permite realizar comparaciones entre los dos universos y ampliar el espectro de información disponible para analizar el PEI.

En este apartado se analizan las características de las empresas que participan o han participado en el PEI con información

proveniente de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) 2014, que tiene como objetivo captar información sobre los esfuerzos que hacen las empresas e instituciones del país por invertir en ciencia y tecnología.

La ESIDET genera información sobre los recursos humanos y financieros que destinaron las empresas e instituciones en actividades de investigación y desarrollo tecnológico (IDT), así como de las actividades de innovación que llevan a cabo las empresas del sector productivo incluidos los factores que la favorecen o la obstaculizan.

En el caso del sector productivo, los datos están referidos a las empresas con 20 o más personas ocupadas y, considerando que el esquema de muestreo fue probabilístico, los resultados obtenidos pueden generalizarse a toda la población objeto de estudio. En otras palabras, la forma en la que INEGI diseña la muestra permite comparar a las empresas beneficiarias del PEI y a las no beneficiarias del PEI con los datos de la ESIDET y generalizar los hallazgos a todas las empresas del país.

La ESIDET incluye una pregunta sobre si participan o han participado en los programas que forman parte del PEI; no obstante, en las encuestas y censos levantados en México se ha observado una subestimación del universo de las personas, hogares o unidades económicas beneficiarias de algún programa de gobierno. En el caso particular de esta encuesta, puede ser que quien responda el cuestionario no tenga información de si esa empresa ha participado o no en el programa.

En este contexto, para poder distinguir y caracterizar a las empresas apoyadas por el PEI versus el resto de las empresas se solicitó al INEGI un procesamiento especial de la información. Para realizar lo anterior el Conacyt integró un directorio con las empresas que habían sido apoyadas con los tres programas que forman parte del PEI. A partir de lo anterior, se identificaron, de ese universo, las empresas que

habían sido encuestadas en el último levantamiento de la ESIDET, que fue en 2014.

Después de realizar este ejercicio, se obtuvo una serie de tabulados con tres universos: el total de empresas, las empresas apoyadas por el PEI y el resto de las empresas. A continuación, se presentan los resultados.

Si bien el PEI ha apoyado mayoritariamente a empresas pequeñas y medianas, el perfil de las empresas que participan en el programa es de un tamaño mayor que la estructura productiva del país.

Tabla 1. Estructura de las empresas apoyadas por el PEI según tamaño de empresa, 2014

Personal ocupado total	Empresas sin apoyo PEI	Empresas con apoyo PEI
501 a más de 751	4.42%	23.36%
101 a 500	14.96%	35.92%
20 a 100	80.62%	40.71%

Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Dos terceras partes de las empresas beneficiadas por el programa pertenecen a la industria manufacturera, lo que contrasta con la estructura económica del país.

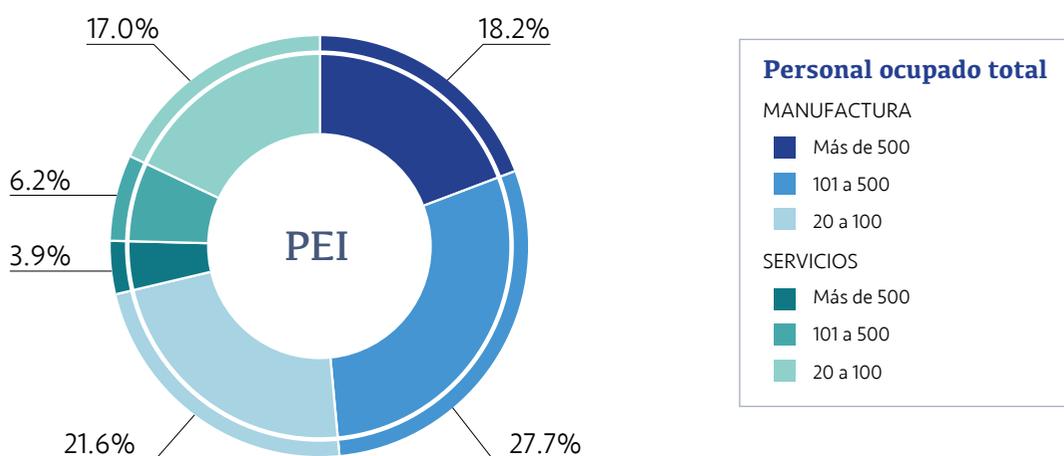
Tabla 2. Estructura de las empresas apoyadas por el PEI según actividad económica, 2014

Actividad económica	Total de empresas	Empresas con apoyo PEI
Minería	0.66%	0.76%
Manufactura	27.29%	67.46%
Construcción	13.49%	3.68%
Servicios	38.97%	27.13%
Complementos de servicios	17.88%	0.33%

* La agrupación de las unidades económicas se realiza de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional de la OCDE.
Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

En su mayoría, las empresas manufactureras que reciben apoyo del PEI son de tamaño pequeño o mediano. Mientras que la mayor parte de las empresas de servicios beneficiadas por el programa son pequeñas.

Gráfica 1. Estructura de las empresas apoyadas por el PEI según tamaño de empresa y actividad económica (manufactura y servicios), 2014



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

82.1% de las unidades económicas que contaron con apoyo gubernamental por medio del PEI son de tipo privado con capital 100% de origen nacional.

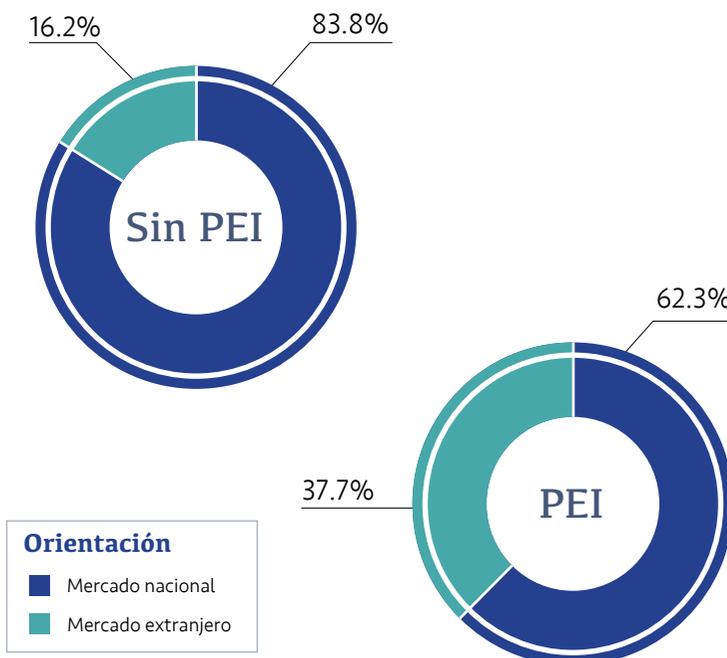
Gráfica 2. Estructura de las empresas apoyadas por el PEI según origen del capital, 2014



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el PEI tienen una mayor orientación al mercado externo.

Gráfica 3. Estructura de las empresas apoyadas por el PEI según orientación al mercado (origen de los ingresos), en comparación con aquellas sin el beneficio, 2013

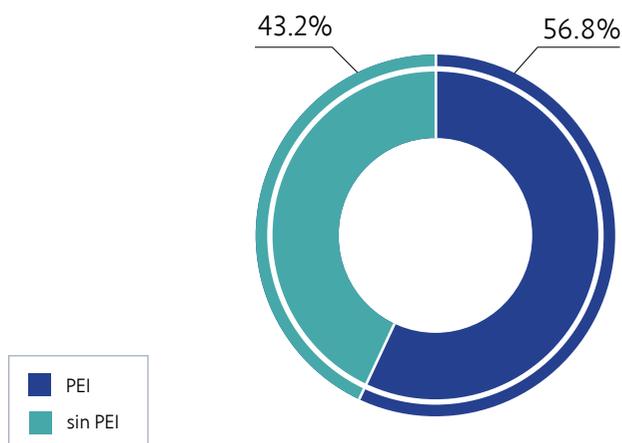


Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el PEI se destacan por su propensión a realizar investigación intramuros.

Del total de empresas del sector productivo que realizaron investigación intramuros, 56.8% fueron financiadas por el PEI. Dicho porcentaje representa el 26.27% del total de empresas beneficiarias del programa. Por otra parte, el 43.2% restante del total de empresas del sector productivo que realizaron investigación intramuros representa apenas el 0.69% de las empresas sin beneficios del PEI.

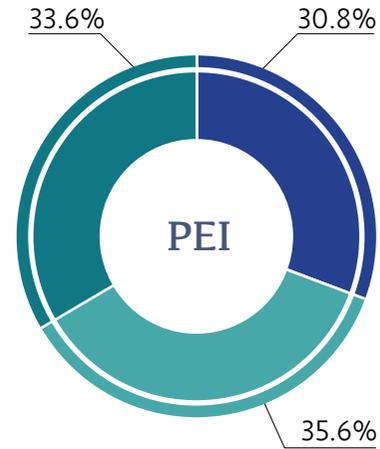
Gráfica 4. Porcentaje de empresas del sector productivo que realizaron IDT intramuros según participación en el programa, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Sin importar su tamaño, las empresas beneficiadas por el PEI realizan IDT intramuros.

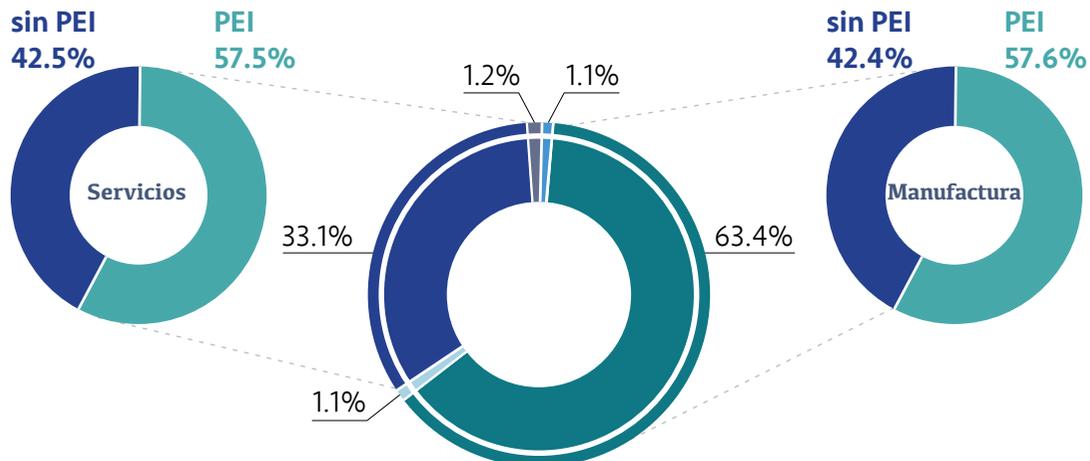
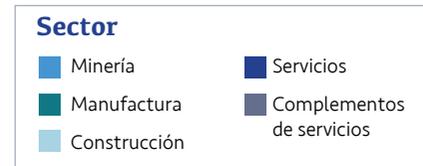
Gráfica 5. Empresas del sector productivo que fueron apoyadas por el PEI y realizaron IDT intramuros según tamaño de empresa, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

El sector manufacturero es donde mayormente se realiza IDT intramuros (63.4%), particularmente en empresas que participan en el PEI (57.6%).

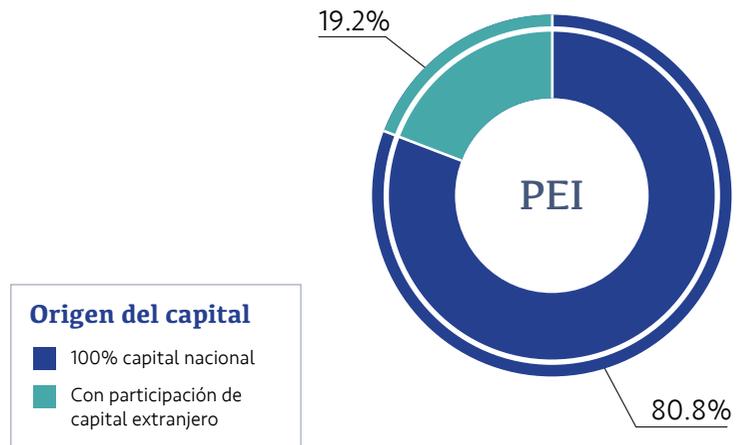
Gráfica 6. Empresas del sector productivo que realizaron IDT intramuros según sector de la industria y participación en el programa, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

De las empresas que reciben apoyo del PEI y realizan IDT intramuros, 80.8% tienen 100% de capital nacional.

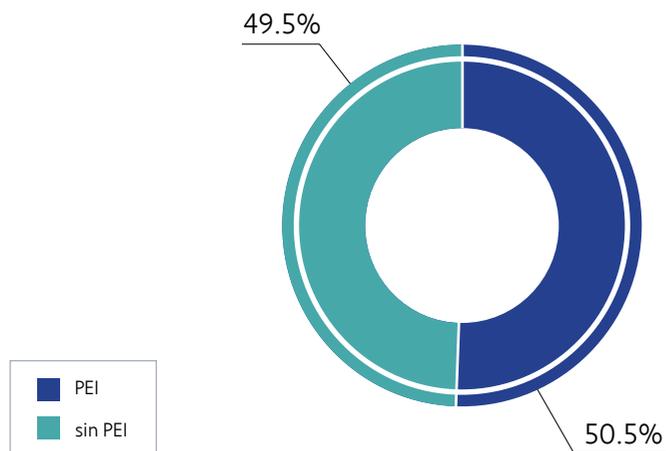
Gráfica 7. Empresas del sector productivo que fueron apoyadas por el PEI y realizaron IDT intramuros según origen del capital, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Al igual que en la investigación intramuros, las empresas apoyadas por el PEI tienen una mayor propensión a realizar investigación extramuros

Gráfica 8. Porcentaje de empresas del sector productivo que realizaron IDT extramuros de acuerdo a su participación en el programa, promedio 2012-2013

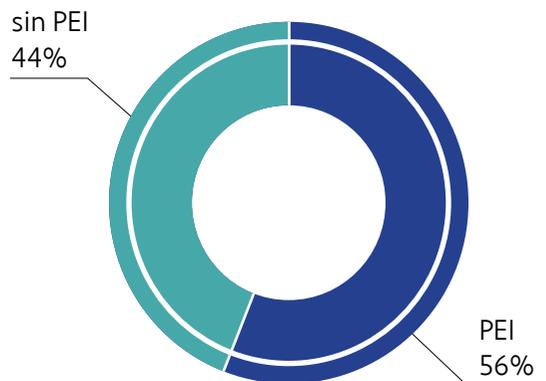


Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas beneficiarias del PEI cuentan con mayor infraestructura para IDT.

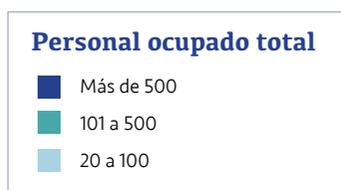
En la ESIDET, las empresas reportan si cuentan con un departamento (unidad o área) dedicado formalmente a la IDT dentro de sus instalaciones. Sólo 1.56% del total de empresas contestaron afirmativamente. Del total de empresas que contaron con apoyo del PEI, 26.3% cuentan con un departamento de IDT; y de las que cuentan con ese departamento, 56% han participado en el PEI.

Gráfica 9. Porcentaje de empresas del sector productivo que contaron con un departamento dedicado formalmente a la IDT intramuros de acuerdo a su participación en el programa, promedio 2012-2013

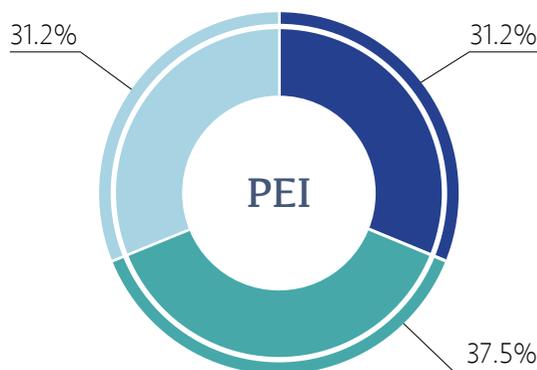


Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas con apoyo del PEI que cuentan con un departamento de IDT, están en todos los segmentos de acuerdo al tamaño de las empresas.



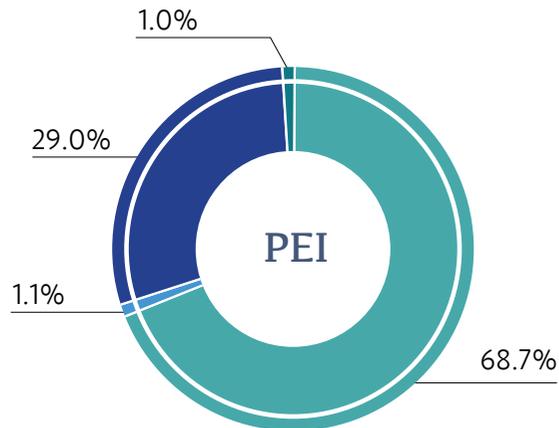
Gráfica 10. Empresas del sector productivo que fueron apoyadas por el PEI y contaron con un departamento dedicado a la IDT intramuros por tamaño de empresa, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Y la mayor parte pertenecen al sector manufacturero.

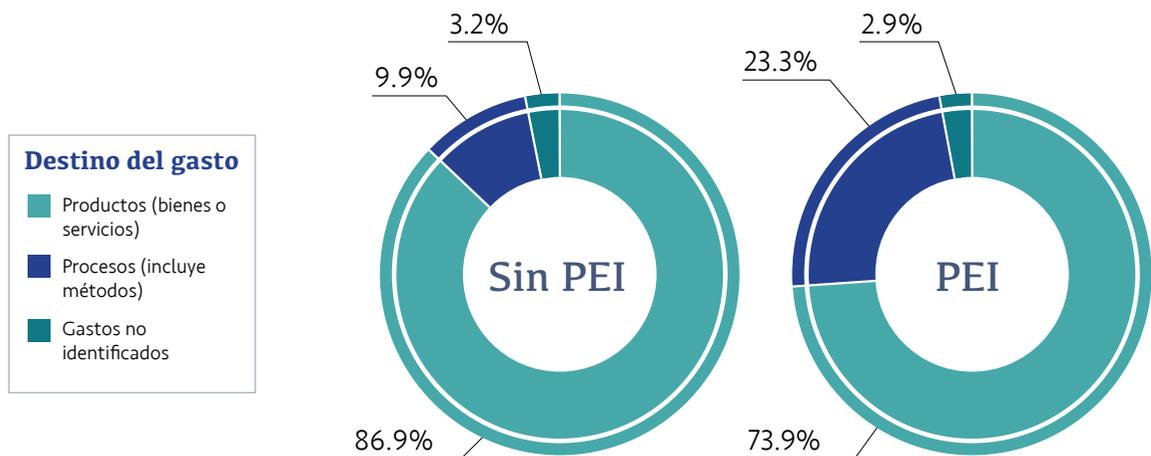
Gráfica 11. Empresas del sector productivo que fueron apoyadas por el PEI y contaron con un departamento dedicado a la IDT intramuros según sector de la industria, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el PEI destinan mayor porcentaje de su gasto en IDT a la innovación de procesos.

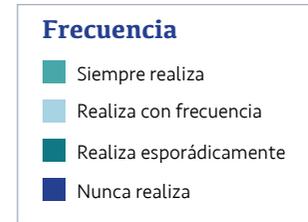
Gráfica 12. Perfil del gasto en IDT intramuros por las empresas del sector productivo, según destino del gasto en productos o procesos, 2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el programa tienen mayor propensión a realizar actividades de madurez tecnológica.

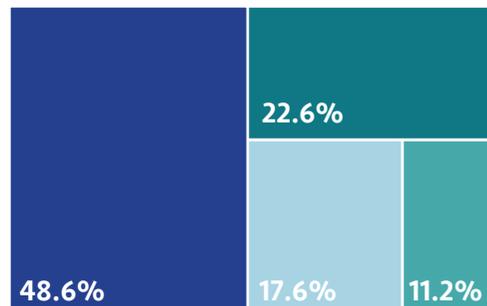
Gráfica 13. Estructura de las empresas de acuerdo a la frecuencia con que realizan alguna de las actividades de madurez tecnológica de acuerdo a su participación en el programa, promedio 2012-2013



Empresas sin apoyo del PEI



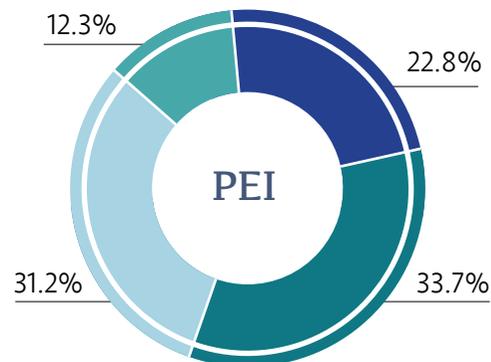
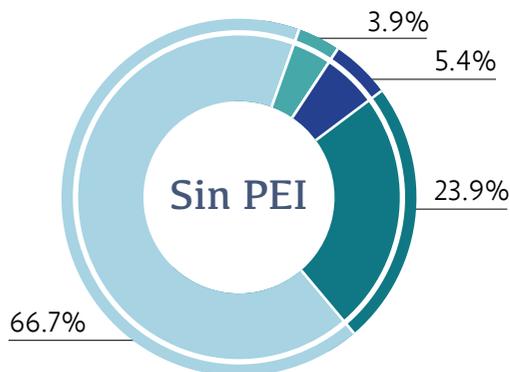
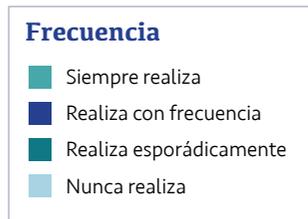
Empresas con apoyo del PEI



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el PEI se caracterizan por adquirir equipo, maquinaria y licencias con mayor frecuencia.

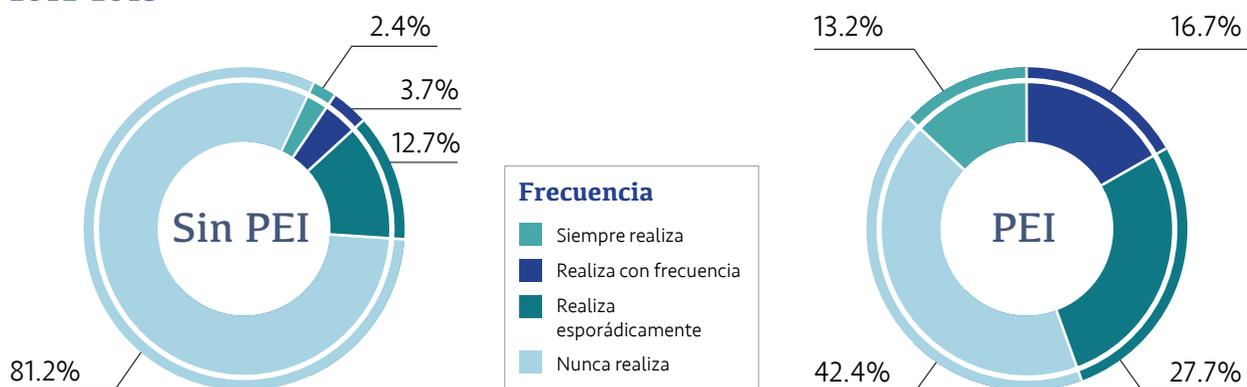
Gráfica 14. Estructura de las empresas que adquieren licencias sobre productos o procesos o compra maquinaria y equipo para ampliar sus procesos de producción, según frecuencia con que realiza la actividad de madurez tecnológica, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas con apoyo del PEI muestran mayor interés por conocer cómo funciona la tecnología que utilizan, por lo que son capaces de aprovechar racionalmente sus recursos tecnológicos.

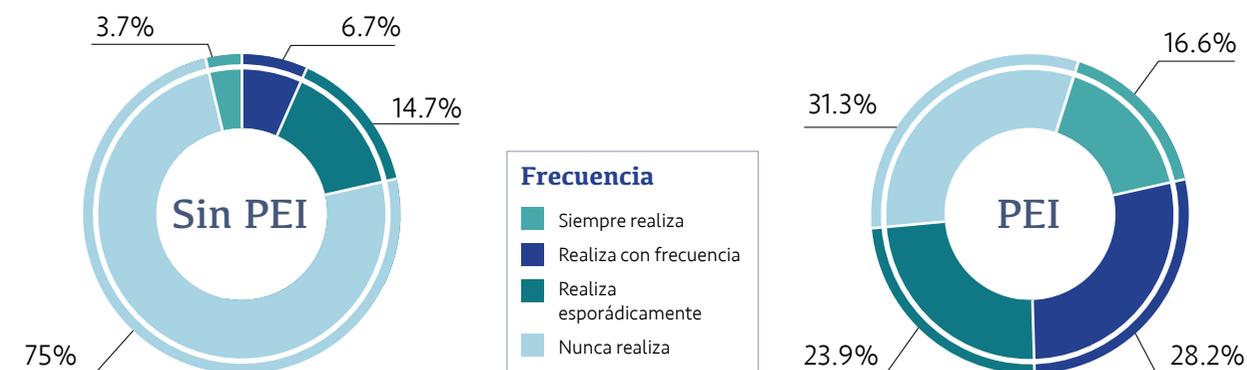
Gráfica 15. Estructura de las empresas que adquieren licencias sobre productos o procesos o compra maquinaria y equipo, y la asimila al documentar los aspectos relacionados con estas tecnologías, según frecuencia con que realiza la actividad de madurez tecnológica, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas beneficiadas por el PEI se distinguen por ser capaces modificar la tecnología de los productos y maquinaria que adquieren, por lo que pueden mejorar la eficiencia de su producción.

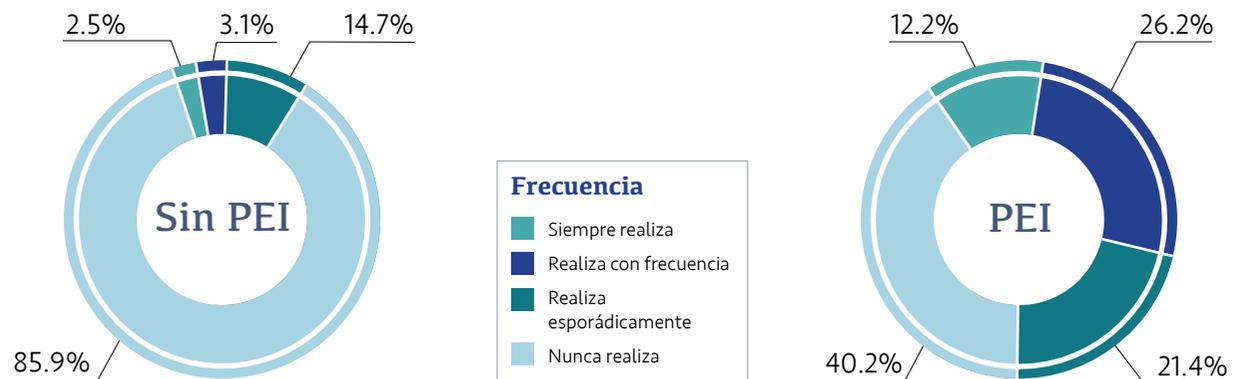
Gráfica 16. Estructura de las empresas que adaptan y modifican las tecnologías sobre productos o procesos, maquinaria o equipo adquiridos con la finalidad de establecer mayores niveles de eficiencias en la producción, según frecuencia con que realiza la actividad de madurez tecnológica, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el PEI disponen de personal altamente calificado que desarrolla tecnología propia con mayor frecuencia.

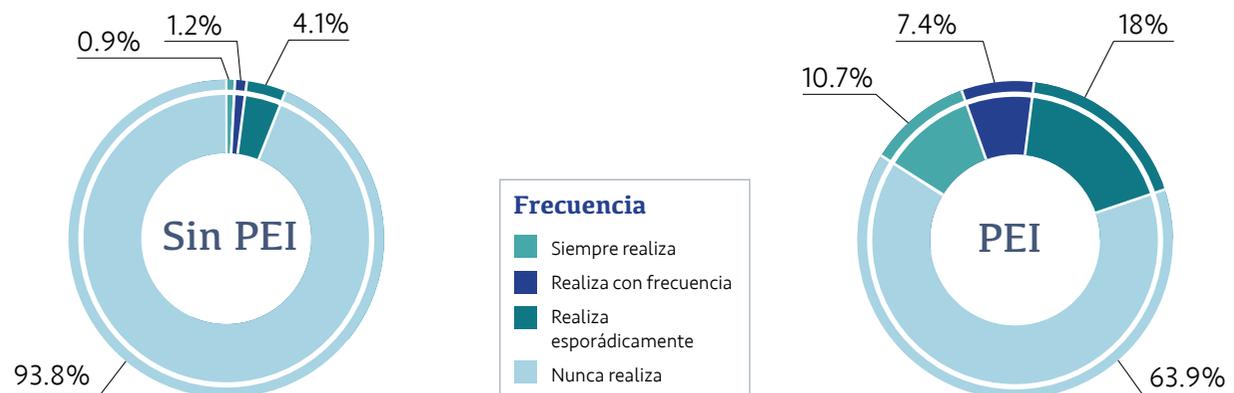
Gráfica 17. Estructura de las empresas que generan o desarrollan tecnología propia para el uso exclusivo de la empresa o de empresas del mismo grupo al que pertenece, según frecuencia con que realiza la actividad de madurez tecnológica, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el PEI patentan con mayor frecuencia los productos y tecnologías que desarrollan. Este es un indicador de la intensidad de innovación de la empresa.

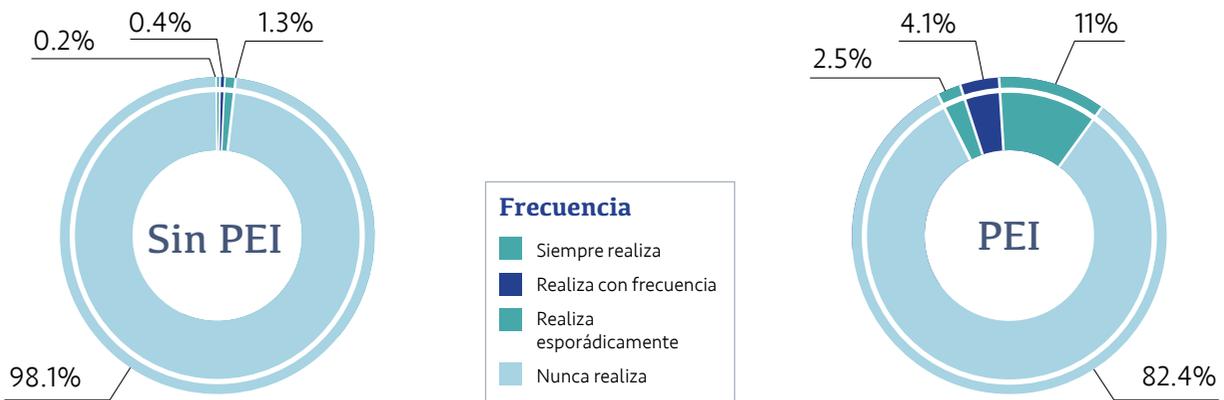
Gráfica 18. Estructura de las empresas que patentan los productos o tecnologías desarrolladas, según frecuencia con que realiza la actividad de madurez tecnológica, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Además de generar tecnología propia, las empresas apoyadas por el PEI se caracterizan por vender con mayor frecuencia sus desarrollos a otras empresas.

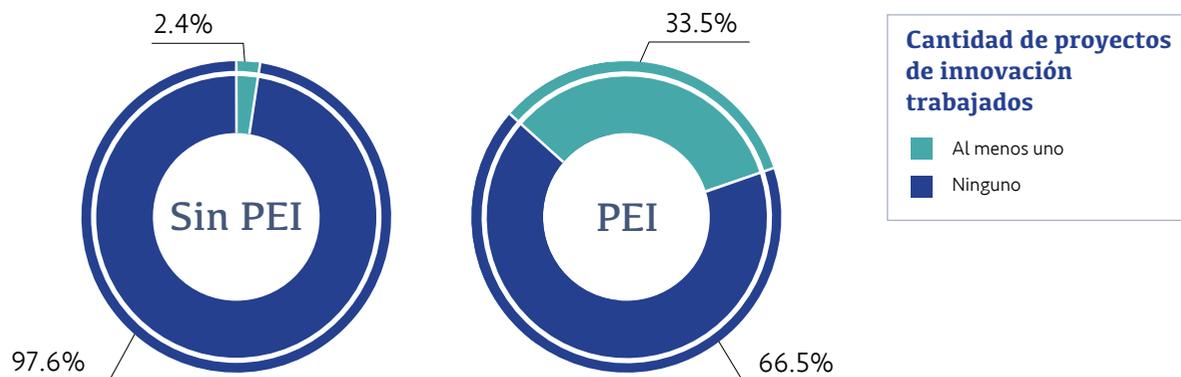
Gráfica 19. Estructura de las empresas que, además de generar o desarrollar tecnología propia, venden la tecnología a otras empresas, según frecuencia con que realizan esta actividad de madurez tecnológica, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas beneficiadas por el PEI son más propensas a trabajar en proyectos de innovación que las empresas que no participan en el programa.

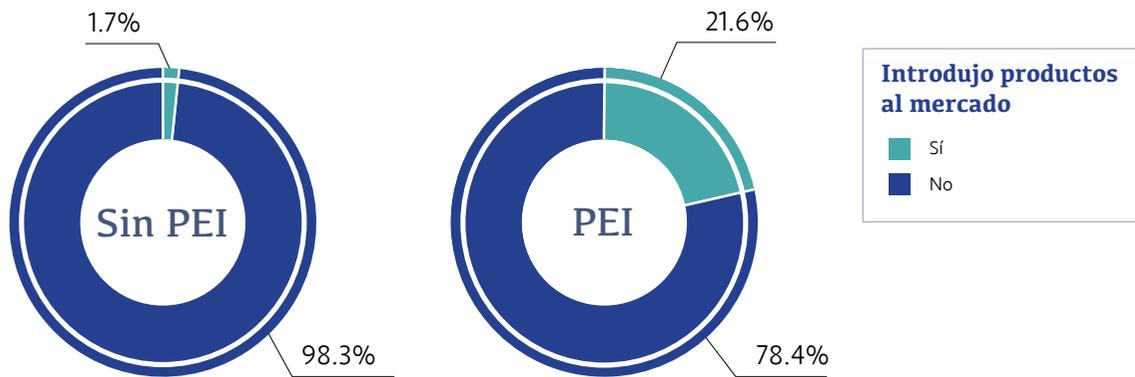
Gráfica 20. Porcentaje de empresas del sector productivo de acuerdo a la cantidad de proyectos trabajados para la innovación de productos (bienes o servicios) o procesos (incluye métodos), promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas beneficiadas por el PEI son más propensas a introducir productos nuevos al mercado en comparación con el resto de las empresas.

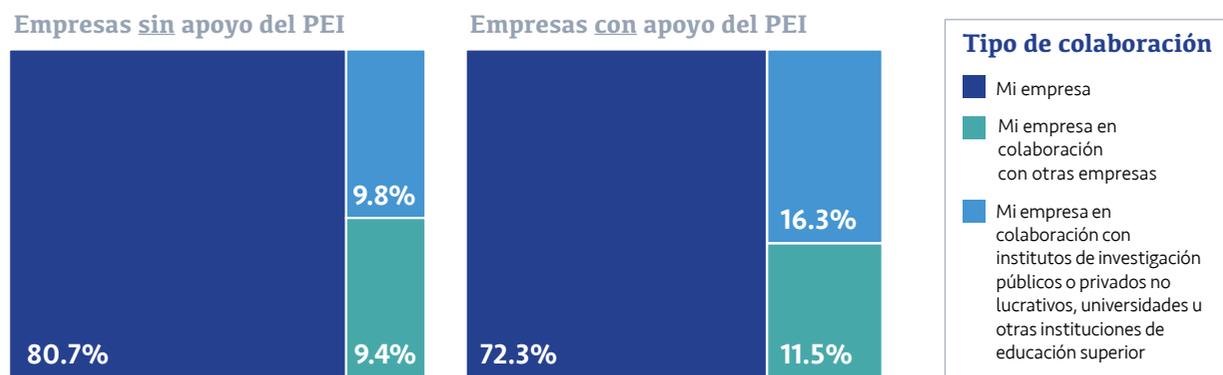
Gráfica 21. Porcentaje de empresas del sector productivo de acuerdo a su participación en el mercado mediante la introducción de productos (bienes o servicios), promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas que participan en el programa son más propensas a realizar innovación de manera colaborativa con universidades o centros de investigación.

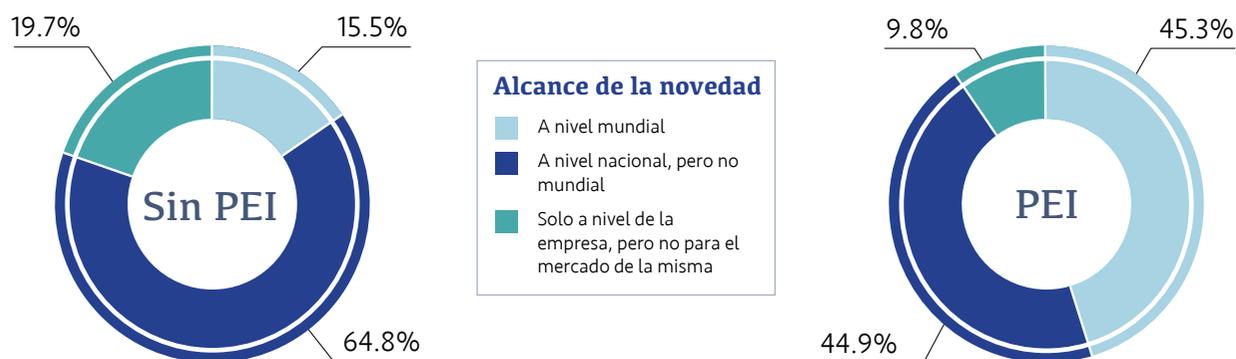
Gráfica 22. Estructura de empresas del sector productivo que realizaron innovación en productos (bienes o servicios) nuevos o significativamente mejorados introducidos al mercado, según tipo de colaboración con universidades o centros de investigación, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas beneficiarias del PEI tienen un mayor enfoque mundial en materia de innovación.

Gráfica 23. Estructura de productos (bienes o servicios) nuevos, o significativamente mejorados, introducidos al mercado, según alcance de la novedad, promedio 2012-2013



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Entre los principales objetivos de la innovación destacan aspectos relacionados con el mercado y la reducción de costos.

Tabla 3. Estructura de empresas del sector productivo que consideran altamente significativos los objetivos de la innovación, según objetivo, 2014

Objetivo de la innovación	Empresas sin apoyo PEI	Empresas con apoyo PEI
Aumentar la participación en el mercado o crear nuevos mercados	9.8%	10.7%
Mantener la participación en el mercado	10.8%	10.4%
Mejorar la calidad del producto o servicio	10.3%	10.2%
Cumplir con estándares y regulaciones	9.3%	9.9%
Ampliar la gama de productos o servicios de la empresa	7.4%	9.4%
Reducir costos	9.4%	8.9%
Desarrollar productos o servicios que no afecten al medio ambiente	7.8%	8.4%
Reducir los daños al medio ambiente durante el proceso o método de generación de servicios	8.4%	7.4%
Reducir el consumo de energía	8.1%	7.4%

Objetivo de la innovación	Empresas sin apoyo PEI	Empresas con apoyo PEI
Reducir la utilización de insumos	7.0%	6.7%
Mejorar la flexibilidad productiva	6.7%	5.8%
Sustitución de sus actuales productos o servicios en el mercado	5.1%	4.8%
Otros	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Las empresas apoyadas por el PEI dan mayor importancia a los centros de investigación y universidades como fuentes externas de innovación.

Tabla 4. Estructura de empresas del sector productivo que consideran altamente significativas las fuentes externas para la innovación, según tipo de fuente, 2014

Fuentes externas	Empresas sin apoyo PEI	Empresas con apoyo PEI
Otras empresas del mismo grupo	6.7%	7.4%
Empresas de la competencia	8.2%	9.1%
Clientes	17.0%	16.6%
Empresas de consultoría nacional	4.2%	4.3%
Empresas de consultoría extranjera	4.3%	3.4%
Proveedores de equipo, materiales y componentes	10.6%	8.6%
Otras empresas nacionales	4.2%	2.9%
Otras empresas extranjeras	3.8%	3.3%
Universidades u otros institutos de educación superior	5.8%	7.5%
Institutos de investigación públicos o privados	6.2%	8.1%
Patentes	6.3%	7.0%
Conferencias, seminarios y revistas especializadas	6.4%	6.9%
Redes computarizadas de información	8.4%	7.7%
Ferias y exposiciones industriales	8.0%	7.1%
Otras	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

De acuerdo con las empresas, los principales obstáculos a la innovación están relacionados con aspectos monetarios.

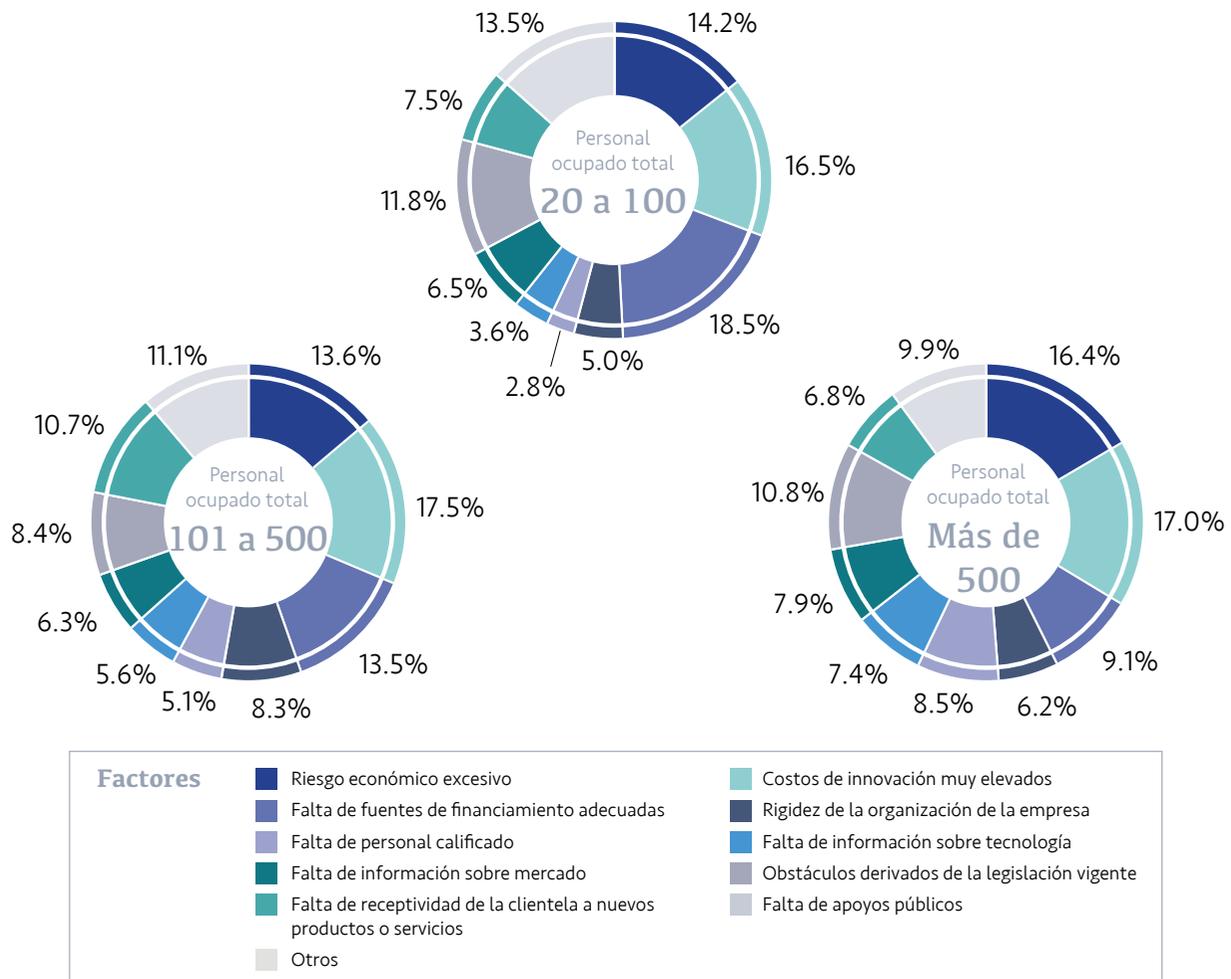
Tabla 5. Estructura de empresas del sector productivo que consideran altamente significativos los factores que obstaculizan las actividades de innovación, según factor de innovación, 2014

Obstáculos a la innovación	Empresas sin apoyo PEI	Empresas con apoyo PEI
Costos de innovación muy elevados	16.1%	17.0%
Riesgo económico excesivo	14.0%	14.6%
Falta de fuentes de financiamiento adecuadas	11.5%	14.0%
Falta de apoyos públicos	10.4%	11.6%
Obstáculos derivados de la legislación vigente	11.8%	10.3%
Falta de receptividad de la clientela a nuevos productos o servicios	8.0%	8.5%
Falta de información sobre mercado	6.9%	6.8%
Rigidez de la organización de la empresa	5.0%	6.5%
Falta de información sobre tecnología	8.1%	5.4%
Falta de personal calificado	8.3%	5.3%
Otros	0.0%	0.0%

Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

Con independencia de su tamaño, para las empresas con apoyo del PEI los principales obstáculos a la innovación están asociados con los altos costos y el riesgo económico excesivo.

Gráfica 24. Empresas del sector productivo que fueron apoyadas por el PEI y que evalúan⁵¹ como altamente significativos⁵² los factores que obstaculizan las actividades de innovación, según factor de innovación y tamaño de la empresa, 2014



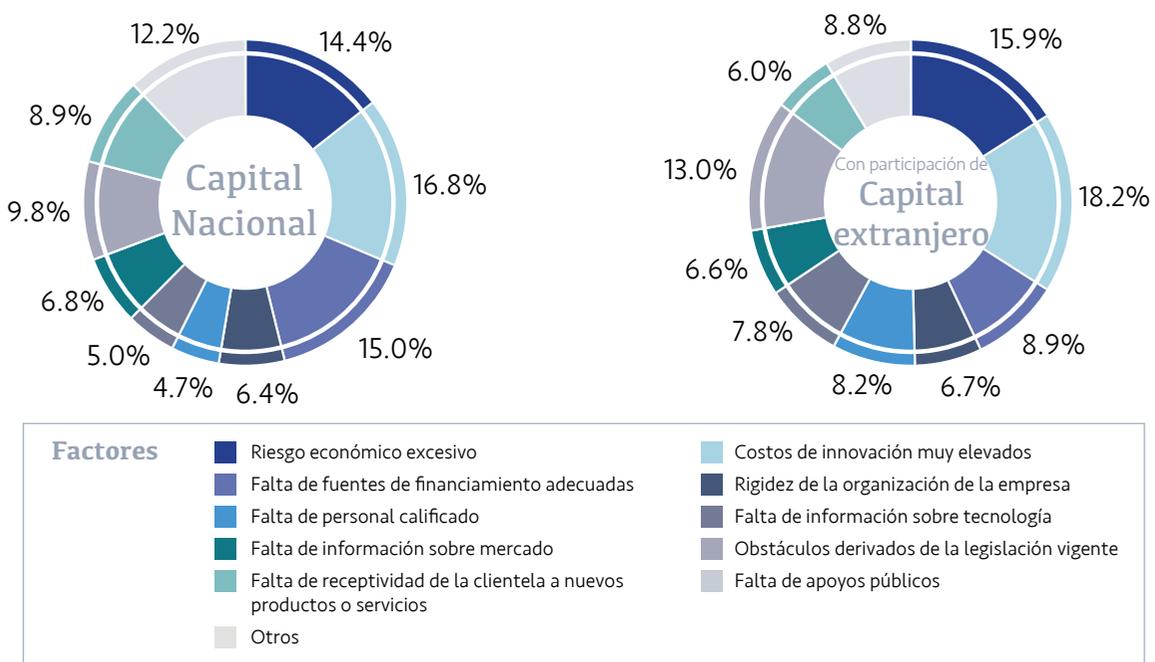
Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

⁵¹ Los niveles de evaluación son: 1) altamente significativo, 2) moderadamente significativo, 3) poco significativo y 4) no significativo. En el gráfico sólo se muestra el primer nivel (altamente significativo).

⁵² La evaluación que las empresas encuestadas realizan de cada factor es independiente del resto de factores, es decir, pueden evaluar como altamente significativo más de un factor que obstaculiza las actividades de innovación.

La valoración de los aspectos monetarios como principal obstáculo a la innovación se mantiene incluso diferenciando a las empresas beneficiarias del PEI por origen de capital.

Gráfica 25. Empresas del sector productivo que fueron apoyadas por el PEI y que evalúan⁵³ como altamente significativos⁵⁴ los factores que obstaculizan las actividades de innovación, según factor de innovación y origen de capital, 2014



Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET, 2014.

⁵³ Los niveles de evaluación son: 1) altamente significativo, 2) moderadamente significativo, 3) poco significativo y 4) no significativo. En el gráfico sólo se muestra el primer nivel (altamente significativo).

⁵⁴ La evaluación que las empresas encuestadas realizan de cada factor es independiente del resto de factores, es decir, pueden evaluar como altamente significativo más de un factor que obstaculiza las actividades de innovación.

II. ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL PEI POR TAMAÑO DE EMPRESA

En esta sección se presenta un análisis del impacto del PEI en el gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas, utilizando los datos a nivel micro obtenidos por el INEGI con la integración de la información de la ESIDET a nivel unidad económica y los registros administrativos del Conacyt de las empresas que han participado en el PEI.

Análisis del impacto en el PEI utilizando la ESIDET 2010

Una primera investigación sobre el particular fue desarrollada por el Dr. Ángel Calderón Madrid en un proyecto para Conacyt denominado: "Evaluación de los programas INNOVATEC, INNOVAPYME y PROINNOVA de apoyos a la innovación empresarial durante 2009", con el que se buscó evaluar los impactos inmediatos en adición al gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas de los programas del PEI, es decir: "¿Cuánto habría gastado en investigación y desarrollo tecnológico una empresa beneficiaria del programa si no hubiera contado con el apoyo económico obtenido por Conacyt?".

Para responder esta pregunta y considerando que no se cuenta con información directa de las empresas sobre el particular, en la investigación se utilizan diversos métodos de evaluación de impacto para identificar el efecto causal del PEI en el gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas, en particular el método de variables instrumentales.

Para la regresión con variables instrumentales, la variable dependiente es el logaritmo del gasto en investigación y desarrollo tecnológico de la empresa en 2009, la variable endógena es el haber participado en el programa, con valor de 1 si fue beneficiaria del programa y 0 si no lo fue. Ésta se instrumenta, entre otras variables, con el rango de calificación promedio obtenido por su proyecto. Se incluyeron además otras variables dependientes que se consideran exógenas, por ejemplo, si la empresa tiene 100% de capital mexicano y si cuenta con una unidad o área dedicada a la IDT intramuros.

El análisis "encontró un impacto positivo, significativo e importante en empresas con 250 trabajadores o menos. En cambio, se rechazó que éste fuera también el caso cuando se trata de apoyo económico otorgado a empresas grandes con más de 250 trabajadores". En otras palabras, el apoyo recibido por las pymes detonó una mayor inversión en investigación y desarrollo tecnológico por parte de éstas.

Análisis del impacto en el PEI utilizando la ESIDET 2014

Al igual que en el estudio anterior, en los modelos econométricos con variables instrumentales se utiliza como variable dependiente el logaritmo del gasto en investigación y desarrollo de las empresas y como instrumento la calificación obtenida por los órganos de evaluación Conacyt. De igual manera se consideraron dos estratos: empresas con 250 trabajadores o menos (pymes) y empresas mayores a 250 trabajadores.

De la misma manera que en el estudio anterior, se incorporaron las siguientes variables explicativas: si la empresa ha experimentado restricciones de financiamiento para investigación, si ha tenido obstáculos debido a la legislación vigente, si

existen factores de riesgo económico excesivo que obstaculizan la investigación, si es una empresa exportadora, su valor de ventas, si cuenta con la colaboración de otras empresas o institutos de investigación, el sector económico en el que se ubica, si es una empresa 100% de su capital nacional y si dispone de una unidad o área destinada a la IDT intramuros. En algunos modelos también se incluyó el personal ocupado.

En las diferentes formulaciones de los modelos utilizados se llega a la misma conclusión que en el estudio basado en la ESIDET 2010, es decir, se detecta un impacto positivo y significativo en el gasto en investigación y de desarrollo de

las pymes como consecuencia del Programa de Estímulos a la Innovación. De igual manera, es positivo y significativo el impacto de que la empresa cuente con un área de investigación; y tiene signo negativo y significativo el coeficiente que capta el impacto de contar con una inversión 100% nacional, lo que refleja la baja propensión a invertir en investigación y desarrollo que ya observamos en el apartado anterior.

Lo contrario sucede con las empresas mayores a 250 trabajadores donde, al igual que en el modelo estimado en base a la ESIDET 2010, los resultados del PEI en el gasto en investigación y desarrollo no son significativos.

En síntesis, tanto las estimaciones basadas en la ESIDET 2010 como las que se respaldan en la ESIDET 2014 encuentran resultados en el mismo sentido del impacto del PEI: positivo y significativo para las pymes y no significativo para las empresas grandes. No obstante, y probablemente por diferencias en el número de observaciones, los parámetros resultan diferentes (1.39 vs. 3.19), aunque dentro del rango con un 95% de confianza. En futuros estudios se requerirá de mayor investigación sobre el diseño de la muestra de la ESIDET y detalle en la integración de las bases de datos.

Tabla 6. Síntesis de los resultados basados en la ESIDET 2014 a partir de variables seleccionadas

	Modelo pymes 1	Modelo pymes 2	Modelo pymes 3	Modelo empresas grandes
<i>PEI</i> ⁵³	3.191**	3.257**	3.315**	0.495
	(1.336)	(1.307)	(1.291)	(0.798)
<i>MyP</i> ⁵⁴		-0.37		
		(0.702)		
<i>restcred</i>	0.583	0.583	0.612	-0.356*
	(0.949)	(0.95)	(0.945)	(0.525)
<i>d_riesgo</i>	1.353*	1.33*	1.179*	0.079
	(1.061)	(1.064)	(1.056)	(0.582)
<i>d_nal</i>	-1.624*	-1.699*	-1.844*	-0.142
	(1.206)	(1.225)	(1.207)	(0.583)
<i>d_umej</i>	5.310***	5.352***	5.472***	7.769***
	(0.807)	(0.825)	(0.833)	(0.518)
Constante	-52.995	-74.238	-7.767	-14.733
	(111.318)	(115.635)	(141.053)	(86.104)
Observaciones	74	74	74	137
F valor	4.34	4.13	3.91	9.04

Fuente: Elaboración propia con información de la ESIDET 2014.

⁵³ PEI (Programa de Estímulos a la Innovación); *MyP* (empresas micro y pequeñas); *restcred* (restricciones de financiamiento); *d_riesgo* (riesgo económico que obstaculiza la investigación); *d_nal* (inversión nacional); *d_umej* (área destinada a la investigación y desarrollo intramuros). Indicaciones de significancia estadística: el asterisco simple (*) para $P < 0.05$, doble asterisco (**) para $P < 0.01$, y triple asterisco (***) para $P < 0.001$.

⁵⁴ Variable dicotómica para diferenciar a las empresas micro y pequeñas (*MyP*) de las medianas El modelo 1 corresponde a las micro, pequeñas y medianas empresas.

En éste, el programa del PEI tiene efecto positivo y significativo en el gasto en investigación y desarrollo. Igualmente, la variable de unidades de investigación intramuros cuenta con efectos positivos y significados en el gasto.

El modelo 1 corresponde a las micro, pequeñas y medianas empresas. En éste, el programa del PEI tiene efecto positivo y significativo en el gasto en investigación y desarrollo. Igualmente, la variable de unidades de investigación intramuros cuenta con efectos positivos y significados en el gasto.

El modelo 2 es muy similar al primero, pero se agrega una variable dicotómica para diferenciar entre las empresas medianas de las micro y pequeñas. Aunque el efecto no sea significativo, la variable dicotómica muestra una relación negativa entre el gasto en investigación y ser una empresa micro o pequeña.

El modelo 3, a diferencia de los dos primeros, agrega variables de control para el número de trabajadores en la empresa. El efecto del número de trabajadores es levemente significativo al 0.5. Sin embargo, los efectos del PEI y de las unidades de investigación intramuros mantienen efectos muy similares y significativos en los tres modelos para las pymes.

Para el cuarto modelo, a diferencia de los tres primeros, únicamente se utilizaron empresas de más de 250 trabajadores. Posteriormente, se realizó un modelo con las mismas variables explicativas que el primero; sin embargo, no se encuentran efectos significativos.

En resumen, la variable de unidades de investigación intramuros es la única que permanece con efectos similares y significativos en los cuatro modelos. Asimismo, el efecto del PEI es significativo en las pymes y se puede observar una ligera relación negativa y significativa en aquellas empresas con capital 100% nacional.

VIII DATOS POR REGIÓN Y CASOS DE ÉXITO

I. CASOS DE ÉXITO

La selección de los casos de éxito que se presenta a continuación asegura que estén representadas todas las entidades federativas y se privilegian los casos con las mejores evaluaciones y que tengan vinculaciones entre el sector privado y los CPI/IES. La selección final incluye los sectores que más apoyó el PEI durante el tiempo que ha operado, los cuales están alineados con los sectores prioritarios a nivel estatal.

La selección de los casos reportados para este documento se realizó a partir de una primera lista proporcionada por el Conacyt. Una vez realizada la selección, el equipo de investigación desarrolló un perfil de cada caso de éxito en el que se incluyó los integrantes, la motivación, los objetivos, los logros y el desarrollo general de cada proyecto.

En todos los casos, la fuente primaria de información fue la solicitud de apoyo que las empresas integraron para ser apoyadas por el PEI. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a profundidad con participantes de cada proyecto en 102 de los casos. Dependiendo del proyecto, las entrevistas se realizaron con directores generales o encargados técnicos de las empresas o las contrapartes de investigación y desarrollo de los CPI/IES. Cada caso tiene en su pie de página la fuente utilizada para la integración del mismo.

A continuación, se presentan algunas estadísticas descriptivas que permiten observar las diferencias entre los proyectos PEI y los casos de éxito.

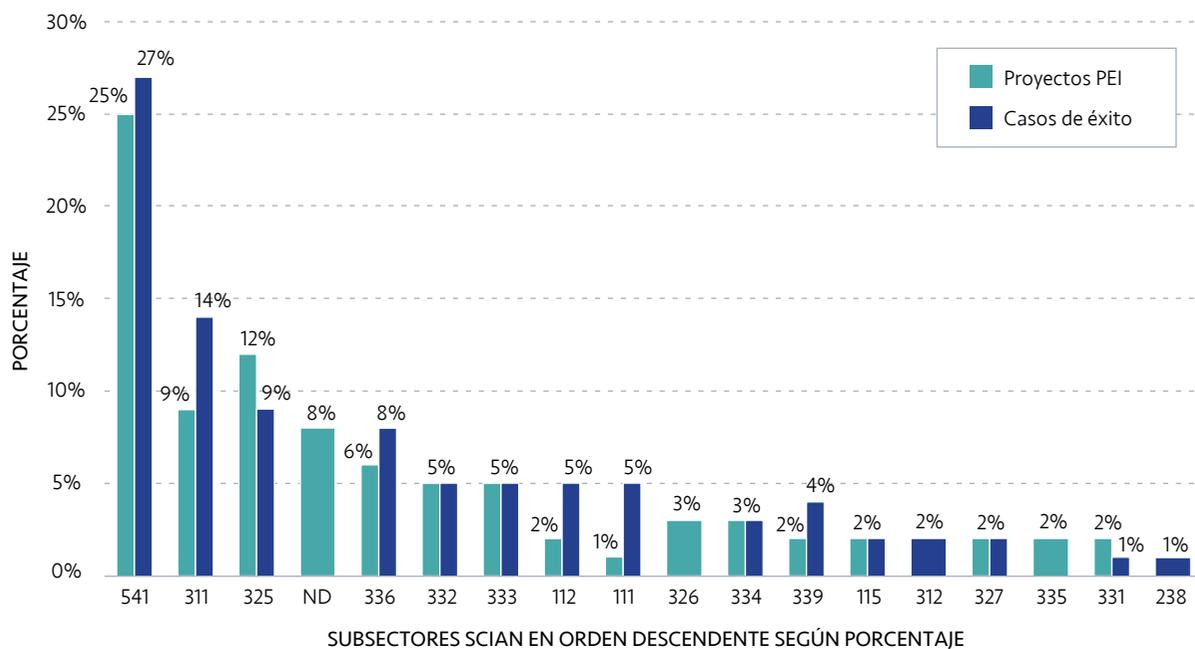
Tabla 1. Estadísticas descriptivas de los casos de éxito respecto del total de casos pei

Tipo de proyecto	Casos	Inversión total	Calificación promedio	Recursos privados / públicos	Recursos destinados a cpi/ies
PEI	5,810	8.65	86.67	1.13	25%
Caso de éxito	160	12.25	88.15	1.01	30%

Fuente: Elaboración propia con información de diversas fuentes de registros administrativos proporcionados por Conacyt.

En cuanto a los sectores en ambos universos, en la gráfica siguiente se presenta el porcentaje de proyectos correspondientes a cada uno de los sectores plasmados en el eje de las abscisas. Por ejemplo, 25% de los proyectos PEI fueron ejecutados en el sector 541 y 27% de los casos de éxito pertenecieron a este sector.

Gráfica 1. Proyectos pei 2009-2017 y casos de éxito, porcentaje de proyectos por sector scian

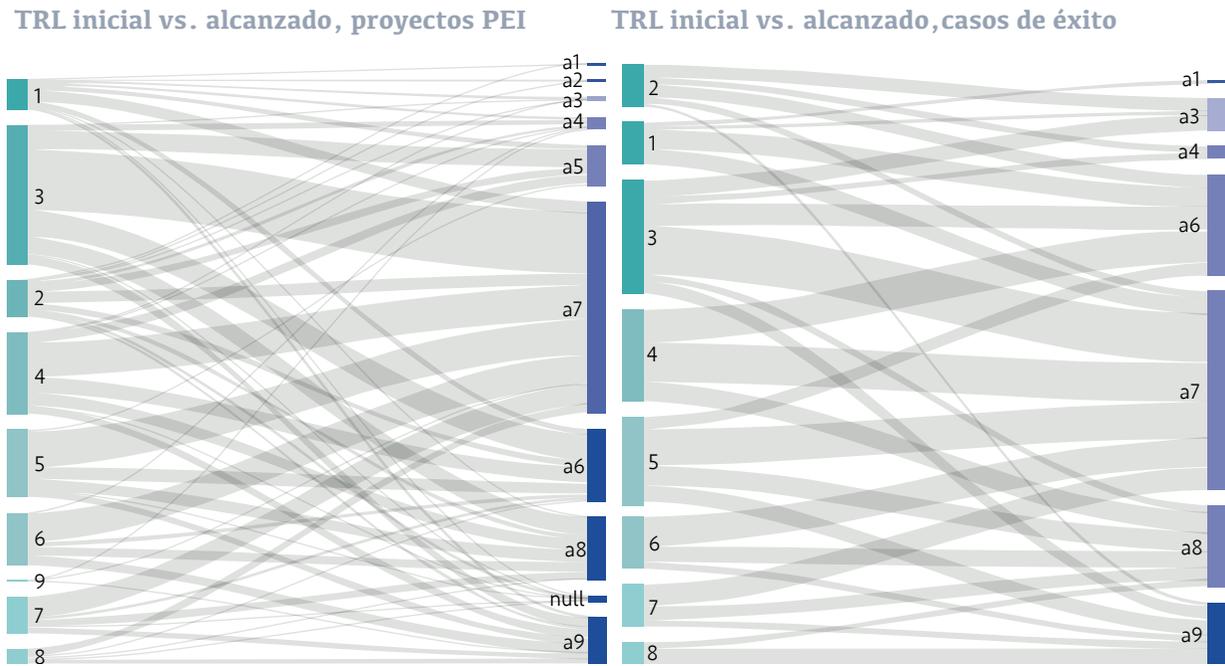


Fuente: Elaboración propia con información de registros de Conacyt.

Finalmente, se repite la utilización de la gráfica Sankey para observar la maduración tecnológica que experimentaron los proyectos con el apoyo del PEI. Puede observarse que los patrones de distribución de los proyectos PEI en general y de los casos de éxito también son similares: inician mayoritariamente en los TRL 3, 4 y 5 y terminan en el número 7.⁵⁷

⁵⁷ Se contó con 151 observaciones de casos de éxito para la gráfica Sankey.

Gráfica 2. Niveles de maduración tecnológica, inicial vs. alcanzado, del total de proyectos beneficiarios del PEI y de los casos de éxito



Fuente: Elaboración propia con información de la Matriz de Indicadores de Resultados de Conacyt.

En la siguiente sección se presentan algunas consideraciones metodológicas que permitieron establecer las distintas regiones en las cuales se integran los casos de éxito.

II. DATOS POR REGIÓN

Esta sección está caracterizada por una visión más granular de los proyectos del PEI a nivel de regiones, estados y sectores. Para la agrupación regional, se realizaron ejercicios que permitieran visualizar el nivel de

desarrollo económico con la inversión realizada por el PEI. No obstante, para facilitar la comparación con otros programas del Conacyt, se utilizó la clasificación de regiones geográficas que emplea esta institución.

Tabla 2. Agrupación regional de las entidades de México

Región	Número de entidades	Entidades
Noroeste	4	Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora
Noreste	6	Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas
Occidente	5	Aguascalientes, Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit
Centro	7	Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Morelos, Querétaro y San Luis Potosí
Sur Oriente	5	Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Veracruz
Sureste	5	Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán

Fuente: Elaboración propia con base en la regionalización de Conacyt.

Ilustración 1. Mapa de la agrupación regional de las entidades de México



Tabla 3. Indicadores a nivel regional⁵⁸

Región ⁵⁹	Total de proyectos	Promedio de calificación de los proyectos	Monto total invertido (mdp)	Promedio del monto destinado a vinculación	Cociente recursos privados / públicos
Noroeste	634	86.34	5,740	0.25	1.02
Noreste	1,403	87.81	12,118	0.25	1.08
Occidente	767	86.98	7,868	0.22	1.24
Centro	1,990	86.80	16,641	0.24	1.20
Sur Oriente	712	85.56	6,924	0.25	1.23
Sureste	464	84.83	2,927	0.37	0.73
País	5,970	86.71	52,218	0.25	1.13

Región ⁶⁰	Total de proyectos	Innovaciones	Inst. vinculadas	Empleos	Registros de propiedad intelectual	Capacitaciones y formaciones
Noroeste	634	1,799	381	2,946	589	4,399
Noreste	1,403	3,882	942	4,644	1,072	8,904
Occidente	767	2,155	579	3,066	656	4,444
Centro	1,990	5,435	1,619	5,737	1,416	10,433
Sur Oriente	712	2,397	537	3,114	614	4,925
Sureste	464	992	325	1,647	361	2,893
País	5,970	16,660	4,383	21,154	4,708	35,999

Región	Número de casos	Nivel de maduración tecnológica		
		Inicial	Final	Variación
Noroeste	185	4.41	7.12	2.71
Noreste	354	3.76	7.02	3.26
Occidente	252	4.17	6.67	2.50
Centro	535	4.13	6.80	2.66
Sur Oriente	236	4.22	6.86	2.64
Sureste	151	3.99	6.53	2.54
		4.09	6.85	2.76

Fuente: Elaboración propia con información de la base *ex post*.

⁵⁸ Los totales varían respecto de los resultados nacionales por la información disponible a nivel regional y por el redondeo. En total, se contó con 3,314 encuestas respondidas antes de la limpieza de bases de datos.

⁵⁹ Datos estimados a partir de los promedios regionales.

⁶⁰ Se contó con un total de 1,713 encuestas a nivel nacional para el cálculo de estas variables.

Tabla 4. Promedios regionales por proyecto

Región	Total de proyectos	Promedio por proyecto				
		Innovaciones	Inst. vinculadas	Empleos	Registros de propiedad intelectual	Capacitaciones y formaciones
Noroeste	634	2.84	0.60	4.65	0.93	6.94
Noreste	1,403	2.77	0.67	3.31	0.76	6.35
Occidente	767	2.81	0.75	4.00	0.85	5.79
Centro	1,990	2.73	0.81	2.88	0.71	5.24
Sur Oriente	712	3.37	0.75	4.37	0.86	6.92
Sureste	464	2.14	0.70	3.55	0.78	6.23
País	5,970	2.77	0.72	3.79	0.82	6.25

Fuente: Elaboración propia con información de la base *ex post*.

A continuación, se presenta un breve análisis de las seis regiones, información estadística de cada entidad y los casos de éxito correspondientes.

A. REGIÓN NOROESTE

De las seis regiones del país, la región Noroeste es la que está compuesta por el menor número de entidades (4). En esta región fueron aprobados y desarrollados 634 proyectos con una inversión total de 5,740 millones de pesos.

La región Noroeste se caracteriza por haber tenido un apoyo robusto para los servicios de tecnologías de la información (incluido en el subsector 541), un sector que prácticamente triplica su inversión al compararlo con el segundo lugar.

Además, esta región destaca por el alto nivel en la calidad de los proyectos presentados al PEI, de modo particular en el sector manufacturero, el cual es importante para el desarrollo regional.

La región Noreste fue la segunda con más innovaciones por proyecto de todo el país, aunque con el menor número promedio de instituciones vinculadas por proyecto. Además, presentó el valor promedio más alto de empleos por proyecto; así como el mayor número de registros de propiedad intelectual por proyecto, de acuerdo con información recabada a través de encuestas de Conacyt. Asimismo, desde la implementación del PEI y hasta el día de hoy, en la región Noreste se ha realizado la mayor cantidad de capacitaciones y formaciones por proyecto.

Los tres sectores⁶¹ donde se realizaron las inversiones más vastas fueron:⁶²

- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos⁶³ (1,546 mdp, 204 proyectos).
- **311** Industria alimentaria (487 mdp, 48 proyectos).
- **112** Cría y explotación de animales (414 mdp, 43 proyectos).

Los sectores mejor calificados fueron:⁶⁴

- **212** Minería de minerales metálicos y no metálicos, excepto petróleo y gas (90.8, 14 proyectos).
- **333** Fabricación de maquinaria y equipo (90.1, 32 proyectos).
- **339** Otras industrias manufactureras (89.2, 24 proyectos).

⁶¹ Sin incluir aquellos proyectos que no tenían sector específico (ND en la base de datos).

⁶² Incluye inversión pública y privada.

⁶³ Incluye tecnologías de la información, segundo subsector más apoyado por el PEI.

⁶⁴ Con al menos 10 proyectos evaluados.

A.1. Descripción de los casos de éxito



Datos pei Baja California		Ranking	
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	524.41		12
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	148.36		11
Unidades económicas 2014	95,882		16
Total proyectos presentados	800		10
Total proyectos apoyados	279		7
Efectividad estatal	0.35		7
Calificaciones	84.40		25
Monto total invertido	2,303.69		8
Monto público invertido	957.97		11
Proporción privado / público	1.40		4
Proporción invertido en vinculación	0.17		32
Nivel de innovación promedio inicial	4.58		5
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.16		7
Avance en nivel de innovación	2.58		19

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Diseño mexicano de punta para conectores de bolsas de aire⁶⁵

La industria automotriz, de gran dinamismo en nuestro país, enfrenta una gran competencia y una demanda que exige reducir cada vez más los costos y lanzar productos desarrollados en tiempos menores, que incluyan la validación de producto a nivel prototipo.

Furukawa de México S.A. de C.V. (FURMEX) inició operaciones en 1998, manufacturando cables para conectores de bolsa de aire. Entre 2012 y 2014 realizó tres proyectos, los cuales fueron apoyados por el PEI: 1) primera línea prototipo de ensamble para conectores de bolsa de aire, desarrollando los equipos y el proceso completo; 2) integración del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, y 3) primera línea prototipo de conectores de bolsa de aire ultraligeros. En 2016, continuando con la investigación e innovación en sus procesos de manufactura para bajar los costos de producción y mejorar la calidad, decidieron poner en marcha un nuevo proyecto.

Como parte de su búsqueda constante de proyectos de innovación en el sector automotriz, FURMEX se propuso el desarrollo de un nuevo proceso para manufactura de conectores de bolsa de aire de alta eficiencia a fin de incrementar el número de circuitos por conector en un menor espacio (cable) o bien mantener el mismo número de circuitos en un cable de dimensiones más reducidas. Un conector de bolsa de aire es una bobina que se repliega dentro de su cuerpo cuando el volante gira. Su función es mantener la continuidad eléctrica de todos los componentes de la bolsa de aire, los cuales incluyen: bolsa de aire, claxon y cualquier tipo de controles, tales como el radio, el teléfono, la temperatura del volante o el automático de velocidad, entre otros.

Los principales resultados fueron la generación de un conector de bolsa de aire con un número máximo de 24 circuitos, con lo que se obtiene mayor conectividad en un cable más pequeño; se incrementó la productividad en el cable plano que va dentro del producto en un 30%; se desarrolló un proceso nuevo de soldadura: la soldadura resistiva, que consiste en la generación de calor al atravesar la corriente eléctrica dos o más superficies de metal, y la consolidación de un laboratorio de investigación, desarrollo e innovación en la compañía compartido con la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

El Instituto de Ingeniería de la UABC, con el que FURMEX se vinculó buscando la innovación de conectores de bolsa de aire de alta eficiencia, cuenta con una Unidad de Transferencia de Tecnología y Resultados de Investigación. Para la UABC, lo más importante del proyecto fue el cumplimiento de los objetivos de la empresa y la validación de su propuesta de innovación del conector de 24 circuitos mediante el ensayo de todos los materiales y de sus nuevos métodos de soldadura, así como el desarrollo de un reglamento para la propiedad intelectual.

Derivado de los proyectos PEI, FURMEX tiene el registro de una primera patente: Método y sistema para la detección del punto neutro en conectores SRC (*Steering Roll Connector*). La empresa ya había invertido en proyectos de innovación con el Instituto de Ingeniería de la UABC desde hace aproximadamente ocho años y, ante la necesidad de la innovación y desarrollo del sector, se aprobó la construcción y generación de un Centro de Investigación en la empresa, que actualmente comparte con el Instituto de Ingeniería.

La empresa destaca que, sin recursos del PEI, los logros alcanzados habrían requerido una inversión mucho mayor de tiempo. El PEI logra conjuntar los esfuerzos del gobierno, sector privado y academia para lograr el desarrollo y llegar a un objetivo común. Para FURMEX ha implicado aumentar significativamente su producción de conectores.

Los planes trazados después del PEI incluyen un nuevo proyecto que consiste en maximizar la durabilidad del cobre, uno de los materiales más usados en los procesos, considerando factores en contra como temperatura y tiempos de utilización, entre otros.

2. Nueva tecnología de alimentación que busca detonar la producción de atún en cautiverio⁶⁶

La empresa LITGO, S.A. de C.V., observó que aun cuando el consumo per cápita de pescado y los esfuerzos en materia pesquera se han incrementado, no se ha logrado aumentar en la misma proporción las capturas en mar abierto. Bajo esta inquietud fue que planteó desarrollar la investigación y formulación de un alimento balanceado para atún, siendo esta especie de alto valor comercial.

⁶⁵ **Proyecto 231699.** Desarrollo de nuevo proceso para manufactura de conector de bolsa de aire de alta eficiencia.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

⁶⁶ **Proyecto 232016.** Desarrollo de nueva tecnología de alimentación para la acuicultura del atún en México.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

El objetivo del proyecto de LITGO fue contribuir en el avance de la acuicultura del atún aleta azul en México, reuniendo los conocimientos para optimizar el crecimiento de este pez en entornos cautivos, optimizar su alimentación, así como la forma en que el alimento es entregado a los peces en cautiverio. Uno de los propósitos específicos fue producir formulaciones de alimentos.

Se logró un producto que contiene todas las necesidades nutricionales para detonar el crecimiento de cualquier pez marino. La innovación cubrió varias áreas tales como la formulación de ingredientes secos y húmedos, así como su elaboración, para que ese alimento sea consumido por peces que provengan del medio natural y no estén acostumbrados a los pelets (alimento seco comprimido); esto dará la ventaja de ofrecer alimentos con mayor contenido de proteína y grasa a los peces con mayor requerimiento de nutrientes, como atunes y peces reproductores. Este alimento está caracterizado por una alta estabilidad, ya que mantiene su forma en el agua por más de 10 minutos, lo que asegura que no hay lavado de nutrientes, que se consume en su totalidad por los peces y que no deja desperdicio en el medio ambiente. Esto es, un pelet terso y suave, denso en nutrientes que no se perderán rápidamente al entrar en contacto con el agua de mar, además de que no utiliza sardina fresca o congelada, dejándola para consumo humano. Asimismo, este alimento se podrá adecuar al tamaño requerido y a la cantidad de grasa necesaria según la temporada, pudiendo también incrementarse o disminuirse sus contenidos de proteína, todo esto de acuerdo al estatus nutricional del organismo.

LITGO forma parte de un grupo de empresas con experiencia en estudios ambientales que ha observado un gran potencial en el desarrollo de la maricultura en México. Para este proyecto buscó a la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), por contar ésta con investigadores expertos en el área, así como infraestructura adecuada para desarrollar la innovación del alimento balanceado. La Universidad cuenta con un extrusor de prueba o planta piloto para el desarrollo de formulaciones y prototipos de alimentos.

En el desarrollo de la investigación se sustituyeron algunos ingredientes por aquellos que contenían proteínas más flexibles, y se utilizó un extrusor con una configuración que permitiera entregar un máximo de energía y una densificación del alimento, con el fin de hacerlo de alto hundimiento. También se observó que el tamaño del pelet y su forma no eran los mejores para alimentar el atún, así que se modificó

el inserto del extrusor, con lo que se generó un pelet de 15 centímetros de largo y 2.5 centímetros de diámetro, dejando un hueco al centro del pelet, lo cual ayuda a su secado.

De acuerdo con LITGO, sin el apoyo del PEI finalizar el proyecto hubiese demorado aproximadamente dos años o más, ya que no se hubiera contado con el recurso total para realizar investigaciones de esta índole ni con la colaboración de una institución especializada.

La empresa sigue trabajando con la UABC en el análisis de la digestibilidad *in-vitro*, estudio que dará la pauta para poder definir si el alimento elaborado es altamente digerible. La siguiente etapa es la realización de pruebas en atunes vivos y en encierros de engorda, utilizando los pelets elaborados por la empresa y compararlos con alimentos como sardina fresca o congelada, para lo cual buscará el apoyo del PEI.

3. Una herramienta tecnológica que optimizará la producción en la industria vitivinícola⁶⁷

El concepto sobre el que se basa la agricultura de precisión reside en aplicar la cantidad correcta de insumos, el momento preciso y lugar exacto, es decir, utilizar la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote. En el caso de la industria vitivinícola, es de gran importancia conocer con exactitud cuáles son las zonas dentro del viñedo en las que se encuentran las vides más maduras y vigorosas con las que se pueda tener una cosecha uniforme, produciendo como resultado un vino de alta calidad.

Dentro de este segmento tecnológico en el sector vitivinícola, la empresa Sperantus logró en el estado de Baja California un sistema de monitoreo ambiental en tiempo real, basado en tecnología inalámbrica y procesamiento de imágenes espectrales, multispectrales e hiperspectrales, para generar mapas edáficos y de vegetación que permiten la caracterización de los viñedos.

El proyecto planteó mejorar la plataforma WEGIS, desarrollada con anterioridad.⁶⁸ Se incluyeron estudios para obtener información de los tipos de enfermedades que pueden afectar los viñedos y se realizó el monitoreo de la calidad de

⁶⁷ **Proyecto 220713.** Fusión de datos de redes de sensores para el modelado y el aseguramiento de la calidad vitivinícola. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

⁶⁸ Esta propuesta es continuación del proyecto aprobado en el PEI 2014: "Plataforma hiperspectral para impulsar la viticultura de precisión en el Valle de Guadalupe".

la uva en sitio mediante determinación de antocianinas. La plataforma WEBGIS fue mejorada con información proveniente de distintas fuentes complementarias, como imágenes remotas de distintos espectros e información obtenida a partir de sensores que miden variables ambientales en los viñedos.

Con lo anterior, se logró el objetivo de integrar información generada mediante percepción remota, clasificación y monitoreo edáfico en una plataforma WEBGIS compatible con dispositivos móviles con el fin de llevar a cabo el monitoreo de viñedos en tiempo real para facilitar la toma de decisiones de los responsables de las actividades vitivinícolas, esto es, tanto viticultores como enólogos.

Sperantus fue fundada en 2008, a partir de la larga trayectoria de sus integrantes en distintos ámbitos del sector logístico y de la automatización de procesos mediante tecnologías web. Para lograr los objetivos del proyecto, la empresa unió sus esfuerzos con los de tres entidades: el Instituto Tecnológico Superior de Calkini, de Campeche, que trabajó en la determinación de la variabilidad del suelo de los viñedos, verificación de enfermedades de la vid, obtención de parámetros de rendimiento y madurez de la uva; la Universidad Autónoma de Yucatán, que estuvo a cargo del aseguramiento de la calidad de la innovación en todas las fases del proyecto, es decir, fase de inicio y planeación, de diseño, de construcción y de pruebas; y la Universidad Tecnológica de Tijuana, que participó en el diseño y gestión de levantamiento espectral e hiperespectral de las áreas de interés, definición de variables, planeación y diseño de trayectorias para el levantamiento de información y datos, entre otros.

Con el PEI, Sperantus y las instituciones vinculadas formaron una red sólida al disponer de diferentes competencias en los ámbitos de desarrollo tecnológico y administración, lo cual permitió la realización del proyecto de manera eficiente.

Sperantus proyecta continuar con la optimización del sistema, el desarrollo de un nuevo modelo matemático para monitoreo del viñedo y predicción del rendimiento y calidad de la uva, integración de los instrumentos e información del monitoreo edáfico, atmosférico y vegetal en tiempo real, así como la incorporación de un sistema de información geográfica con el modelo y datos anteriores.

4 · Desarrollo de un nuevo producto para el mercado de comunicaciones inalámbricas⁶⁹

El mercado de componentes electrónicos para tecnología móvil se encuentra en un momento acelerado de evolución y competencia, debido a que sus dispositivos — teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas, laptops, entre otros— se utilizan cada vez más en diversos sectores industriales, con requerimientos, aplicaciones y retos diferentes.

Ante la creciente demanda de dispositivos electrónicos multifuncionales y de un tamaño cada vez más reducido, se ha utilizado la tecnología LTCC (*Low Temperature Co-fired Ceramic*, esto es, apilado de multicapas de cerámica de baja temperatura) en muchas aplicaciones, ya que reduce las dimensiones de los circuitos y proporciona una alta conductividad mediante el apilado de capas de cerámica (hasta 16) que contienen resistencias, almacenadores y componentes, que a su vez incorporan una mayor cantidad de funciones y capacidad de conectividad, así como más velocidad para procesar grandes cantidades de información y menor consumo de energía. Otra gran ventaja es que cada capa puede ser inspeccionada a nivel individual y, en el caso de encontrarse un daño, ser remplazada, lo que evita la necesidad de fabricar un nuevo circuito. Además, es posible utilizar materiales de baja resistividad que se pueden encontrar de manera más sencilla en el mercado, como la plata y el oro.

En este contexto, Skyworks Solutions de México presentó una propuesta para obtener un prototipo funcional y un nuevo proceso tecnológico que integre la tecnología LTCC-Shielding para la fabricación de microcircuitos de arseniuro de galio y silicio, los cuales están destinados al mercado de comunicaciones inalámbricas. Este proyecto exige la fabricación de microcircuitos utilizando multicapas de cerámica, que no sólo deberán proporcionar y aumentar la capacidad del circuito sino también la conectividad eléctrica y rendimiento del circuito integrado.

Como resultado, se cuenta con un proceso tecnológico de fabricación de un microcircuito que integra multicapas apiladas de cerámica y un prototipo funcional con nuevos atributos diferenciadores incorporando tecnología LTCC-Shielding. Para ello se realizó el análisis de factibilidad del nuevo producto evaluando materiales, equipos y procesos, se desarrolló un nuevo proceso de fabricación de microcircuito integrando multicapas de cerámica, se evaluó el proceso para el desarrollo del prototipo funcional.

⁶⁹ **Proyecto 220183.** Investigación y desarrollo de prototipo funcional para microcircuitos con multicapas de cerámica. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Skyworks Solutions de México es una empresa que se dedica a la fabricación de semiconductores y componentes electrónicos, con más de 49 años establecida en Mexicali que ofrece un diverso portafolio incluyendo: interruptores, atenuadores, mezcladores, amplificadores de bajo ruido, sintetizadores, filtros, diodos, moduladores, entre otros componentes que van dirigidos a aplicaciones en diferentes tipos de industria y a la comunicación por redes inalámbricas, teléfonos inteligentes y tabletas electrónicas.

Para el presente proyecto, SkyWorks Solution de México se vinculó con el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) para diseñar y desarrollar el nuevo prototipo. La UABC cuenta con infraestructura tecnológica, en específico laboratorios de Radio Frecuencia, Microscopía Electrónica y también un laboratorio de simulación de procesos llamado Laboratorio de Semiconductores CISEM-UABC. Estos laboratorios han sido desarrollados gracias a los proyectos vinculados por medio del programa INNOVATEC de Conacyt. Asimismo, la UABC brindó asesoría especializada para el desarrollo de la investigación y análisis de factibilidad del nuevo microcircuito prototipo funcional que integra la tecnología LTCC.

Desde el 2010, SkyWorks Solution de México se ha incorporado a los programas de Conacyt donde ha desarrollado nuevos procesos y productos. Después de esta primera etapa en la que se tendrá el proceso de fabricación de microcircuitos usando la nueva tecnología y el prototipo funcional, se podrá tener una segunda para llevar a cabo análisis de resultados del prototipo, así como incrementar las características tecnológicas del proceso y el prototipo.

5. Desarrollo de un auricular con nuevos sensores para una mejor acústica⁷⁰

En la actualidad existe un crecimiento muy fuerte en el diseño y desarrollo de dispositivos auriculares que implementan sensores para su óptimo funcionamiento.

En el caso de los sensores capacitivos, éstos han sido utilizados como un mecanismo de detección de proximidad. La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, detectan objetos metálicos, o no metálicos y determinan si el auricular está puesto en la cabeza del usuario.

Adicionalmente, existe una amplia variedad de sensores que podrían ser utilizados en aplicaciones de sistemas embebidos. Algunas de las tecnologías actualmente disponibles en el mercado incluyen las de sensores con aplicaciones: biosensado, químicas, corriente/potencia, gases, humedad, iluminación, composición de materiales, posición/movimiento, presión, proximidad y temperatura, entre otras. Como ejemplo se tiene el segmento de internet de las cosas o IoT (*Internet of Things*), donde los sensores se centran en la generación de los datos por parte y además existe una arquitectura jerárquica que proporciona interconectividad a la red, en donde pueden alojarse servicios para el procesamiento de los datos generados.

En este campo, Plamex, con sede en Tijuana, es una de las principales plantas de producción y desarrollo del corporativo Plantronics, reconocida por su amplia línea de productos para comunicaciones de voz y audio con aplicaciones domésticas, de negocio y entretenimiento.

En los últimos años se han utilizado sensores para mejorar las funcionalidades de los productos desarrollados por Plamex. Específicamente, se han usado sensores capacitivos con diferentes fines: la comodidad de un auricular que sirva para varios dispositivos como PC, *smartphone* o *tablet*; un auricular para estilos de vida activos, con un diseño compacto y ligero que se adapte rápida y cómodamente a la oreja, la tecnología de sonido y elimine el molesto ruido de fondo, con alertas de audio y estuche de carga portátil; y un auricular *bluetooth* estéreo con anulación activa de ruido, conexión perfecta con PC o *smartphone*, alcance inalámbrico de 45 metros, movilidad sonido nítido.

En este proyecto, Plamex desarrolló un prototipo de un auricular que incorpora sensores embebidos para determinar la posición del brazo del micrófono del auricular. Vía los sensores será posible, además, proporcionar retroalimentación al usuario para que éste pueda mejorar la respuesta acústica del dispositivo. Como parte del diseño se consideran aquellos aspectos relacionados con los plásticos del ensamble del auricular, las partes mecánicas, así como el diseño de los subsistemas electrónicos que forman parte del mismo.

Adicionalmente, se desarrolló un receptor para la recarga inalámbrica de la batería del auricular, una nueva funcionalidad para los dispositivos portables. La empresa realizó un análisis del ciclo de vida del producto con el que se pretende medir su impacto ambiental y de esta forma evaluar y definir la estrategia de diseño para reducir dicho impacto y eficientizar los recursos naturales usados para su fabricación.

⁷⁰ Proyecto 231130. Desarrollo de un auricular con perfil acústico mejorado basado en el uso de sensores embebidos. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Para este proyecto, la empresa contó con sus propias competencias tecnológicas, que incluyen un laboratorio de desarrollo de ingeniería acústica, de prototipos de circuito impreso, de desarrollo de ingeniería electrónica y de radio frecuencia. Asimismo, se vinculó con la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), institución que apoyó con un estudio del estado de arte de sensores embebidos que pueden ser utilizados, así como el desarrollo de una aplicación de software para procesar los datos de los sensores embebidos y desarrollo de subsistemas electrónicos que forman parte de los prototipos funcionales.

La vinculación con instituciones académicas fortalece las competencias técnicas de la empresa en el diseño de nuevos

productos y favorece la atracción y adjudicación de otros proyectos de alto requerimiento tecnológico. La vinculación también favorece a la UABC, ya que otorga conocimiento de necesidades específicas y reales de la iniciativa privada, las cuales pueden ser utilizadas en la formación de profesionales y académicos altamente capacitados.

Este es un proyecto que requiere una planeación en múltiples etapas. El desarrollo del prototipo alcanzado formará parte de los bloques tecnológicos de la empresa que en un futuro se utilizarán para el desarrollo de nuevos productos basados en la tecnología de sensores embebidos, atendiendo las necesidades de clientes corporativos que hacen uso de aplicaciones con dispositivos portables.



BAJA CALIFORNIA SUR

Datos peI Baja California Sur		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	133.15	29
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	169.21	8
Unidades económicas 2014	28,114	32
Total proyectos presentados	96	32
Total proyectos apoyados	33	31
Efectividad estatal	0.34	9
Calificaciones	84.70	24
Monto total invertido	339.93	29
Monto público invertido	187.13	30
Proporción privado / público	0.82	23
Proporción invertido en vinculación	0.27	19
Nivel de innovación promedio inicial	4.89	2
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.00	11
Avance en nivel de innovación	2.11	29

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Desarrollo tecnológico y validación de alimentos funcionales innovadores para el cultivo de peces marinos y camarón⁷¹

Baja California Sur es considerado el mejor lugar del país para desarrollar la engorda de peces marinos por su ubicación geográfica y características de aislamiento y sanidad. En esta entidad, Promotora Industrial Acuasistemas, S.A. de C.V. (PIASA), logró desarrollar la tecnología de formulación, manufactura y validación de alimentos funcionales de nueva generación, con un sistema de manufactura de tres capas, incluyendo microorganismos benéficos y aditivos especiales para cultivos de camarones y peces nativos de la Península de Baja California. El sistema de manufactura de tricapa, mediante un equipo de dosificadores de alta precisión, dosifica al pelet (alimento comprimido) con ingredientes hidrosolubles y liposolubles, los cuales contienen propiedades tanto antibacterianas como antivirales.

La empresa instaló en 1989 su primera planta especializada en el país para la elaboración de alimento para la industria del camarón y a raíz de una crisis en la que se tuvieron altos índices de mortalidad en esta industria, se empezaron a buscar soluciones y herramientas para asegurar la sobrevivencia de los animales marinos. En 2015, mediante un proyecto apoyado por el PEI, la empresa desarrolló alimentos funcionales para el cultivo de peces marinos vía estrategias innovadoras de diseño y manufactura de alimentos extruidos a escala piloto y en paralelo desarrolló un sistema multicriterio para diseñar las fórmulas de alimentos para el camarón con base no sólo en requerimientos nutricionales sino en múltiples criterios de desempeño que toman en cuenta los niveles de rentabilidad, de ecoeficiencia que tienen que ver con qué tanto se desperdicia y qué tanto se va al medio ambiente, así como de bioseguridad, los cuales están relacionados con las enfermedades.

Este proyecto buscó incorporar todos los desarrollos científicos logrados en las investigaciones mencionadas. PIASA generó un protocolo poderoso de formulación y de manufactura en el que diferentes “herramientas” se incluyen en los alimentos balanceados para peces; la innovación está terminada a nivel piloto en la parte científica y tecnológica. Además, la empresa cuenta con una nueva generación de productos con marca, los cuales se denominan “Alimentos verdes de nueva generación”.

Desde su fundación, PIASA ha contado con acompañamientos de instituciones educativas. Para este proyecto buscó el apoyo científico y académico del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) considerando que estas instituciones tienen el conocimiento y la capacidad de respuesta que PIASA necesita.

La UABC colaboró en pruebas de dieta y para la inclusión de microorganismos benéficos en cultivo cerrado, y una granja de cultivo de peces. Por su parte, el CIBNOR trabajó con animales objeto de prueba para desarrollar una colección de microorganismos para peces de agua dulce, peces marinos y camarones, para ser aplicados en una de las capas de protección del pelet.

La empresa reconoce que sin el PEI realizar una investigación de este tipo sería muy complicado, ya que es de vital importancia la infraestructura científica y tecnológica que ofrece por medio de las vinculaciones con centros de investigación e instituciones de educación superior. PIASA estima que les hubiera llevado cinco años en vez de uno madurar este proyecto, y considera que el PEI permite alcanzar objetivos concretos y prácticos en un corto plazo.

Los beneficios del PEI para CIBOR se reflejan en la ampliación de su infraestructura, como un equipo que obtiene en 48 horas las curvas de crecimiento de 200 microcultivos y prueba múltiples condiciones para mejorar las formas de cultivo de microorganismos, además de probar retos de confrontación entre ellos; este equipo proporciona en muy poco tiempo grandes volúmenes de información útil para la acuicultura. También destaca la adquisición de un bioreactor automatizado para realizar procesos de escalamiento y producir microorganismos realizando protocolos para la empresa a escala industrial.

El siguiente paso en el proyecto es el aseguramiento de la calidad, la estandarización de los productos que se generaron a nivel laboratorio y su implementación a nivel industrial, para su posterior salida al mercado; esto forma parte del tercer proyecto dentro del marco del PEI, el cual ya está siendo desarrollado.

⁷¹ **Proyecto 230932.** Desarrollo tecnológico y validación de alimentos funcionales innovadores para el cultivo de peces marinos y camarón. Etapa II: alimentos tricapa. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representante de la empresa y del centro de investigación.

2. Sistema para que pequeños y medianos productores puedan hacer uso de la acuaponía⁷²

La empresa CSA de Baja California, S.A. de C.V., ha destinado esfuerzos al desarrollo de la acuaponía en condiciones controladas y de forma auto sostenible; asimismo, mantiene una estrategia tecnológica basada en las nuevas tendencias ecológicas para dar soluciones en inocuidad y buscando cero impactos ambientales.

La ventaja de la acuaponía es que se pueden obtener mayores y mejores cosechas con menores costos, lo que la convierte en un sistema innovador en el cual conviven peces y plantas: las heces de los peces se convierten en nitratos que sirven a las plantas; éstas, a su vez, filtran las toxinas del agua, por lo que este circuito se convierte en sostenible. Ambos cultivos se benefician por el reciclaje de agua y aprovechamiento de nutrientes.

Por ello, CSA de Baja California buscó desarrollar una planta piloto de un sistema productivo acuapónico, con tecnología de punta, que permita la obtención de productos vegetales ricos en ácidos grasos omega 3 y 6, y productos pesqueros de alto valor agregado, con una automatización del proceso que responda a variables controladas bajo niveles de operación y rendimiento, con la consecuente optimización, control y manejo de la calidad del agua en sistemas de recirculación.

Se logró un prototipo de un sistema de acuaponía a mediana escala, con controles de crecimiento y calidad nutricional de los productos vegetales y pesqueros, fácil de transportar y ensamblar. La importancia radica en que no había opciones de sistemas de acuaponía a mediana escala (un punto intermedio entre una planta de acuacultura que produce toneladas por cada ciclo y la escala doméstica).

La empresa busca la certificación oficial del sistema ya que, al obtenerla, estaría lista para construir sistemas de acuaponía personalizados para medianos y pequeños productores de la zona. También se realizó la solicitud de dos patentes: una relativa a la optimización del ciclo oscuro de las plantas (eficientar el tiempo de germinación) y otra al proceso interno único en acuaponía: conjuntar el sistema de flujo de nutrientes y el sistema que da soporte estructural a las plantas.

Desde hace más de tres años, CSA de Baja California ha investigado los sistemas de hidroponía (el crecimiento de plantas en un circuito cerrado, sin usar tierra, con la búsqueda de que los cultivos sean más eficientes y nutritivos), por lo que el paso natural fue la acuaponía, donde además de la hidroponía se utiliza la acuacultura, que es el cultivo de peces.

En este proyecto, la empresa colaboró con la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), con amplia experiencia en materia de acuaponía; el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, con sus capacidades en el desarrollo de sistemas de control electrónico y censado en granjas de acuaponía para la producción de aceites esenciales, y con Instituciones Educativas del Desierto, que participó en el diseño y acondicionamiento de instalaciones, ajuste de agua y humedad para optimizar los procesos, cuantificación de aceite extraído, entre otros procesos.

Durante el desarrollo de la innovación debieron determinar la calibración exacta del sistema según el tipo de planta y sus características de crecimiento y PH, porque cambios mínimos afectan a los peces; también comprobaron la movilidad del prototipo y aseguraron que la asistencia técnica remota fuera efectiva.

El efecto del PEI en este proyecto fue altamente positivo y rentable, ya que lograron desarrollar el prototipo en un año, y no en los tres que se estimaban.

CSA de Baja California comenta que una vez obtenida la certificación del sistema, el siguiente paso será buscar comercializar el prototipo, para lo que se requieren los análisis relativos a la manufactura y la viabilidad de ser replicado. Asimismo, se ha encontrado que el método de acuaponía puede encontrar aplicaciones en el sector nutracéutico, agroalimentario y en la elaboración de productos medicinales, por lo que las expectativas de crecimiento son prometedoras.

3. Innovadora herramienta e-commerce para el transporte marítimo de carga⁷³

La situación geográfica de Baja California Sur (BCS) obliga a que el transporte marítimo de carga sea el mejor medio de traslado de productos y vehículos. No obstante, las

⁷² **Proyecto 231534.** Sistema de acuaponía para producción de peces y plantas ricas en aceites esenciales por estrés hídrico. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

⁷³ **Proyecto 230854.** Desarrollo de un prototipo de motor de comercio electrónico para servicios de transportación marítima de carga con un enfoque de oferta extendida de servicios de alto valor para el cliente. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

empresas que ofrecen servicios de carga marítima en el estado tienen un límite de espacio, con cierta cantidad de buques y una inadecuada administración de los espacios disponibles. Los transportistas y empresas que trasladan insumos a BCS no podían consultar los precios de las unidades de transporte, los itinerarios de viaje para facilitar su operación diaria, ni la reservación en línea de espacios. Algunas empresas manejaban un sistema de pagos mediante tarjeta o depósitos en efectivo en alguna tienda física, otras contaban con sistema de reservaciones y pagos en línea, pero sólo para servicio de pasajeros y no para carga, o las que manejaban reservaciones en línea sólo podían ofrecer un tipo de boleto a la vez. Otro problema era que las plataformas de las empresas se encontraban en servidores de bajos recursos. Era claro que se requería de una solución integral para servicios de carga marítima por el Mar de Cortés.

De esta forma, Strategics de México, S.A. de C.V., empresa fundada en 2010, creó una herramienta idónea al desarrollar un motor de comercio electrónico para carga marítima en el Mar de Cortés, con el cual facilitar la comunicación entre las empresas transportistas y navieras, y mejorar la oferta de los espacios y el canal de proveeduría de insumos para la región por medio de esta plataforma que funcionará con información en tiempo real.

Este motor de comercio electrónico, además de un punto de venta en línea, cuenta con un algoritmo de inteligencia artificial o de análisis de bases de datos, para que en base a los espacios disponibles, éstos sean aprovechados y las unidades de transporte tengan un mayor porcentaje de utilización. Además, enlaza los espacios disponibles con todas las empresas de carga que necesitan este servicio, las cuales pueden reservar con la seguridad de que llegarán a la terminal pactada con un espacio confirmado para su carga. También contempla la consulta de precios de los diferentes tipos de unidades de transporte, itinerarios de viaje y canales de proveeduría para facilitar la operación diaria.

La empresa decidió vincularse con la Universidad de Baja California (UBC), cuya participación consistió en el análisis y desarrollo de las aplicaciones móviles, tanto en sistema operativo iOS como Android. Se encargó de analizar los requerimientos de la empresa, definió escenarios, la estructura de software, realizó pruebas y simulaciones en dispositivos reales, así como desarrolló los manuales de uso de las aplicaciones.

Strategics de México asegura que sin el apoyo del PEI el proyecto hubiera tardado en madurar de dos a tres años más;

gracias a su apoyo se vinculó con una institución de educación superior por primera vez y trabajará en vinculación futuras investigaciones. Para la universidad, los beneficios se reflejaron en un aumento de infraestructura y laboratorios especializados para el desarrollo de aplicaciones iOS.

La empresa tiene una estrategia global en esta materia en tres partes: la primera empezó con un PEI 2015 "Desarrollo de un prototipo de motor de comercio electrónico para servicios de transportación marítima de pasajeros con un enfoque de oferta extendida de servicios de alto valor para el cliente", motor enfocado exclusivamente a pasajeros; la segunda parte es este proyecto referente a la oferta de espacios de carga de la industria marítima en el Mar de Cortés, y la tercera empezó a desarrollarse en 2017, enfocada en servicios turísticos para todo el mercado que viene del transporte marítimo.

La empresa comparte que ha trabajado con varios fondos y financiamientos, y el PEI ha sido la mejor plataforma de apoyo a la innovación y desarrollo que han conocido en México, siendo un programa que genera capital a las empresas.

4 . Nueva tecnología para producción superintensiva y sostenible de camarón⁷⁴

Durante los últimos años, la industria camaronera de México y del mundo ha sido colapsada por enfermedades infecciosas emergentes, como las causadas por el virus y por la bacteria *vibro parahaemolyticus*, de las que la industria aún no logra recuperarse. Lo anterior ha puesto en evidencia la vulnerabilidad de las granjas y la necesidad de contar con sistemas de producción más eficaces, seguros y que generen menor impacto al ecosistema.

En Baja California Sur, la empresa Granjas Marinas de Sinaloa, S.A. de C.V., desarrolló un sistema de producción superintensiva de camarón blanco que permite un control de patógenos mediante la dosificación continua de comunidades microbianas benéficas, generadores de flóculos y con capacidad de control biológico. Con este prototipo de producción, con un diseño modular funcional, se busca garantizar mayor bioseguridad, mayor número de ciclos de producción por año, mayor eficiencia de producción y mejor relación con el ambiente.

Con esta nueva tecnología, bajo condiciones controladas de producción se mejora la productividad con una reducción

⁷⁴ **Proyecto 231864.** Sistema súper intensivo para la producción de camarón basado en regímenes continuos de reactivación microbiana. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

de riesgos y una mayor calidad e inocuidad del producto. También hay un incremento en la eficiencia y estabilidad en el manejo de la calidad del agua con una incidencia directa sobre los volúmenes requeridos para la producción a menos de 50% y una reducción proporcional de costos de energía necesaria para bombeo. La biotransformación efectiva de los desechos nitrogenados y del carbono residual en el sistema redundan en una reducción del impacto ambiental. La innovación permite por lo menos cuadruplicar la producción por hectárea y reducir los costos por bombeo de agua.

Cabe señalar que fue necesaria la evaluación del prototipo en las diferentes condiciones ambientales que se generan en la región en las distintas estaciones del año, para disponer de los datos suficientes para valorar el impacto del desarrollo tecnológico y tomar decisiones respecto a la adopción, transferencia y/o comercialización del paquete tecnológico. Esto es importante porque Granjas Marinas es parte del corporativo Grupo Acuícola Mexicano, el cual está integrado por diferentes empresas acuícolas de los estados de Colima, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Jalisco y BCS, y los beneficios y experiencia podrían ser transferidos a las otras empresas del corporativo.

Granjas Marinas de Sinaloa es una compañía dedicada a la engorda y venta de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*; inició operaciones en 2004 y en 2012 su capacidad instalada de producción era de 350 hectáreas, a una densidad de 40 camarones por metro cuadrado, y es la segunda empresa de producción de camarón más grande de BCS. Por ello, en este proyecto atiende las necesidades de optimización del aprovechamiento de los alimentos, la promoción de un uso más eficiente del agua por medio de un manejo microbiano intenso y el control de riesgo de patógenos emergentes.

Para el desarrollo del proyecto, la empresa se apoyó en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), y en el Instituto Politécnico Nacional (IPN).

El CIBNOR cuenta con diversos laboratorios especializados en calidad de agua y con uno nuevo de genómica, así como con el personal especializado para realizar los análisis de calidad de agua. El centro de investigación implementó un sistema de monitoreo de los principales parámetros físico químicos del agua que permitan anticipar y corregir el desarrollo de condiciones adversas con el fin de restablecer condiciones óptimas en los sistemas de cultivo.

Por su parte, el IPN, con laboratorios de microbiología, genómica y de isótopos estables, procesó y analizó la abundancia de patógenos oportunistas, y propuso la distribución de especies microbianas a lo largo del cultivo. También otorgaron asesoría en los procesos de escalamiento y producción masiva de probióticos.

El desarrollo generado por la Granjas Marinas será protegido como secreto industrial y para los procesos críticos o piezas claves (implementos, accesorios, procedimientos) desarrollados en el proyecto se buscará patente.

5. Desarrollo de paneles innovadores para vivienda económica⁷⁵

El sistema de construcción tipo *tilt-up*⁷⁶ es un proceso de ingeniería que, utilizando una tecnología apropiada, permite la construcción de obras y viviendas de forma segura, económica y rápida. Por ello, a fin de contar con una solución respecto a las necesidades y problemas del sector de la vivienda en Baja California Sur, la empresa Desarrollo Corporativo Peninsular, S.A. de C.V. (DECOPE), desarrolló el proyecto ejecutivo de una planta piloto experimental para fabricar en serie paneles innovadores para la construcción de casas termoecológicas, con la innovación en la composición de los materiales.

DECOPE es una empresa joven integrada por profesionales de diversas áreas, dedicados a actividades específicas en torno a la industria de la construcción; su objetivo es ser un grupo líder en construcción de viviendas de interés social, creando desarrollos habitacionales sostenibles.

El objetivo es diseñar, montar y poner en marcha la tecnología necesaria para la operación de una planta piloto para la elaboración de paneles innovadores compuestos de concreto armado y poliestireno para la construcción de vivienda termoecológica *tilt-up*. Esta planta piloto podría fabricar 171 casas prefabricadas en el primer año de operación, 55% de la capacidad instalada, hasta alcanzar 311 casa fabricadas, la totalidad de la capacidad instalada al quinto año. Esto constituye una opción de una vivienda económica, accesible y una solución para atender las eventuales demandas de vivienda en casos de desastres naturales en BCS.

⁷⁵ **Proyecto 211447.** Desarrollo tecnológico en la fabricación de paneles innovadores para la construcción de casas termoecológicas *tilt-up*. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

⁷⁶ El *tilt-up* es un sistema de construcción que utiliza la técnica de moldear los elementos de los muros del proyecto (los paneles) en un piso alisado (convenientemente el piso del mismo proyecto) y después levantarlos por medio de una grúa al sitio final. De esta forma, se emplea menos material para formar los elementos de los muros, los cuales soportan cargas del marco estructural y el techo, elimina la necesidad de la transportación pues los paneles se moldean en la obra, y facilita el posicionamiento de todas las instalaciones. Estas ventajas no sólo ahorran costo sino también ayudan a terminar el proyecto en menos tiempo.

Para alcanzar las metas de este proyecto, DECOPE se vinculó con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

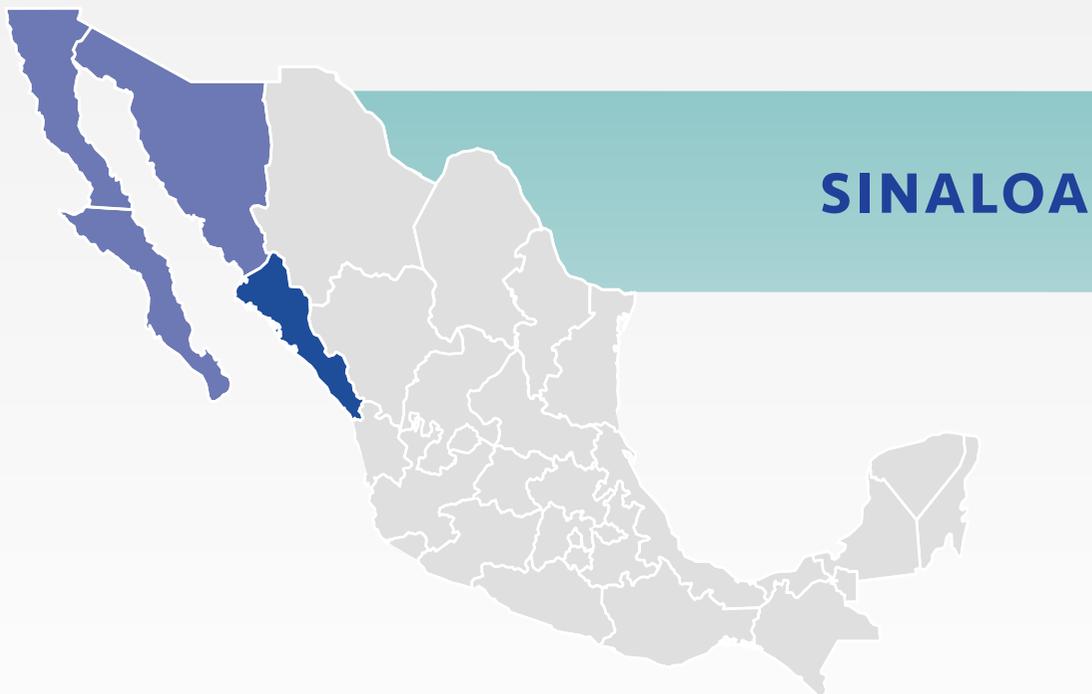
El CIBNOR elaboró la estrategia tecnológica en materia de innovación y tecnologías disponibles en el proceso de fabricación y uso de materiales; y evaluó su impacto en la cadena de valor de la industria de la construcción y el mercado inmobiliario. La UNAM se encargó de supervisar y controlar la puesta en marcha y desarrollo del proyecto durante cada una de sus etapas, llevó a cabo el diseño y validación de los elementos estructurales de la planta, la elaboración de diseños y prototipos experimentales de casas termoecológicas para pruebas de laboratorio, monitoreo y validación de los prototipos, así como el análisis, estudio y validación del uso de cenizas recuperadas de la planta termoeléctrica de la ciudad como aditivo a la dosificación de concretos dentro de los paneles innovadores.

Durante el proyecto se obtuvieron dos unidades experimentales del prototipo de vivienda prefabricada. La primera

se instaló en un espacio integrado a la trama urbana para instrumentarla y monitorearla registrando su comportamiento medioambiental y funcionamiento al ser habitada. La segunda se trasladó a los laboratorios de la UNAM en la Ciudad de México, en donde se sometió a pruebas para comprobar y mejorar los aspectos estructurales, y se afinaron detalles de los procesos de fabricación en serie.

Los resultados que fueron susceptibles de proteger intelectualmente, fueron destinados al CIBNOR que realiza las mejores estrategias para una futura comercialización.

DECOPE prevé rectificar los procesos de producción automatizada y estandarizarlos de tal manera que puedan generarse diversos prototipos con la misma tecnología, revisar el prototipo inicial de acuerdo a la demanda comercial, diseñar nuevos módulos para ampliaciones y mejorar los prototipos. Además, investigará nuevas mezclas de materias primas que mejoren los resultados estructurales, su comportamiento térmico y al mismo tiempo sean amigables con el medio ambiente.



Datos pei Sinaloa		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	381.11	17
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	126.62	16
Unidades económicas 2014	93,242	17
Total proyectos presentados	515	16
Total proyectos apoyados	145	18
Efectividad estatal	0.28	18
Calificaciones	87.82	9
Monto total invertido	1,272.78	15
Monto público invertido	713.57	14
Proporción privado / público	0.78	27
Proporción invertido en vinculación	0.37	5
Nivel de innovación promedio inicial	4.00	20
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.29	2
Avance en nivel de innovación	3.29	2

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Mejora del equipo de empuje y arrastre ferroviario utilizado en bodegas y almacenes industriales⁷⁷

Implementos Ochoa tiene el objetivo de desarrollar maquinaria y equipo de alto valor agregado y de bajo costo para el sector industrial mexicano. En este contexto, la empresa desarrolló un prototipo revolucionario para industrias pesadas para carga y transporte en bodegas industriales que tienen espuelas de ferrocarril en sus patios y que mueven furgones de carga.

El desarrollo y pruebas del equipo denominado Sistema de Empuje y Arrastre Ferroviario CRATOS (tractor de maniobras) fue un proyecto apoyado por el PEI 2015, cuyo enfoque fue aumentar las capacidades del equipo para hacerlo más eficiente, mejorar condiciones de producción en las empresas, seguridad en sus operadores y facilitar su uso tanto para la industria ligera como para la pesada.

Se logró la operación del equipo CRATOS con un sistema de empuje y arrastre ferroviario de segunda generación, equipo con mayor capacidad de operación, con sistemas hidráulico y neumático mejorados, semiautomatizado y capaz de agilizar los movimientos de grandes cargas en bodegas y almacenes industriales del país. Actualmente el producto está penetrando de manera importante en la industria nacional y en transnacionales, compitiendo con éxito e incluso superando a equipos importados.

Implementos Ochoa inició operaciones en Sinaloa hace más de 38 años, dedicado exclusivamente al desarrollo de maquinaria especializada para la agricultura, para posteriormente incursionar en la fabricación de equipos innovadores para el sector industrial, siendo su principal línea de productos los equipos y utensilios para el maquilado de productos acuícolas. Actualmente, la empresa busca nuevas líneas de productos destinadas al sector industrial en todos sus segmentos.

La empresa, en conjunto con la Universidad Autónoma Indígena de México y la Universidad Politécnica de Sinaloa, trabaja desde 2015 en el desarrollo del tractor de maniobras CRATOS. La primera aportó al proyecto conocimientos y experiencia en sistemas de calidad y estudios estadísticos, y colaboró en el desarrollo metodológico y en el control de seguimiento óptimos del equipo. Por su parte, la Politécnica

de Sinaloa aportó su especialización en mecatrónica y manufactura, participando en el diseño general del sistema de frenado, sistema hidráulico, cortes, soldadura y ensamble de la estructura; *grosso modo*, en las mejoras y adecuaciones requeridas al prototipo durante su desarrollo.

El equipo de trabajo empresa-universidad rompió paradigmas al lograr la fabricación del tractor y al constatar la importancia de destinar montos a la innovación para mantener el crecimiento de la empresa. De la misma manera, las capacidades y los recursos en infraestructura aumentaron para las instituciones vinculadas al proyecto. La empresa considera que no podrían haber madurado este proyecto sin contar con el PEI, que les dio apoyo, libertad y soporte al ser participe en la aventura de innovación.

La empresa está ahora trabajando en un nuevo PEI: un CRATOS de tercera generación, con tecnología de punta, para lograr la automatización y mejora continua. Implementos Ochoa es testimonio de las bondades de una innovación dirigida y ordenada.

2. Planta piloto para elaborar nuevos productos de origen natural, a partir de automatización y estandarización de procesos⁷⁸

El creciente interés por la salud y el bienestar adquiridos mediante una dieta ha generado un aumento en la popularidad de productos como los suplementos, que además de nutrir aportan un beneficio adicional al ser consumidos. En este contexto, Bio Nutrients International, S. de R.L. de C.V., empresa fundada en 2012 y dedicada a la elaboración de productos nutritivos y nutracéuticos con materia prima de origen natural, desarrolla productos que minimizan los posibles riesgos en la salud de sus consumidores, cumpliendo con las normas establecidas por la Secretaría de Salud en cuanto a inocuidad alimentaria.

El proyecto de Bio Nutrients desarrolló una línea de producción en una planta piloto experimental para la automatización de procesos en la elaboración de sus productos. Destacan los procesos del tamizado, mezclado y el llenado de polvo que son clave para la elaboración de nuevas líneas de productos; un sistema CIP (*Clean In Place*) para garantizar

⁷⁷ **Proyecto 232764.** Desarrollo de un sistema de empuje y arrastre ferroviario para uso en bodegas y almacenes segunda generación.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

⁷⁸ **Proyecto 231900.** Desarrollo y validación de línea de producción de planta piloto experimental para la elaboración de suplementos nutritivos y nutracéuticos de origen natural.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y del centro de investigación.

la inocuidad de los productos; desarrollo de productos (malteadas para control de peso en polvo y uno para nutrición deportiva a base de proteína aislada); nuevo equipo para validar la calidad de las materias primas que recibe la empresa; un laboratorio de Control de Calidad; un software desarrollado para el control de esos procesos, y una marca comercial denominada Nutrathy.

Para implementar la planta piloto, Bio Nutrients se vinculó con el Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A.C., Unidad Culiacán (CIAD) y con la Universidad de Occidente. El CIAD participó con la elaboración de formulaciones para la obtención de una nueva línea de suplementos nutritivos y nutracéuticos de origen natural; validó las líneas de producción automatizada desde el punto de vista de calidad física, química (aminoácidos, proximal y metales pesados), nutracéutica (carotenoides, fenoles y flavonoides totales, ORAC y DPPH) y microbiológica; apoyó en la capacitación de metodologías de control de calidad, y realizó los análisis respectivos para la obtención de las diferentes tablas nutrimentales de los nuevos productos, así el cálculo de vida de anaquel de los mismos. La Universidad de Occidente, con experiencia en trámites y vigilancia tecnológica de los productos nuevos a lanzar al mercado, participó con diferentes asesorías como la implementación de un modelo de gestión de la tecnología, la integración de un modelo de desarrollo de nuevos productos, la integración de un modelo sistematizado de gestión de inventarios y logística y la implementación de un modelo de innovación comercial.

La empresa informa que, de no haber existido apoyo del PEI, no hubiera sido posible realizar la investigación o hubiera tomado más tiempo, por lo que considera que el programa es una gran oportunidad para las empresas que están interesadas en el desarrollo de productos usando nuevas tecnologías.

El proyecto está en una etapa de maduración, la productividad aumentó significativamente y los procesos son más eficientes. Bio Nutrients contempla ahora el diseño e implementación de un paquete tecnológico innovador para la automatización de procesos de producción de suplementos alimenticios empacados en bolsas tipo *pouch* y, en una segunda etapa, la capacitación al personal para el manejo de productos nutritivos y nutracéuticos, talleres de inocuidad enfocado a buenas prácticas de manufactura y procedimientos operativos estandarizados en sanidad, así como capacitación para el uso de los nuevos componentes que integran el laboratorio instalado en la empresa.

3. Prototipo de corral exitoso que contribuya a la mitigación del impacto ambiental, a la productividad y el bienestar animal⁷⁹

Actualmente, SuKarne desarrolla un proyecto para seleccionar un prototipo de corral que logre mejorar la eficiencia energética del bovino durante las temporadas de mayor estrés ambiental. Esto enfocado a empresas y productores de ganado bovino intensivo de cualquier tamaño que estén establecidos en regiones donde se presenten altas temperaturas (30°C) y/o alta humedad relativa y lluvias de manera constante o por temporadas, y con el objetivo de incrementar la productividad del ganado y con ello reducir el costo de la producción de proteína de alto valor como la carne de res.

Este proyecto da continuidad al apoyado por el PEI 2014, relativo a la mitigación de estrés calórico en bovinos, donde se evaluaron distintos tipos de sombra y ventilación. Ahora se desarrolló un nuevo sistema para engorda intensiva de bovinos que permite mitigar los diversos impactos que ejerce el medio ambiente en el ganado, como el lodo, la lluvia y la radiación solar, para mejorar el bienestar animal, así como disminuir la huella de carbono de la producción de carne de res. Se identificaron las respuestas fisiológicas del ganado ante condiciones adversas del clima y se desarrolló un modelo de estrés calórico que sirve para predecir y tomar acciones durante temporadas de alto riesgo, para producir carne más sostenible reduciendo los costos de alimentación e incrementando la ganancia diaria de peso.

Derivado del proyecto, SuKarne construyó un centro experimental de primer nivel en Culiacán, ya cuenta con un departamento de investigación consolidado y continuará evaluando áreas de oportunidad para mejorar los prototipos de corral (densidad poblacional, espacio de comedero óptimos, etc.).

El proyecto se realizó en conjunto con la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), la cual participó en la prueba de evaluación de desempeño productivo, fisiológico (tasa respiratoria, nivel de jadeo, conducta en corral, etc.), calidad de carne, distintos prototipos de estrés calórico, bienestar animal en corral de engorda y sacrificio, tasa metabólica, condiciones de suelo, alimento, comederos, temperatura ambiental y su efecto en el comportamiento productivo, mitigación de gases de efecto invernadero en heces y alimento, así como una evaluación de características de canal, esfuerzo al corte y color de la carne.

⁷⁹ **Proyecto 233358.** Nuevos sistemas de engorda intensiva de bovinos: mitigación de impactos ambientales en la productividad y disminución de la huella de carbono.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

SuKarne tiene una línea de investigación de estrés calórico desde 2014 y considera que, sin el PEI, el proyecto lo hubieran realizado en mayor tiempo y sin los beneficios de la vinculación, la cual funcionó como responsabilidad compartida. Considera que el PEI benefició a la empresa, la institución vinculada, los estudiantes y a los futuros consumidores: es un programa de *ganar-ganar*. La UAS logró con este proyecto la mejora de su infraestructura al obtener un laboratorio para el área de inocuidad y calidad de la carne, además del beneficio del conocimiento en una investigación aplicada y la divulgación de un artículo científico; asimismo, se ha convertido en un referente para SuKarne, que ha solicitado su participación en posteriores investigaciones.

SuKarne, fundada en 1969 y primera marca de carne de res en México con cobertura nacional, está tratando de replicar los beneficios de esta investigación en sus plantas de Mexicali, Durango, Michoacán y Nicaragua.

4. Obtención de quitosano para su aplicación en el sector agrícola y de alimentos a partir de residuos de crustáceos⁸⁰

En México, la utilización de materias primas residuales para obtener productos de mayor valor es un recurso poco explotado. Por ello, Industrias Vepinsa propone utilizar los residuos de crustáceos y lograr una nueva forma de obtener quitosano, para lo que se requieren alta tecnología y procesos que faciliten la diversificación de los productos obtenidos.

En agricultura, el quitosano es usado principalmente como un tratamiento preventivo en semillas y como mejorador de crecimiento; es un biopesticida amigable con el ambiente que promueve la habilidad innata de las plantas para defenderse contra infecciones fúngicas. En alimentos, el quitosano es usado como antimicrobiano, empaque, aporte nutricional, recuperación de sólidos en residuos, purificación de agua, inmovilización de enzimas y encapsulamiento. De ahí el interés de la empresa en obtener quitosano para su aplicación en el sector agrícola y de alimentos.

Industrias Vepinsa es pionera en la producción de pigmentos de origen vegetal y líder en la oferta de luteína proveniente de la flor de cempoal y cuenta con un Departamento de Investigación y Desarrollo. En este contexto, desde 2002 empezó a investigar la obtención de quitina y quitosano a

partir de los desechos de crustáceos; en 2009 apostó por la biotecnología mediante una alianza establecida con el Instituto Tecnológico de Sonora, el Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ) y el Instituto Tecnológico de Los Mochis para la identificación de microorganismos, enzimas, procesos fermentativos y procesos limpios que promuevan la obtención de productos de mayor valor para consumo humano, farmacéutica y agrícola utilizando desechos. En un primer PEI se diseñó la estructura conceptual de un bioreactor que tuviera la capacidad de realizar todo el proceso de transformación de cáscara de camarón hasta quitosano; el presente proyecto es una continuación de esos esfuerzos para materializar la idea.

La empresa logró la construcción de un módulo, un bioreactor que, mediante un proceso de biotransformación enzimática de baja demanda energética, optimiza la conversión y separación de moléculas, para la obtención de quitosano y derivados. También destacan dos solicitudes de patentes, la obtención de productos derivados de quitina y quitosano como un biofertilizante, el cual ya se comercializa con buenos resultados, la identificación de varios productos con potencial de ser incluidos en el catálogo de la empresa y el inicio de aplicaciones del producto en la industria de alimentos.

Para este proyecto, el Instituto Tecnológico de Los Mochis calculó el balance masa-energía requerida y el cumplimiento de la normatividad aplicable; CIATEQ participó en la verificación de los parámetros de operación del reactor de laboratorio y la fabricación de un bioreactor con las condiciones requeridas para el proyecto, mientras que el Instituto Tecnológico de Sonora tuvo a su cargo las pruebas de funcionalidad, pruebas analíticas de producto y plan de desarrollo de nuevos productos.

Industrias Vepinsa calcula que le hubiera tomado cinco años finalizar el proyecto sin el apoyo del PEI, por lo que califica al programa como necesario para fomentar el desarrollo de productos y, esencialmente, para impulsar la cultura de la investigación en las empresas. Para los centros vinculados, el PEI ayudó a mejorar el equipamiento y la infraestructura de sus laboratorios.

La empresa seguirá en la búsqueda de nuevos productos derivados del quitosano con el uso de biotecnologías propias, sostenibles, innovadoras y competitivas. Para ello utilizará ingresos propios y buscará inversionistas interesados en el sector. La innovación se mantendrá en crecimiento a Vepinsa, que ahora buscará comercializar los productos.

⁸⁰ Proyecto 220210. Obtención de quitosano y sus derivados para uso agrícola y en alimentos.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

5. Mayor valor agregado en una línea de producción de concentrados de vegetales⁸¹

Sinaloa sobresale en la producción de tomate, pepino, calabacita, chile, papa, maíz y frijol, por lo que se ha buscado otorgar un valor agregado a estos productos; en este sentido, los concentrados de frutas y hortalizas son una buena opción, ya que pueden elaborarse en épocas de cosecha y satisfacer la demanda durante todo el año.

Con este propósito, la empresa Nutrición Feliz, S.A. de C.V., que inició operaciones en 2013,⁸² diseñó una nueva línea de producción de concentrados de vegetales con propiedades antioxidantes envasados en *pouches*. Con este proyecto busca elaborar concentrados de tomate, chile, mango y pepinillo realizando estudios de penetración de calor, evaluando la calidad física, química, microbiológica, y nutracéutica de los concentrados, que deberán contar con alto valor nutricional y larga vida de anaquel (debido a su proceso de envasado en *pouches*).⁸³

Nutrición Feliz se vinculó con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Culiacán (CIAD) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Sinaloa (ITESM).

El CIAD llevó a cabo estudios de tratamientos térmicos y validó las líneas de producción desde el punto de vista de calidad física, química, microbiológica y nutracéutica de los deshidratados, estableció los estándares y parámetros de diseño de la línea de producción que dio lugar a la documentación y registro de propiedad intelectual ante el IMPI. Asimismo, acreditó los planos y diseño de prototipos y nuevos productos, y las tablas nutrimentales para cada concentrado envasado en *pouches*.

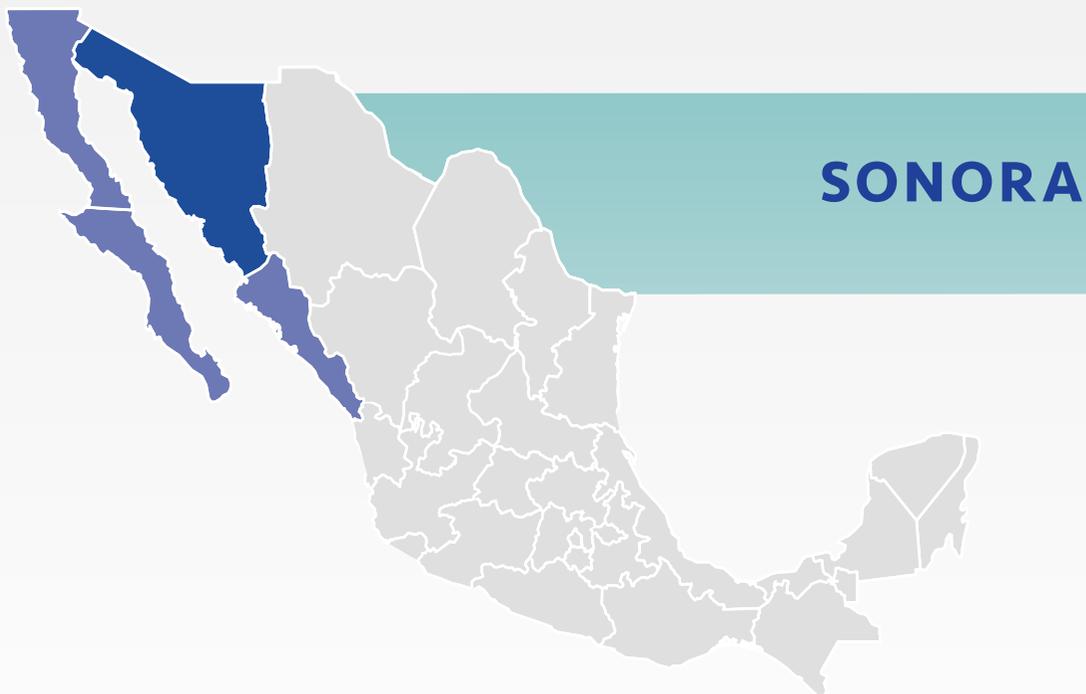
El ITESM se encargó del modelo de gestión de la tecnología, de la implementación de un modelo de innovación comercial como estudios de mercado, estrategias de imagen y de comercialización, así como el reconocimiento del proceso de desarrollo de nuevos productos.

Nutrición Feliz busca el desarrollo de más productos con la infraestructura existente. La conclusión del proyecto genera nuevas líneas de negocio y su modelo de negocio es más sólido en cuestión de presentación de sus productos, calidad e inocuidad. Se espera detonar el esquema de distribuidores y acceso a tiendas de conveniencia, así como el desarrollo de nuevos productos y ampliación y/o escalamiento de la línea de producción con mejoras en aspectos como el embalaje, proceso y control de calidad para exportación de los nuevos productos.

⁸¹ **Proyecto 221649.** Planta piloto para producción de concentrados de vegetales en *pouches* esterilizables con alto contenido nutracéutico. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

⁸² La empresa fue creada por un estudiante en el marco del programa de jóvenes emprendedores, consolidada en la Incubadora de Empresas de Base Tecnológica del ITESM.

⁸³ Los *pouches* se definen como un envase flexible para alimentos esterilizados por calor; las ventajas que presentan son su rápida transferencia de calor, reducción del tiempo de esterilización, mejor calidad del alimento envasado por menor daño térmico, ahorro de espacio en el almacenamiento, reducción de peso y espacio de transporte, y facilidad de apertura.



Datos pei Sonora		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	570.17	9
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	191.81	6
Unidades económicas 2014	90,642	18
Total proyectos presentados	742	12
Total proyectos apoyados	177	13
Efectividad estatal	0.24	28
Calificaciones	88.51	3
Monto total invertido	1,823.99	11
Monto público invertido	986.02	10
Proporción privado / público	0.85	21
Proporción invertido en vinculación	0.28	17
Nivel de innovación promedio inicial	4.52	8
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.93	14
Avance en nivel de innovación	2.42	23

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Mejoramiento de perfiles fenólicos del vino y subproductos de la vitivinicultura⁸⁴

Sonora Innova, creada en 2009, es la primera empresa productora de vino en Sonora. Por medio de Uvas de Altura, S.A. de C.V., empresa que inició operaciones en 2013 y que actualmente opera un viñedo de 25 hectáreas dedicado a la producción de vino de la más alta calidad, se ha enfocado a crear un polo vitivinícola que se incorporara a los actuales centros de producción de vino mexicanos, tales como el Valle de Guadalupe, en Baja California, y la región de Parras de la Fuente, en Coahuila.

Para ello, realizó estudios climáticos y geológicos para efectuar en 2010 el “Programa piloto para la validación de cultivos vitivinícolas en la región norte de Sonora”, apoyado por Conacyt mediante el PEI, logrando instalar la primera plantación vitivinícola de Cananea, un viñedo experimental de 2.25 hectáreas. En 2016, y como continuación de estos esfuerzos, Sonora Innova buscó desarrollar una tecnología que permitiera optimizar la capacidad antioxidante de los vinos que produce la empresa, así como aprovechar los residuos del proceso de vinificación para la extracción de antioxidantes.

De esta forma, Sonora Innova cuenta con información científica, métodos de manejo agronómico y técnicas de vinificación que ayudan a potenciar la cantidad y calidad de los antioxidantes del vino y logró un vino enriquecido en antioxidantes. Gracias al proyecto, se encontraron diferencias en los antioxidantes presentes en los vinos y en los desechos vitivinícolas de la región respecto de otros en el mundo, por lo que se espera que, en pocos años, esto pueda ser utilizado para promover la creación de una denominación de origen para el vino de Sonora (debido a las condiciones de la región en materia de clima, de altura, de radiación solar). Cabe destacar que Sonora Innova tiene registrada ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) una marca denominada 4 Sierras, como el nombre de la región, y 4S, como el nombre del vino.

En esta investigación. Sonora Innova se vinculó con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). El INIFAP aportó su experiencia y capacidades en el manejo agronómico de plantaciones experimentales; evaluó distintos tratamientos agronómicos

con el fin de mejorar las características fenólicas de la uva y determinar su impacto en el poder antioxidante del producto resultante. El CIAD aportó su experiencia en el análisis de alimentos y particularmente en el de los orujos, los residuos y el propio vino. Cabe mencionar que cuenta con un Laboratorio de Antioxidantes y Alimentos Funcionales, en el cual se trabajó en la extracción, cuantificación y caracterización de antioxidantes a partir de uva de mesa.

Los vinos en general tienen gran cantidad de antioxidantes, pero no se ha detectado que existan vinos que utilicen su poder antioxidante como un argumento de venta. Esto forma parte de la estrategia de la empresa que ya conoce los cambios en los perfiles de contenido de compuestos fenólicos debido a las acciones agronómicas tanto de las uvas como de los subproductos del proceso de vinificación (orujo y semillas).

La empresa refiere que el PEI fue una gran ayuda y sin el mismo, en vez de un año el proyecto hubiera tardado al menos cinco. Se planea que una siguiente etapa sea la extracción propia de los antioxidantes de las uvas y los subproductos y residuos del proceso de vinificación para el desarrollo de productos farmacéuticos y cosméticos.

2. Una alternativa para reducir el uso del diésel o gasolina, disminuir la emisión de gases contaminantes e introducir un nuevo combustible en la matriz energética del país⁸⁵

Xantronic, S.A. de C.V., diseñó, desarrolló y caracterizó un prototipo industrial economizador de combustible para vehículos a base de hidrógeno, con el objetivo de reducir el uso del combustible, disminuir los contaminantes e introducir un nuevo combustible (el hidrógeno) en la matriz energética global del país como una alternativa para disminuir la dependencia frente al petróleo, ya que es aplicable a embarcaciones marinas, automóviles, motocicletas, hornos, calderas, etc.

Entre los resultados del proyecto destacan: el diseño y desarrollo del prototipo industrial (reactor oxihidrógeno) de baja (menos de un litro por minuto), media (menos de 10 litros por minuto) y alta (hasta 20 litros por minuto)

⁸⁴ **Proyecto 231374.** Programa de mejoramiento de perfiles fenólicos del vino y subproductos de la vitivinicultura en el norte de Sonora. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

⁸⁵ **Proyecto 231094.** Diseño y manufactura de generadores oxihidrógeno por electrólisis alcalina para ahorro de combustible en embarcaciones marinas. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

producción de oxihidrógeno para alimentar al motor diésel; el desarrollo del prototipo y banco de ensayos del motor de combustión a diésel junto con su sistema de control; así como las bases para un producto comercial. El principal beneficio del sistema radica en reducir el consumo del combustible de entre 5 y 15%; asimismo, se puede tener hasta 15% de reducción en la emisión de gases contaminantes y hasta 40% de mayor duración del aceite.

Este sistema economizador de combustible se basa en la separación de las moléculas de hidrógeno y oxígeno para convertirlas en gas hidroxilo o oxihidrógeno, por medio de la electrólisis del agua. El gas resultante es inyectado al sistema de admisión de aire del vehículo, ocasionando que se quemara todo el combustible que está en los cilindros del motor diésel, lo cual aumenta la potencia y, consecuentemente, reduce el paso de combustible.

Para trabajar en este proyecto, la empresa se vinculó con grupos de investigación en electrólisis y celdas de combustible del Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad del Desierto (UD) y el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco (ITST).

Con el IPN se trabajó en el diseño y configuración de los reactores oxihidrógeno para construir prototipos de mayor capacidad.

La UD aportó desarrollos en materia de control, hizo un balance de materia y energía utilizando una optimización multivariable del sistema de reactores oxihidrógeno, y realizó el dimensionamiento de un sistema oxihidrógeno para enriquecimiento del combustible del motor de combustión interna a través de encontrar puntos óptimos de operación que permitieron determinar ahorros energéticos, así como un mayor control de la potencia del motor.

El ITST realizó el diseño de una línea de producción y optimización de procesos de manufactura para una producción en serie de reactores oxihidrógeno. Lo anterior para elevar los resultados a nivel intermedio entre la escala de laboratorio y la implementación en una planta industrial. Además, apoyó en definir una estrategia de generación y protección de la propiedad intelectual.

Con el proyecto, Xantronic cuenta con infraestructura para el uso del hidrógeno, formación de recursos humanos altamente especializados, experiencia en el manejo del hidrógeno, análisis de normas ISO para su uso, un artículo internacional publicado y la generación de tres patentes.

Antes del PEI, la empresa no había invertido en proyectos de investigación, y sin su apoyo no hubiera llevado a cabo el proyecto, o bien lo hubiera iniciado en cinco o seis años. En la siguiente etapa se espera contar con una línea de producción a nivel planta piloto de los reactores de oxihidrógeno de diferentes capacidades, para posteriormente instalarlos en sujetos de estudio, como embarcaciones y diversos vehículos, a fin de verificar su eficacia en el transporte real. Además, se pretende desarrollar tecnología basada en celdas de combustible.

3. Desarrollo de implantes endovasculares coronarios⁸⁶

En México, las afecciones cardíacas son la segunda causa de muerte. Los *stent* coronarios son dispositivos muy útiles para controlar problemas de estenosis y enfermedades coronarias. Actualmente se realizan 35 mil implantes de *stent* coronarios en nuestro país, los cuales son importados.

Por lo anterior, Galaz Science & Engineering, S.A. de C.V., decidió desarrollar un implante endovascular coronario para prevención de infarto agudo al miocardio. Se realizó el prototipo y la ingeniería del *stent* coronario,⁸⁷ y se validó su funcionamiento hasta que se logró uno de bajo costo, diseñado y fabricado 100% en México. Este proyecto fue ganador del primer lugar en la categoría de Trabajos libres en el Congreso Nacional de Cardiología en noviembre 2016 y ya se solicitó la patente.

Galaz Science & Engineering se constituyó en 2014 y en ese mismo año tuvo apoyo del PEI para un proyecto que buscaba diseñar un *stent* coronario bifurcado para lesiones en las arterias coronarias. Así, el Instituto Nacional de Cardiología (INC), que ya tenía la idea de desarrollar el primer *stent* coronario 100% mexicano, buscó a la empresa Galaz Science & Engineering para desarrollarlo. Para llevar a cabo el proyecto, además del INC, Galaz Science & Engineering se vinculó con el Departamento de Ingeniería Mecatrónica del Instituto de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y la Universidad Estatal de Sonora (UES).

El INC tuvo la iniciativa, brindó asesoría en la elaboración del *stent* y validó su funcionamiento en pruebas con animales; el ITESM, realizó análisis estructurales para diseñar, mejorar y optimizar la geometría de la estructura del implante, y la UES generó equipos de pruebas e instrumentación para validación experimental del proyecto.

⁸⁶ **Proyecto 231312.** Diseño, optimización y desarrollo de un implante endovascular coronario para prevención de infarto agudo al miocardio. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

⁸⁷ Malla metálica de alambre de forma tubular cuya función es expandir la arteria coronaria para prevenir la oclusión.

En el desarrollo del proyecto, se validó el funcionamiento de los *stent* coronarios con implantación en animales. Veterinarios y cardiólogos intervencionistas del INC dieron a la empresa la opinión clínica de las características del *stent*, se realizó el prototipo y, finalmente, el INC realizó pruebas en el bioterio del Instituto, consistentes en implantar el dispositivo a 10 cerdos. Los resultados reflejaron un excelente desempeño clínico.

Gracias al resultado obtenido con este *stent* coronario, Galaz Science & Engineering está trabajando con el INC en el diseño de un dispositivo de oclusión del conducto arterioso.⁸⁸ Asimismo, en conjunto con el Departamento de Cirugía Vasculardel Instituto Nacional de Nutrición, se trabaja en el diseño de un *stent* para aneurisma. Hay muchos proyectos posibles de realizar, ya que además de *stent* coronarios existen los periféricos, para aneurismas, torácicos, neurovasculares, etc.

Sin el apoyo del PEI, la empresa reconoce que les hubiera llevado tres años más concretar la innovación. Los siguientes pasos para la empresa son, en primer lugar, obtener la autorización de la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) para realizar un primer protocolo de pruebas en humanos (en 2018), el cual sería ejecutado por el INC; en segundo lugar, obtener el registro sanitario del dispositivo para que finalmente pueda ser producido y comercializado. La disminución en el costo permitiría ampliar significativamente el número de pacientes atendidos.

4. Sistema para predecir el clima local para el sector agrícola⁸⁹

El proyecto de GlobalMet consistió en desarrollar una línea de servicios para predecir y proveer información oportuna y pertinente de eventos meteorológicos y climáticos a comunidades y empresas que pueden ser afectadas, con fines preventivos, de mitigación y adaptación, así como el desarrollo de un modelo de negocios basado en servicios informativos georreferenciados.

GlobalMet creó una plataforma meteorológica de monitoreo climático la cual, aunque actualmente se basa en APIs⁹⁰ desarrollados por terceros, ya opera en plataforma web y muestra pronósticos, estadísticas y ofrece sugerencias

a clientes agrícolas sobre el estado del tiempo de su zona en general. No obstante, buscó desarrollar tecnología de monitoreo climático propia, nacional, que pueda diseñar y utilizar sensores meteorológicos no fijos vinculados con aplicaciones móviles y monitoreados en tiempo real a fin de contar con información suficientemente detallada y de relevancia local.

Como resultado del proyecto se logró implementar un sistema para predecir el clima local con alta precisión, +/- 0.5°C, en pequeñas regiones de hasta 4 kilómetros de diámetro, para apoyo a comunidades, unidades de producción agrícola, acuícola o pecuaria, y granjas eólicas o solares, el cual es capaz de:

- Asociar la posición geográfica a un perfil histórico de datos de clima y ocurrencia de fenómenos naturales.
- Estimar de manera remota el clima actual en la ubicación de la computadora cliente y pronosticar la evolución del clima y fenómenos meteorológicos para los 21 días siguientes.
- Identificar el nivel de riesgos y acciones sugeridas para una comunidad, un rancho ganadero, un campo agrícola, una granja solar o eólica, etc., localizados en la ubicación en cuestión.
- Comunicar el reporte del clima a la computadora cliente o dispositivo móvil, por medio de correo electrónico, mensajería o llamada telefónica.

Para llevar a cabo el proyecto la empresa se vinculó con las Instituciones Educativas del Desierto, S.C., la Universidad de Sonora y la Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora.

Las Instituciones Educativas del Desierto evaluaron las herramientas científicas para predicción del clima y los modelos de cognoscitivos heurísticos actuales, integraron los datos históricos climáticos de los últimos 10 años para las regiones del estudio y apoyaron para los acuerdos de propiedad intelectual.

La Universidad de Sonora desarrolló algoritmos para la captura de *streams* (recopilación de *apps* a la que un grupo de usuarios tiene acceso) de datos en tiempo real y para sincronización inalámbrica con los asesores de clima remotos.

⁸⁸ Defecto congénito en niños y en proyectos de derivación aortopulmonar en pacientes que tienen hipertensión arterial pulmonar.

⁸⁹ **Proyecto 231911.** Predictor de condiciones meteorológicas locales para toma de decisiones agrícolas de corto plazo. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

⁹⁰ Una API es el mecanismo más útil para conectar dos softwares entre sí para el intercambio de mensajes.

Asimismo, se trabajó en conjunto para el diseño de un SMA⁹¹ para analizar los indicadores de campo y los casos de uso histórico, un algoritmo evolutivo para pronóstico automatizado del tiempo y un modelo analítico predicativo que permita al cliente tomar decisiones inmediatas.

La Universidad Tecnológica de Hermosillo diseñó un modelo escalable que permite múltiples instancias de procesamiento analíticas, independiente de la carga de *streams*; desarrolló una aplicación de prototipo móvil para evaluación del modelo climático y mejora de la toma de decisiones; y validó la *app* analítica climática y de los API, así como las pruebas de contingencia y tolerancia a fallos.

GlobalMet inició operaciones en 2013 y actualmente tiene presencia en tres estados en el noroeste del país. La empresa ofrece 16 modelos para proporcionar información climatológica y meteorológica específica y personalizada, principalmente a productores agrícolas. Considerando los resultados de este proyecto, GlobalMet requiere trabajar en una mejora continua en el sistema con el objetivo de proporcionar mejores modelos predictivos, que sumarían los siguientes elementos: integrar indicadores climáticos adicionales en los sensores meteorológicos y contar con infraestructura para sensores móviles pequeños, entre otros.

5. Desarrollo de la primera turbina diseñada y fabricada con capacidades mexicanas⁹²

Las compañías aeroespaciales y de defensa afrontan nuevos retos relacionados con productos de mayor eficiencia, ligeros y a un costo menor. Williams Sonora buscó desarrollar una nueva carcasa ultra ligera y resistente, utilizando materiales compuestos para su fabricación con el propósito de llevar a cabo su implementación en la turbina serie FJ44, la cual es la más eficiente en consumo de combustible, reducción de ruido y emisión de gases invernadero.

La empresa Williams International es líder mundial en el desarrollo y manufactura de turbinas para aviones pequeños, y es cliente de Maquilas Teta Kawi, S.A. de C.V., ubicada en Guaymas, Sonora. Dentro del Programa de Albergue a Empresas Extranjeras, Williams International busca enfocarse en la producción de piezas laminadas que requieren gran precisión en sus dimensiones, las cuales son usadas en la construcción de turbinas de aviones pequeños del sector comercial. Ha demostrado tener la capacidad para el diseño

y manufactura de la primera turbina del país tras concluir de manera exitosa las primeras dos fases del proyecto que tiene a largo plazo, denominado: "Desarrollo de Primer Turbina Aeroespacial en México".

La fase 1 consistió en el desarrollo de la carcasa externa de una turbina hecha con aluminio, utilizando una máquina *metal spinning*. En la fase 2 se desarrolló un dosificador de combustible que constituye una parte de la unidad del sistema de inyección de combustible de la turbina. Con apoyo del PEI, en 2016 se generó la tercera fase del proyecto, el cual tiene como objetivo generar la primera turbina diseñada y fabricada con capacidades mexicanas.

Los principales logros del proyecto son una reducción en los costos y la realización de procesos eficientes; el fortalecimiento de la autonomía en el departamento de desarrollos y su autosuficiencia en la implementación de nuevos procesos; y un prototipo industrial de alta precisión de la carcasa del ventilador que cubre el rotor de las nuevas turbinas aeroespaciales, las cuales son destinadas principalmente a aviones privados de tamaño pequeño. Específicamente se redujo el peso de la turbina aproximadamente en ocho kilos, para lo cual se desarrollaron materiales como composites de fibra de carbón o de fibra de vidrio que pudieran sustituir a algunos metales; asimismo, se fortaleció la infraestructura y se desarrollaron pruebas de validación y confiabilidad utilizando procedimientos destructivos y no destructivos.

Para este proyecto, Williams Sonora se vinculó con el Instituto Tecnológico de Hermosillo (ITH) y la Universidad Estatal de Sonora (UES). Destacó el trabajo del ITH para proporcionar la protección intelectual a la investigación, al tratarse de una patente internacional del prototipo industrial de la carcasa de las turbinas. Por su parte, la UES participó en el diseño de la carcasa. Las instituciones vinculadas consideran que el PEI brinda una oportunidad al potencial del desarrollo de la tecnología, del conocimiento y de la innovación.

Antes del PEI, la empresa no había invertido en investigación extramuros en México, aunque sí había tenido relación con centros de investigación y algunas universidades. Williams Sonora ya contemplaba esta innovación, pero reconoce que, de no haberla llevado a cabo con el PEI, su realización hubiera tardado de dos a tres años más. La empresa considera que el PEI está detonando áreas de oportunidad para modelos de negocios, como en este caso, por lo que se buscará consolidar a Williams Sonora como una empresa líder en el sector aeroespacial nacional, de alta tecnología y procesos altamente especializados.

⁹¹ Un sistema multiagente (SMA) está compuesto por múltiples agentes inteligentes que interactúan entre ellos.

⁹² **Proyecto 231615.** Primera turbina en México: Diseño de carcasa ultra liviana para turbinas FJ44 mediante moldeo de composites por transferencia de resina. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

B. REGIÓN NORESTE

La región Noreste está conformada por 6 entidades y es la segunda región que concentró el mayor número de proyectos e inversión, con un total de 1,403 y 12,118 mdp, respectivamente. Además, esta región presentó las mejores calificaciones promedio por proyecto de todo el país (87.8).

La región Noreste es de las áreas más homogéneas, en función de las características relacionadas con el PEI. Esto se evidencia al observar que tanto los mayores montos de apoyo como las mejores calificaciones de las entidades de esta región se encuentran en el sector manufacturero (a excepción del sector 541, abajo descrito). Esto es un aspecto característico de la frontera norte del país, donde el desarrollo económico moderno se ha basado en dichos sectores.

En este contexto, la inversión del PEI en la región sigue profundizando las ventajas competitivas y comparativas de esta región de México.

Los tres sectores⁹³ donde se realizaron las inversiones más vastas fueron:⁹⁴

- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos⁹⁵ (1,591 mdp, 248 proyectos).
- **336** Fabricación de equipo de transporte (1,394 mdp, 99 proyectos).
- **311** Industria alimentaria (1,555 mdp, 150 proyectos).

Los sectores mejor calificados fueron:⁹⁶

- **331** Industrias metálicas básicas (91.2, 70 proyectos).
- **322** Industria del papel (90.8, 11 proyectos).
- **327** Fabricación de productos a base de minerales no metálicos (89.9, 62 proyectos).

⁹³ Sin incluir aquellos proyectos que no tenían sector específico (ND en la base de datos).

⁹⁴ Incluye inversión pública y privada.

⁹⁵ Incluye tecnologías de la información, segundo subsector más apoyado por el PEI.

⁹⁶ Con al menos 10 proyectos evaluados.

B.1. Descripción de los casos de éxito



Datos PEI Chihuahua		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	539.14	11
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	143.91	13
Unidades económicas 2014	29,273	31
Total proyectos presentados	1,043	8
Total proyectos apoyados	265	9
Efectividad estatal	0.25	25
Calificaciones	87.84	7
Monto total invertido	2,242.98	9
Monto público invertido	1,090.17	6
Proporción privado / público	1.06	12
Proporción invertido en vinculación	0.23	24
Nivel de innovación promedio inicial	4.41	10
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.17	6
Avance en nivel de innovación	2.77	14

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Sistema de corte en caliente de piezas de acero inoxidable⁹⁷

La empresa Forjachisa, S.A. de C.V., se dedica al desarrollo de forjas de acero en caliente y su proyecto consistió en diseñar un sistema de corte circular en caliente para recuperación de material en piezas de acero forjadas para la industria aeroespacial, así como ofrecer una alternativa más eficiente en cuanto a precio, tiempos de entrega y con la calidad requerida por dicho sector, el cual adquiere en su gran mayoría piezas forjadas importadas a costos muy elevados. El proyecto surgió de un problema práctico de un cliente que requería piezas para aplicación aeroespacial, actualmente fabricadas por maquinado en frío, con el consecuente desperdicio de metal, lo que resulta costoso y tardado.

Se logró el diseño de un nuevo proceso y se pasó de fabricar piezas (un aro de sellado de acero) de una barra sólida vía maquinado, a un sistema de fabricación que, al forjar, obtiene el aro. También se determinó el material de los dados para resistir el trabajo en el forjado, la temperatura a utilizar y el formado para llegar a las características finales deseadas y con un desperdicio mínimo.

Forjachisa ya vende esas piezas y ha resultado un mercado nuevo para la empresa. Se dio un ahorro importante en la adquisición de insumos para la fabricación de piezas y una drástica disminución en el tiempo de maquinado y costos de implementos de corte especializados, permitiendo el desarrollo de una industria nacional desde la materia prima hasta el producto terminado.

Forjachisa nació en 2014 en Chihuahua, producto de la detección de necesidades específicas de las industrias minera, cementera, metalmeccánica y aeroespacial por parte del grupo COPACHISA, 100% mexicano y distinguido por su integración vertical, espíritu emprendedor y vocación industrial por más de 40 años. Forjachisa considera que la forja es una oportunidad de mercado para integrarse a las cadenas globales de manufacturas y uno de sus objetivos es incursionar en el sector aeroespacial.

Forjachisa buscó la transferencia de la tecnología y conocimiento generados por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) y la Universidad La Salle Chihuahua. El CIMAV apoyó con una parte medular del diseño, que fue escoger la materia prima de inicio, las condiciones de

temperatura que necesita el material para poderlo formar y el proceso de temple para obtener el producto; también estuvo involucrado en el análisis del material a utilizar para los dados de formado al ser expertos en tratamientos térmicos en metales. Por su parte, la Universidad La Salle desarrolló los análisis de esfuerzo y de resistencia para poder diseñar la máquina y el proceso productivo.

Su cliente final, el que integra la pieza (sello centrador) en su proceso productivo, estaba escéptico de los alcances del proyecto ya que por más de 20 años no existió cambio en la forma de fabricar las piezas; no obstante, se logró la innovación y se reflejó en un ahorro en el precio de las piezas.

El diseño y desarrollo del sistema de corte en caliente en piezas de acero inoxidable, que pueden ser utilizadas en la industria de perforación de pozos petroleros y aeroespacial es una prueba de que innovar en México es posible. Para la empresa, el PEI es una forma de fomentar la innovación, de desarrollar tecnología propia y la vinculación con instituciones académicas es una enseñanza para trabajar en conjunto.

El PEI fue un vehículo para aprovechar el momento en que se requería la innovación, ya que la empresa no la habría concretado en un año, sino en tres. De la misma manera, el análisis de retorno en la inversión del proyecto sin apoyo del PEI se daba en cuatro años, basado en el mercado adquirido posterior al proyecto; con PEI se estima en dos años.

La forja en México es una industria poco desarrollada; para piezas “de precisión” hay muy pocas opciones. Forjachisa considera dos fases en su estrategia a futuro: la primera es hacer forja en dado abierto y la segunda utilizar prensa de precisión. Al término de la primera fase se lograron los objetivos, pues desarrollaron el proceso y ya se fabrica a modo comercial. Se planea iniciar la segunda fase en 2018, en la que también buscarán desarrollar productos propios.

2. Nuevo proceso de producción de paneles acústicos para avión utilizando un material mejorado⁹⁸

Servicios y Operaciones Integrales, S.A. de C.A. (SOISA), es el mayor productor de vestiduras para asientos de aeronave de México. Con amplio historial desde 1949 y establecido

⁹⁷ **Proyecto 232397.** Diseño de un sistema de corte circular para recuperación de material en piezas de acero forjadas para la industria aeroespacial. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

⁹⁸ **Proyecto 233587.** Diseño, desarrollo y prueba de prototipos de panel acústicos y vestiduras para asiento de avión con formulaciones de adhesivos sustentables de espumas de poliuretanos reutilizables. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

en Chihuahua, cuenta con una fuerte infraestructura de investigación y desarrollo tecnológico.

En su búsqueda constante de nuevas tecnologías para implementar en la compañía y derivado de estar importando de Inglaterra un material compuesto laminado utilizado para hacer vestiduras en los asientos de avión, en 2014 iniciaron un PEI para desarrollar estas vestiduras con relieves en tercera dimensión, dando mayor capacidad de confort y al mismo tiempo incrementar las capacidades de resistencia a la flama que requiere la Agencia Federal de Aviación de EUA. Se consiguió el objetivo y por ello se decidió seguir explorando aplicaciones para este material compuesto, en los paneles acústicos que van en las cabinas y buscar, adicionalmente, reducir el consumo del adhesivo (base solvente) utilizado en el proceso productivo, por medio de un poliuretano integral obtenido del desperdicio de hule espuma de poliuretano que se desprende al fabricar los cojines de los asientos.

Los resultados fueron excelentes. El proceso existente para fabricar el material compuesto laminado que se usa para las vestiduras de avión se amplió para fabricar paneles acústicos con formulación adhesiva de poliuretano, que incorpora los desechos de espuma de poliuretano. Así, se generó un nuevo proceso de producción de panel acústico y se hizo solicitud de patente. Actualmente, trabajan para el diseño de cojines, asientos y demás estructura para un modelo de avión para una empresa brasileña. Esto se deriva de la aplicación de la tecnología que se desarrolló, ya que el uso de estos materiales compuestos es amplio.

Con este nuevo proyecto PEI, el departamento de investigación, desarrollo e innovación de la empresa continuó su vinculación con el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) de la ciudad de Chihuahua y la Universidad La Salle. El CIMAV ha sido un socio estratégico al estar implicado un material compuesto en la innovación, dada la especialidad del centro en polímeros; por su parte, la Universidad La Salle aporta los estudios de ergonomía y confort.

Derivado del proyecto, SOISA y Universidad La Salle han fortalecido sus vínculos, al punto que se estableció una oficina de la empresa en la institución educativa, y están desarrollando un laboratorio de ergonomía y experiencia del pasajero, con lo que la línea de investigación ya es permanente. El éxito y el desafío de la mancuerna empresa-centros de investigación fue la comunicación, tener los objetivos claros

y trabajar en conjunto, la empresa identificó las capacidades de los centros de investigación y buscó su aplicación en sus procesos.

No obstante que SOISA cuenta con un presupuesto anual para investigación y desarrollo, el apoyo del PEI ha sido vital. Consideran que sin este apoyo les hubiera tomado el doble de tiempo y trabajo alcanzar las metas, sobre todo porque la mayor parte de la inversión fue en laboratorios y pruebas, cuyos costos son altos.

En los últimos años, el crecimiento de la empresa ocurrió por la diversificación de productos y servicios, donde la incorporación y el desarrollo de tecnologías y la innovación de procesos han sido las piedras angulares.

El siguiente paso, en 2018, es buscar una innovación sobre el proceso de diseño actual, generar algoritmos para simular condiciones de prueba en los nuevos asientos. Actualmente, las pruebas se hacen a prueba-error; con el desarrollo de algoritmos capaces de simular condiciones muy cercanas a la realidad, las pruebas físicas se limitarán a aquellos diseños que tengan más posibilidad de ser aprobados.

3. Desarrollo de dispositivos médicos para diagnóstico y tratamiento de enfermedades endovasculares y cardiovasculares⁹⁹

En la década pasada se ha visto un crecimiento en el número y en los tipos de procedimientos endovasculares. Para mitigar esta demanda, la cantidad de dispositivos médicos diseñados se ha vuelto extensa, en especial en el empleo de catéteres intravasculares como los guía, microcatéter y vainas guía. Su uso se ha generalizado por la presencia de enfermedades vasculares periféricas, impulsadas por la obesidad, la diabetes, el tabaquismo, enfermedades hereditarias y algún otro estilo de vida no saludable.

SEI Medical, S.A. de C.V., es una compañía mexicana ensambladora y productora de dispositivos médicos, con más de 29 años en el mercado; cuenta con un laboratorio de investigación enfocado hacia el desarrollo, la innovación y la mejora de dispositivos médicos, y con un equipo de trabajo multidisciplinario¹⁰⁰ para la caracterización de los materiales plásticos

⁹⁹ **Proyecto 222444.** Diseño y desarrollo de dispositivos médicos de intervención radiológica para diagnóstico y tratamiento de enfermedades endovasculares y cardiovasculares.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

¹⁰⁰ Compuesto de ingenieros con diferentes especialidades (mecatrónica, industriales, procesos, seguridad de calidad y electricista), químicos, biólogos, biotecnólogo y un doctor en ciencias de los materiales.

y metálicos con la finalidad de ampliar el conocimiento y poder mejorar su desempeño mecánico (pruebas de tensión y torque). Es a partir de 2010 cuando la empresa, adicionalmente a la manufactura, empezó a incursionar en la mejora y el desarrollo de productos y así nace la idea de obtener, con tecnologías propias, productos médicos innovadores en funcionalidad a menor costo que los existentes en el mercado.

El resultado fue el desarrollo de catéteres de intervención de primera calidad con características mejoradas y apropiadas para la intervención radiológica, prototipos de dispositivos médicos de intervención radiológica para diagnóstico y tratamiento de enfermedades endovasculares y cardiovasculares como el catéter guía, el microcatéter y la vaina guía. Para la empresa, esta innovación se traduce en la apertura de un nuevo mercado donde estos dispositivos médicos se podrán ofrecer a un precio competitivo; también se solicitó la patente de diseño y proceso de manufactura de dichos dispositivos. Otro logro del proyecto fue la formación de un clúster biomédico en Chihuahua que actualmente agrupa a 18 empresas de la región cuyo objetivo es la investigación y el desarrollo de dispositivos.

La empresa trabajó en coordinación con el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, el cual generó soluciones conceptuales para el desarrollo de un prototipo de celda que permita soldar, cortar y formar los alambres de acero inoxidable que forman parte de la estructura de catéter guía; y con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, que se encargó de investigar y analizar los materiales de pruebas para el desarrollo de prototipos, y realizar estudios comparativos de las tecnologías existentes para buscar la diferenciación óptima de los tres productos a innovar. Se trabajó intensamente en la búsqueda de materiales que cumplieran con los requerimientos biomédicos de flexibilidad, dureza y demás características necesarias para contar con un producto mejorado. Se encontró el equilibrio y se desarrollaron productos con un desempeño superior a los dispositivos actuales en el mercado, se encontraron materiales o combinaciones de materiales que generan mejores características físicas como flexibilidad, forma, etc., y que cumplen con los requerimientos biomédicos establecidos.

Con el PEI, SEI Medical aceleró el proceso de innovación a un año, en lugar de los tres o cinco que hubiera tomado realizado con recursos propios. Asimismo, antes del PEI, la empresa no había invertido en vinculaciones externas y los desarrollos dependían exclusivamente de su laboratorio de investigación; ahora ya cuentan con esa experiencia de

colaboración. Para la Universidad, el trabajar con un proyecto PEI fue un parteaguas, ya que ahora cuentan con un área de detección de oportunidades para investigadores y docentes para seguir con vinculaciones y dar este tipo de servicios al sector productivo.

Actualmente, los dispositivos médicos innovados están en la etapa de autorización de COFEPRIS y de la FDA, y la siguiente etapa es la producción. Una vez obtenidos compromisos de compra, SEI Medical iniciaría la producción y comercialización del producto.

4. Disminución de las emisiones de CO₂ en la industria cementera utilizando residuos¹⁰¹

El reto más importante de la industria cementera radica en la disminución de las emisiones de CO₂ (bióxido de carbono) generadas durante la elaboración y transporte del cemento. Para lograr este objetivo, una opción es la utilización de combustibles alternos en el proceso de elaboración de cemento. Al utilizar cualquier combustible para combustión, el horno cementero se convierte en el incinerador ecológico ideal, ya que logra una combustión completa desintegrando el combustible, reduciendo las emisiones de CO₂ al utilizar menor cantidad de carbón mineral y aprovechando las sustancias y materiales con un destino no reciclable.

Bajo este antecedente, la empresa GCC Cemento, S.A. de C.V., dedicada a la fabricación y comercialización de materiales para la industria de la construcción desde 1941, se propuso optimizar el proceso de combustión de residuos utilizados como combustible alternativo en el horno cementero, asegurado la calidad del producto final, estabilidad proceso y control de emisiones al medio ambiente dentro la normatividad vigente.

Este proyecto es continuación de los apoyados por el PEI en 2014 y 2015, en los que se realizaron las pruebas necesarias para analizar la factibilidad de la sustitución de carbón mineral (principal combustible de GCC) por hasta 45% de un combustible alternativo a base de residuos. En esos proyectos se desarrolló un sistema integrado de equipos para selección, trituración, dosificación, inyección y control de los residuos.

El objetivo de esta innovación ha sido alcanzar de manera gradual los niveles de sustitución en plantas cementeras

¹⁰¹ **Proyecto 230059.** Optimización en el proceso de combustión al utilizar combustibles alternos a base de residuos (basura) en el horno cementero. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

europas que van de 60 a 80%,¹⁰² tomando en consideración que al sustituir niveles por encima de 35% existe una concentración de cloro y óxidos de azufre que afectan la estabilidad proceso, limitando el porcentaje de sustitución.

Los resultados del proyecto incluyen un proceso piloto experimental para el mezclado, homogenización y almacenaje de las mezclas aptas de los residuos industriales, comerciales y/o domésticos. Se obtuvo una mezcla estable y caracterizada para los diferentes puntos principales del horno cementero, generando beneficios económicos, ya que los combustibles alternos son 2.5 veces más baratos que el combustible tradicional. El carbón, que comúnmente es utilizado como combustible en el horno cementero de la empresa, se importa de Estados Unidos y es transportado mediante ferrocarril, lo cual genera altos costos.

En este proyecto, la empresa ya cuenta con un sistema de trituración y separación para producir combustible propio, a diferencia de las empresas europeas, las cuales ya compran la mezcla preparada para su combustión. Los beneficios ambientales son importantes, ya que gran parte de los residuos se depositaban en el relleno sanitario municipal y ahora adquieren valor porque pueden ser coprocesados. Se estima que al alcanzar los niveles deseados de coprocesamiento se eliminarán aproximadamente 66 mil toneladas de basura y se disminuirá el consumo de 33 mil toneladas de carbón mineral (anuales).

La empresa se encuentra en la implementación de un proyecto similar en otra planta ubicada en la Ciudad de Chihuahua y se tiene previsto solicitar en un futuro la patente de la mezcla exacta de residuos para el combustible alternativo.

GCC Cemento se vinculó con el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) para el desarrollo del proyecto. Esta institución apoyó a la empresa en localizar a los generadores de residuos, caracterizarlos y hacer pruebas con simulación computacional y dinámica de fluidos, considerando las características propias del proceso de combustión en la planta y así determinar las mezclas de residuos aptas para alimentar en el horno.

La empresa tiene un departamento de investigación y desarrollo, el cual está enfocado en nuevos productos y soporte técnico. No obstante, reconoce que sin el apoyo del PEI no

habrían desarrollado el proyecto o éste hubiera tomado el doble de tiempo.

La planta donde se originó el proyecto ya es líder en América en porcentaje de sustitución de combustibles fósiles por alternos, por lo que GCC Cemento continuará con la búsqueda de aumentar el porcentaje de sustitución de carbón mineral. Técnicamente hay algunas opciones, como modificaciones estructurales para el precalentador/calcinador existente.

5. El proyecto que genera sanitizantes para la industria cárnica a base de una planta endémica¹⁰³

En los últimos tiempos ha persistido la búsqueda de técnicas y métodos que incrementen la productividad pecuaria y alimentaria sin agredir los ecosistemas y sin afectar la salud humana, por lo que es indispensable identificar fuentes naturales para desarrollar sanitizantes eficientes de tipo orgánico y nula residualidad.

La flora de México es una de la más diversas del mundo ya que posee alrededor de 10% del total de las especies con un alto nivel endémico. Entre esta diversidad sobresale el potencial antimicrobiano de los componentes de especies vegetales distribuidos en las zonas semidesérticas de México; es aquí donde destaca la planta gobernadora (*Larrea tridentata*), cuyos extractos presentan actividad antimicrobiana y se caracterizan por tener una gran cantidad y variedad de fitomoléculas (compuestos con propiedades producidas por las plantas) que protegen a estas especies del ataque de diferentes bacterias y hongos.

Es por ello que Grupo Bafar desarrolló un desinfectante prototipo a base de compuestos fenólicos obtenidos de gobernadora, la planta endémica del norte del país,¹⁰⁴ capaz de eliminar a los microorganismos que inciden en la planta productiva, lo que reduce gastos de operación y por tanto ofrece mayor rentabilidad de las líneas de producción. Se estima que se genera una reducción significativa de costos de hasta 10% por la utilización de materiales vegetales de

¹⁰² En Europa es una práctica común el uso de combustibles alternos a partir de residuos, pudiendo llegar a niveles de 60% a 80% de sustitución. Este combustible alternativo lo suministra un proveedor externo, el cual se encarga de separar, clasificar y triturarlo y se le remunera de acuerdo al cumplimiento de las especificaciones del combustible (porcentaje de cloro, azufre, poder calorífico, etc.). De tal forma que las plantas cementeras simplemente se encargan de la recepción y el proceso interno para su inyección. A diferencia, la empresa GCC Cemento desarrolló un sistema integrado de equipos para separar, clasificar y triturar los residuos.

¹⁰³ **Proyecto 222641.** Innovación de productos prototipo sanitizantes de interés para la industria cárnica a base de extractos de gobernadora (*Larrea tridentata*). Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

¹⁰⁴ Cuando se indica que una especie es endémica de cierta región, significa que sólo es posible encontrarla de forma natural en ese lugar.

fácil adquisición, así como una disminución considerable en el gasto de agua para las actividades de limpieza.

La extracción de los compuestos fenólicos que han demostrado poseer actividad antimicrobiana puede realizarse mediante procesos simples, ecológicos y económicos. Por tal motivo, y con objeto de reducir el impacto ambiental y mejorar el proceso de desinfección y sanitización de la planta productiva, Grupo Bafar obtuvo las condiciones óptimas de extracción de los compuestos mencionados anteriormente empleando como fuente vegetal la planta gobernadora. Mediante este proyecto, la empresa cuenta con un agente de desinfección y sanitización de mayor eficiencia hecho a la medida, que funciona contra los microorganismos patógenos presentes en la planta procesadora de productos cárnicos.

Grupo Bafar se encuentra en el mercado desde hace más de 30 años y es un destacado fabricante y comercializador de carnes frías, lácteos, carnes rojas y otros productos cárnicos en la República Mexicana. Uno de los principales intereses de la empresa es el aprovechamiento de materiales vegetales que se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, obtener un valor agregado con su procesamiento mediante la extracción de sus compuestos bioactivos, esto es, el aprovechamiento de materiales vegetales con actividad biológica para ser la base de la preparación de agentes sanitizantes y bactericidas, ofreciendo una solución económica y efectiva para garantizar la desinfección de sus líneas de producción.

Para lograr los objetivos propuestos en este caso, se vinculó con la Universidad Autónoma de Coahuila la cual, por medio de su Departamento de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas, cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto expuesto y aportó su amplia experiencia y asesoría para el desarrollo del mismo.

La Universidad Autónoma de Coahuila desarrolló las actividades de recolección del material vegetal, evaluó los parámetros de extracción para la obtención de compuestos fenólicos de la planta gobernadora, determinó la actividad microbiana de los compuestos de interés extraídos y elaboró el reporte del protocolo de la formulación del sanitizante a base de gobernadora y la actividad antimicrobiana del producto prototipo.

Con este proyecto, Grupo Bafar obtuvo y desarrolló experiencia, metodología, información y datos de operación para la implementación de estas nuevas tecnologías de manera rentable en sus plantas industriales. Una vez evaluada la funcionalidad y viabilidad del desarrollo del sanitizante prototipo se procederá a realizar un estudio de escalamiento para obtención de los extractos de la planta gobernadora a escala piloto.



COAHUILA

Datos PEI Coahuila		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	583.87	8
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	194.92	5
Unidades económicas 2014	97,044	15
Total proyectos presentados	1,130	6
Total proyectos apoyados	319	6
Efectividad estatal	0.28	17
Calificaciones	87.94	6
Monto total invertido	2,505.34	7
Monto público invertido	1,332.72	5
Proporción privado / público	0.88	19
Proporción invertido en vinculación	0.31	11
Nivel de innovación promedio inicial	3.13	32
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.02	10
Avance en nivel de innovación	3.89	1

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Desarrollo de un prototipo para alcanzar el tiempo óptimo de templado e incrementar el control dimensional en muelles automotrices¹⁰⁵

El objetivo de contar con un prototipo en el proceso de temple de hojas para muelle se debe a la necesidad de agregar valor y diferenciar los productos. Por ejemplo, el confort que pueda proporcionar un muelle como parte de la suspensión de un vehículo va a depender del diseño y éste, a su vez, del valor agregado que ofrezca el material (capacidad para absorber, almacenar y liberar energía), mismo que se adquiere principalmente por el tratamiento térmico.

En este contexto, la empresa Rassini Suspensiones, empresa mexicana dedicada a la manufactura y diseño de componentes para suspensión automotriz desde hace más de 40 años y líder en la fabricación de muelles para vehículos ligeros, encontró un área de oportunidad en la generación de prototipos de prueba de un sistema de control inteligente de la transferencia de calor, en el proceso de temple de hojas para muelle.

Los resultados alcanzados permitieron tener un prototipo que permite evaluar el desempeño de las variables y de la eficiencia en el tratamiento térmico. A la vez, se consiguió un mayor control de las propiedades mecánicas de una pieza (la resistencia necesaria para el trabajo que va a realizar) y sus cambios dimensionales (en el temple sufre contracciones o expansiones), con el fin de mejorar el desempeño de algunos productos nuevos.

Con el proyecto finalizado, Rassini busca ahora el escalamiento de líneas de producción, considerando que el prototipo permite revisar la factibilidad de implementarlo en nuevas líneas de sus diferentes plantas, que buscarán orientarse a muelles automotrices de más alto valor agregado para promover ventajas competitivas en los nuevos mercados donde se incursiona como Europa y Asia.

En el proceso de investigación e innovación, la empresa ha mantenido vinculación con diferentes universidades y centros de investigación. Este es el caso del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, especialista en el manejo de bases de datos y de variables en tiempo real, con el que abordó temas de optimización de variables e información de

resultados en tiempo real, y desarrolló un modelo matemático para el sistema de templado. Así, se diseñó un prototipo para alcanzar el tiempo óptimo de templado, incrementar el control dimensional en muelles automotrices y tener, de una manera más eficiente y en tiempo real, las variables necesarias para predecir tanto la variación dimensional de las piezas como las propiedades mecánicas.

Para Rassini, el PEI es un apoyo a la industria automotriz, donde hay mucho que investigar, mucho que innovar y mucho que mejorar; asimismo, es un incentivo y una motivación para los investigadores mexicanos que ven reflejado su trabajo en casos reales.

Actualmente, Rassini trabaja en otros proyectos con la colaboración de centros de investigación, considerando que en el ámbito automotriz es clave el desarrollo de capacidades para la manipulación de los materiales utilizados en autopartes. La empresa tiene un presupuesto anual destinado a investigación y desarrollo para tareas de implementación, innovación y generación de nuevos productos, el cual buscará complementar con apoyos gubernamentales.

2. Producción de soleras para autotransporte a partir de chatarra¹⁰⁶

En la búsqueda de mayor valor agregado en sus productos, la empresa Fundación JV, S.A. de C.V., encuentra un área de oportunidad en el sector automotriz mediante el desarrollo de un proceso conformado mecánico de la aleación 6063 con base en chatarra de aluminio para obtener soleras utilizadas en camiones y/o automóviles, las cuales deberán tener propiedades de alta resistencia a la corrosión y a las altas temperaturas, logrando aumentar su tiempo de vida.

La innovación da inicio desde la concepción del proceso de producción de soleras de aluminio a partir de chatarra, con la idea de ahorrar costos y tiempo. En este proyecto se demostró a nivel laboratorio que sí es posible generar soleras de aluminio de mayor valor agregado a partir de material reciclado, mejorando las propiedades de las ya existentes en el mercado, tanto físicas como térmicas, para trabajar en condiciones extremas de operación. A partir de estos resultados, Fundación JV quiere hacer el escalamiento a nivel de planta, y adquirió un molino de laminación industrial para probar la investigación.

¹⁰⁵ **Proyecto 232264.** Desarrollo de sistema de temple inteligente para incrementar el control dimensional en muelles de suspensión automotriz. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y del centro de investigación.

¹⁰⁶ **Proyecto 233032.** Desarrollo de prototipo de soleras de aleación de aluminio 6063 obtenidos a partir de chatarra para componentes automotrices. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa y del centro de investigación.

Fundición JV nació en Coahuila, en 1994, como una compañía recicladora de chatarra de aluminio y se distingue por haber diseñado y fabricado los hornos con los que cuenta actualmente. La empresa se dedica a la fabricación de aleaciones base aluminio para tres sectores industriales: automotriz, eléctrico y electrodomésticos, y ha logrado su crecimiento con base en su desarrollo científico-tecnológico, enfocado al diseño de hornos de fusión de alta eficiencia y bajo consumo de energía, a la mejora de los procesos de producción y al desarrollo de nuevos productos.

Así, con el objetivo de fabricar soleras de aluminio de calidad a partir de chatarra, la empresa buscó la participación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Saltillo, y de la Universidad de Liderazgo, Tecnología y Administración.

El Centro de Investigación se encargó del estudio del efecto de la velocidad y cantidad de deformación de la aleación de aluminio a partir de chatarra; de tomar el material fundido, deformarlo, realizar las probetas y determinar cuándo se alcanzan las propiedades mecánicas requeridas para la aplicación automotriz; y de un diseño experimental en el proceso de rolado para determinar las condiciones que ofrecen las mejores propiedades mecánicas. La Universidad de Liderazgo tuvo a su cargo el diseño del proceso de laminación y de la medición de las propiedades mecánicas que se iban alcanzando en las pruebas para determinar la calidad de los productos.

La dificultad para obtener soleras de aluminio de calidad a partir de material reciclado radica en que este tipo de material se extruye, no se rola, no se deforma ni a partir de colada continua. Son aleaciones duras, difíciles de deformar, por lo que se requirió un tratamiento para quitar partículas que endurecen a las aleaciones y encontrar las condiciones ideales para darles forma.

Fundición JV destaca que el apoyo del PEI provocó que la innovación fuera técnicamente exitosa, por la necesidad y la ventaja de poder hacer uso de las capacidades de las instituciones vinculadas al proyecto y, principalmente, se tuvieron resultados más rápidos de lo esperado, ya que la empresa habría tardado de tres a cinco años en reunir capital para desarrollar de esta manera el proyecto. Por su parte, los centros de investigación participantes destacan que con el PEI lograron

mejoras en su infraestructura, el fortalecimiento del área de estudio automotriz, nuevas líneas de investigación y una participación activa de investigadores y estudiantes.

Fundición JV está participando en un nuevo PEI para completar la innovación, ahora con un estudio técnico y de factibilidad para hacer soleras por medio de laminación (no extruido), partiendo de colada continua. Para esta segunda etapa se requerirá un molde (la preforma) para la colada continua (proceso más rápido y más barato), un horno de tratamiento térmico y otro molino para hacer las pruebas térmicas.

3. Desarrollo de un recubrimiento que alarga la vida de componentes de maquinarias¹⁰⁷

Este proyecto fue resultado de la planeación tecnológica y análisis de prospectiva (requerimientos y necesidades futuras del mercado) de la empresa Innovación Tecnológica en Soldadura y Superficies, S.A. de C.V., y atiende la problemática existente en la industria de los hidrocarburos. En ésta, los componentes de acero grado maquinaria —como válvulas, tuberías, bridas, conectores, estabilizadores, entre otros— están expuestos a diversas sustancias que ocasionan que sus superficies internas y externas presenten corrosión acelerada, causando la degradación de propiedades mecánicas de los materiales, como son su resistencia, ductilidad y resistencia al impacto, que a su vez conducen a la pérdida de materiales y la reducción de su espesor, entre otros efectos.

En este contexto, la empresa desarrolló un sistema automatizado para la aplicación de revestimientos denominados *cladding*¹⁰⁸ a componentes utilizados en el procesamiento de hidrocarburos. Este recubrimiento automatizable, sincronizable y programable con un posicionador mecánico de piezas, mejora las propiedades de resistencia a la corrosión y características metalúrgicas de los componentes de una maquinaria.

Gracias a la innovación, la empresa ya está comercializando los servicios derivados de esta tecnología, tienen un diseño industrial en trámite y el otorgamiento de un derecho de autor, por el documento denominado: *Manual de operación de celda de soldadura robotizada*.

¹⁰⁷ **Proyecto 230487.** Desarrollo de celda prototipo para control y revestimiento *cladding* automatizado mediante el proceso de soldadura HWGTAW en componentes críticos utilizados en el procesamiento de hidrocarburos.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt, en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

¹⁰⁸ Recubrir es el proceso por el cual una capa de materiales es depositada sobre un material base para obtener propiedades y dimensiones deseadas. *Cladding* es un método de revestimiento para el control de la corrosión muy usado en la industria química, el cual es aplicado por el proceso de soldadura de alambre caliente HWGTAW, con aleaciones resistentes a la corrosión, como son el caso de las aleaciones de acero inoxidable, base níquel (Ni) o base cobalto (Co) para mejora de resistencia al desgaste y corrosión a componentes de acero grado maquinaria, como tubos, válvulas, conectores y estabilizadores utilizados en el sector de la industria.

Innovación Tecnológica en Soldadura y Superficies cuenta con amplia experiencia en el mercado de mantenimiento industrial, específicamente en la reparación y mantenimiento de componentes por soldadura. La empresa está formada por un grupo de especialistas metalúrgicos, con especialidad en tecnología de la soldadura industrial, y cuenta con una participación previa en el PEI 2015: "Aplicación de recubrimientos de soldadura *cladding* de acero inoxidable AISI 347 para incrementar la resistencia a fragilización por hidrógeno en componentes de procesamiento de gas shale", el cual sirvió como plataforma para esta nueva investigación.

Para llevar a cabo este proyecto, la empresa solicitó la participación de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA) y de la Universidad Autónoma de Coahuila (UADEC).

La UADEC diseñó la ingeniería básica y a detalle de la celda prototipo para aplicación de *cladding*, proporcionó el soporte técnico por parte de especialistas en diseño y simulación de procesos, así como la fase experimental a nivel laboratorio, en el escalamiento, instalación y puesta en marcha de la celda prototipo. Por otra parte, generó el paquete tecnológico, el cual describe la tecnología de producto, tecnología de proceso y tecnología de equipamiento, incluyendo los manuales de capacitación para el personal involucrado.

COMIMSA otorgó el soporte en la investigación y análisis de falla, la simulación y optimización del proceso de recubrimientos *cladding*, su caracterización y conclusiones. Proporcionó el soporte técnico en los procesos de evaluación y caracterización de cupones experimentales, y apoyó con el soporte en la integración de expedientes de propiedad intelectual. Asimismo, proporcionó el apoyo técnico en la incorporación parcial y puesta en marcha de celda experimental.

La empresa comenta que no hubieran desarrollado esta innovación sin el apoyo del PEI, mientras que las instituciones vinculadas al proyecto permitieron demostrar la innovación y las ventajas de la propuesta. Innovación Tecnológica en Soldadura y Superficies continuará en la búsqueda de optimización de procesos para nuevos componentes y aplicaciones, incorporando y adaptando tecnología para el servicio de sus clientes.

4. Innovador proceso de colado de piezas complejas de aluminio para el sector eléctrico y petroquímico¹⁰⁹

Aluminios y Broces de Saltillo, S.A. de C.V. (ALBRONSA) detectó un área de oportunidad para el desarrollo de un nuevo proceso a nivel piloto de piezas coladas en fundición, piezas complejas de Al356 cuya fabricación es realizada principalmente en Alemania, Italia e Inglaterra, pero no en México, por lo que son importadas con altos costos.

Esta propuesta es continuación de un proyecto PEI 2013 y busca reducir los tiempos de fabricación y mejorar las propiedades mecánicas de dichas piezas complejas mediante el procesamiento de fundición y elaboración en un sistema de molde permanente,¹¹⁰ en lugar del proceso convencional en molde de arena.¹¹¹ En el proceso de molde permanente es posible usar corazones para formar las superficies interiores del producto de fundición; los corazones pueden ser metálicos y su forma debe permitir la remoción de la pieza, o deben ser mecánicamente desmontables para permitir esta operación; por ello, era necesario estudiar a fondo el proceso de elaboración de corazones con diferentes procesos de endurecimiento desde el empleo de CO₂, SO₂ y nuevas resinas que endurecen con estos gases. Es escasa la información referente a los métodos de determinación de las propiedades mecánicas y microestructurales de piezas complejas de Al356 bajo esta tecnología de moldeo por coladas en fundición, misma que ha sido empleada para la fabricación de algunas piezas de aleaciones base aluminio (A354) para la industria automotriz, pero no para piezas complejas de Al356.

Con este antecedente, ALBRONSA realizó el desarrollo tecnológico de un nuevo proceso, basado en la colada en molde permanente por gravedad basculante para la elaboración de piezas complejas de aleaciones de aluminio Al356 con altas propiedades mecánicas y sometidas a altas presiones utilizadas en la industria eléctrica. Este tipo de piezas son huecas, por lo que para su manufactura se utilizan corazones que dan forma a las mismas y las pruebas de materiales en la fabricación de estos corazones que conduzcan a un fácil desmoldeo de los mismos fue la clave del proyecto.

¹⁰⁹ **Proyecto 223039.** Nuevo proceso de piezas complejas Al356 con altas propiedades mecánicas en ind. Eléctrica parte 3. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

¹¹⁰ Moldes de acero o hierro fundido, construido en dos secciones que están diseñadas para cerrar y abrir con precisión y facilidad. Las ventajas de la fundición en este molde incluyen buen acabado de la superficie y control dimensional estrecho, así como fundiciones más resistentes.

¹¹¹ La fundición en molde arena es el más sencillo y versátil de los procesos de fundición del aluminio. Consiste en vaciar el metal fundido a un molde de arena consolidado mediante aditivos químicos, dejarlo solidificar y romper después el molde para remover la pieza. Posteriormente, la pieza pasa por un proceso de limpieza e inspección. En ocasiones requiere un tratamiento térmico para mejorar sus propiedades metalúrgicas. Su desventaja consiste en que el molde es desechable.

ALBRONSA desarrolló un nuevo proceso de fabricación del corazón utilizado en el colado, mejoró su resistencia con diferentes procesos de endurecimiento y también cumplió el objetivo de desarrollar corazones de fácil desmolde. Así, se incrementó la competitividad de la empresa pasando de una producción de cuatro piezas de aluminio en ocho horas a 20 piezas en el mismo lapso. Las piezas complejas pueden ser utilizadas en la producción de interruptores de tanques muerto (*dead tank circuit breaker*), los cuales son usados en la industria eléctrica en los procesos de transmisión de la corriente eléctrica desde grandes subestaciones hasta pequeñas plantas industriales.

ALBRONSA es una empresa 100% mexicana, dedicada a la manufactura de piezas de aluminio y sus aleaciones. Se estableció en 1987 en Coahuila, y fabrica una variedad de piezas y componentes para diferentes industrias, así como diversos productos para el consumidor.

La empresa se vinculó con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Saltillo, y con la Universidad de Liderazgo, Tecnología y Administración, S.C. Con la primera institución se realizó la formulación y evaluación de diferentes resinas, se hicieron pruebas de resistencia del corazón como pruebas de colapsabilidad y fabricación de probetas del corazón. Por su parte, la Universidad de Liderazgo optimizó el proceso de manera integral, conjuntó la información de la composición química obtenida bajo las mejores condiciones y la determinación experimental de las propiedades mecánicas de los materiales bajo el nuevo proceso no convencional para el desarrollo de este tipo de aleaciones.

La empresa considera que sin el apoyo del PEI la innovación podría haberse demorado hasta tres años; asimismo, este proyecto aumentó su competitividad y, en cuestión tecnológica, ahora ofrece una fortaleza más a sus clientes con la mejora de las propiedades mecánicas de las piezas y la reducción en tiempos de entrega.

ALBRONSA ya está comercializando las piezas complejas de aluminio obtenidas mediante el nuevo proceso de colada en molde permanente, mismos que tienen aplicaciones principalmente en el sector eléctrico y petroquímico, por lo cual las perspectivas de la empresa son halagadoras.

5. Tecnología nacional para el prototipado de refacciones de mantenimiento para la industria manufacturera¹¹²

La industria manufacturera demanda mantenimiento de alta calidad para su maquinaria, ya que cada uno de los componentes de sus líneas de trabajo se vuelven críticos para los procesos de producción. Asimismo, la mayoría de las veces no se cuenta con una logística eficiente por parte de los proveedores, la cual está altamente limitada por ser piezas de importación.

A fin de resolver esta problemática, TUXOR, S.A. de C.V., implementó sistemas de diseño y modelación para el desarrollo de herramientas para el sector manufacturero en el que se incluyeron técnicas de integridad mecánica aplicable para monitorear el deterioro de componentes, los cuales integran un software de análisis que permite la estimación del mantenimiento preventivo que requiere el herramental, buscando incrementar su vida útil y reducir los costos asociados a paros por fallas en los mismos. Este proyecto tiene la finalidad de dar servicio a las empresas de la industria manufacturera que emplean moldes y troqueles de aceros grado herramienta en sus procesos, particularmente a las de la región norte.

La empresa tiene establecido un programa anual de generación de proyectos de innovación, el cual está centrado en la búsqueda de nuevas tecnologías para el desarrollo de componentes para la industria en general denominado "Programa anual para la generación de capacidades tecnológicas y servicios de alto valor agregado para su oferta en la industria en general". Por ello, esta propuesta se deriva de un proceso de vigilancia tecnológica y análisis de mercado para atender y ofertar servicios de valor agregado, donde se detectó un área de oportunidad.

Como resultado, se creó tecnología nacional para el prototipado de refacciones de mantenimiento para la industria manufacturera, para la fabricación de componentes y herramientas para diversas aplicaciones, asimismo se estableció la proveduría nacional para el mantenimiento de los mismos e implementó la tecnología de modificación superficial de herramientas para diversas aplicaciones con equipo automatizado.

¹¹² **Proyecto 233254.** Desarrollo de tecnología para el prototipado de refacciones de mantenimiento para la industria manufacturera de la región. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Para llevar a cabo cada uno de los objetivos planteados, la empresa contó con la colaboración de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V. (COMIMSA), la cual se encargó del diseño de experimentos, realización de pruebas y evaluación de producto.

TUXOR se especializa en la fabricación y reparación de moldes y troqueles de aceros grado herramienta y cuenta con

experiencia en la fabricación de herramientas para maquinaria pesada, por lo que buscará dar continuidad a estos trabajos. La empresa tiene planeada la creación de tecnología para incrementar las propiedades tribológicas de los componentes críticos para labores de minería, con las cuales se controlen espesores, dimensiones y, sobre todo, se reduzcan las zonas afectadas por el calor, con fines de aplicación en componentes del sector de extracción de minerales y de hidrocarburos.



DURANGO

Datos PEI Durango		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	203.00	26
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	113.90	19
Unidades económicas 2014	50,452	26
Total proyectos presentados	248	21
Total proyectos apoyados	86	21
Efectividad estatal	0.35	8
Calificaciones	83.67	29
Monto total invertido	553.99	23
Monto público invertido	216.47	26
Proporción privado / público	1.56	1
Proporción invertido en vinculación	0.19	30
Nivel de innovación promedio inicial	4.40	11
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.35	1
Avance en nivel de innovación	2.95	9

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Una alternativa de alimento balanceado para animales a partir de la *moringa oleifera*, planta de bajo consumo de agua¹¹³

La Comarca Lagunera es una de las principales cuencas lecheras del país, lo que implica destinar una gran cantidad de agua a cultivos forrajeros por la alta demanda de alimento para ganado, pero un problema de la región es la escasez de agua y la sobreexplotación de los mantos acuíferos. En este contexto, la empresa Moringa del Desierto desarrolló un proyecto para producir alimento balanceado a partir de materia seca de la *moringa oleifera*, cultivo de bajo consumo de agua que aporta gran cantidad de nutrientes (proteína) complemento para la dieta de cerdos, conejos, chivas, aves de corral, peces, bovinos, animales domésticos, entre otros.

La *moringa oleifera* puede producirse en la región lagunera, aunque no es muy conocida; la idea del proyecto fue aprovechar además de la semilla, las hojas y tallos de cada poda por el alto grado de proteína que incorpora y que disminuirá los costos del alimento balanceado, siendo además una alternativa al uso de la alfalfa o avena, cultivos que consumen mucha más agua.

La empresa está peletizando la *moringa oleifera*, tiene la planta piloto que funciona perfectamente y ya se escaló a producción; se registró una marca para el producto, mismo que puede abastecer una demanda acotada, por la cantidad que se puede producir. Moringa del Desierto destaca que, gracias a los resultados de esta investigación, ahora tienen un mayor potencial de clientes y de mercado y se incrementó su acervo tecnológico al contar con una metodología de desarrollo. Grandes productores de la región están interesados en el producto y piden desarrollar otros proyectos de acuerdo a sus necesidades.

El uso de la *moringa oleifera* se probó y funciona en alimentos para diferentes animales: peces, conejos, cabras, bovinos, etc. Ahora Moringa del Desierto busca dirigir los resultados de este proyecto para abastecer de manera masiva al ganado bovino, que representa la demanda más importante de la región, lo que requerirá cambios en el proceso productivo.

Moringa de Desierto es una empresa de producción rural que tiene como misión la investigación y desarrollo de

nuevas tecnologías que contribuyan al crecimiento sostenido de campos y cultivos; tiene una plantación de moringa e inició la investigación a fondo de la planta, sus beneficios, usos y cómo incorporar la proteína en el alimento balanceado.

La empresa buscó al Instituto Tecnológico de Lerdo para trabajar en el desarrollo de la planta piloto y su principal aportación fue adaptar los recursos que ya tenía la empresa, el proceso para la mezcla de semilla, hoja y tallo para la peletización de alimento balanceado.

Sin experiencia previa de Moringa del Desierto en trabajos de vinculación, el PEI abrió la oportunidad de contratar a Instituto Tecnológico de Lerdo, y esta vinculación empresa-instituto permitió acortar los tiempos de la investigación. Sin el PEI hubieran tardado aproximadamente el doble de tiempo: dos años.

Para el Instituto Superior de Lerdo, el PEI ha sido un trampolín tanto para docentes e investigadores como para becarios; ha mejorado su infraestructura, ha podido ofrecer becas, ha realizado publicaciones científicas y ha fortalecido sus programas académicos. Los estudiantes se han integrado en el ambiente productivo y, en particular, se ha cubierto la esencia de toda institución: generar conocimiento con soluciones tecnológicas innovadoras que permitan a las empresas ser más competitivas.

Como próximos pasos, Moringa del Desierto busca dirigir los resultados de este proyecto al ganado bovino, que representa la demanda más importante de la región. Por su parte, el Instituto de Lerdo está preparado para participar en el diseño de la nueva maquinaria que se requeriría para mejorar y automatizar el nuevo proceso, incluyendo la eficiencia energética.

2. Un proyecto que permite a la industria láctea sustituir enzimas animales por enzimas microbianas¹¹⁴

El cuajo es un preparado enzimático animal coagulante de la leche, producido mediante la extracción natural de la renina que se encuentra en los estómagos de cabritos y terneras. Provoca la formación del coágulo y ejerce otro efecto

¹¹³ **Proyecto 221224.** Producción de alimento para ganado peletizado a partir de moringa oleífera.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

¹¹⁴ **Proyecto 221846.** Obtención de una enzima coagulante a partir de hongos filamentosos (cuajo microbiano) frente a la escasez de estómagos de ternera y cabrito como materia prima para la producción del cuajo tradicional.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

en la maduración del queso. La demanda del cuajo para la fabricación de queso no puede ser cubierta actualmente debido a las limitaciones de disponibilidad en el mercado de la materia prima principal que son los estómagos de cabritos y de terneras, lo que provoca un incremento significativo en los costos de producción. Aunado a ello, la industria láctea alimenticia está migrando hacia la aplicación de otros preparados enzimáticos de mayor actividad y obtenidos mediante procesos no dependientes de este tipo de materia prima, sino con otros que involucren la biotecnología, como son las fermentaciones de hongos filamentosos.

Por esta razón, la empresa El Danés desarrolló un proceso de obtención de enzimas coagulantes microbianas con capacidad de sustituir la de origen animal, lo que permitió a la empresa introducir al mercado una nueva marca del preparado enzimático, y poder implementar la biotecnología para la producción de los preparados enzimáticos aplicados en la industria láctea.

Con esta innovación, la industria láctea tiene la opción de un proceso que sustituye al tradicional en la producción de enzimas, bajo una tecnología desarrollada por una empresa nacional, la cual incluyó la investigación de diversas fuentes de origen microbiano, así como de tecnologías alternativas para la producción de proteasas, lactasas y lipasas para eliminar la dependencia de enzimas animales costosas y poco eficientes, sustituyéndolas por enzimas microbianas de bajo costo y de alto poder coagulante.

El Danés, empresa establecida en Durango desde 1983 y reconocida como una de las principales fábricas productoras de cuajo natural de origen animal en el país para la elaboración de quesos y sus derivados, desarrolla esta innovación que implica un cambio drástico en la obtención de enzimas en nuestro país.

La empresa ya había realizado ensayos preliminares con la cepa de hongo filamentoso *Mucormiehei*, cuya enzima es la proteasa, y ya mostraba la presencia de la enzima de interés en los extractos obtenidos mediante la fermentación. No obstante, se observó que se requería de un esfuerzo mayor para aumentar la actividad de la enzima con el propósito de acortar los tiempos de coagulación de leche hasta los establecidos por los reglamentos de la industria quesera, por lo que se acercó a la Universidad Tecnológica de la Laguna (UTL) y al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), para poner en marcha el proyecto.

La UTL se encargó de la investigación y desarrollo tecnológico del biorreactor adecuado a las especificaciones de la empresa para la obtención de enzimas a partir de hongos filamentosos y el CIATEJ se dedicó a la purificación y caracterización de enzimas, así como al diseño de medios de cultivo económicos e innovadores para la fermentación sumergida de hongos que permita la obtención de proteasas con características para ser usadas como cuajo microbiano. Asimismo, aportó su experiencia en el diseño de procesos biotecnológicos.

Antes del PEI, El Danés no había invertido en proyectos de investigación extra muros y considera que este programa fortalece la vinculación entre los centros de investigación y las empresas, a las que apoya para concretar nuevos desarrollos e innovación y permite a las instituciones realizar ciencia o tecnología aplicadas. Sin el PEI, considera que le hubiera tomado madurar su proyecto al menos tres años.

El Danés desarrolló una mejora en los procesos y en el sistema de producción y tiene un nuevo producto, desarrolló una inclusión de modelo de utilidad ante el IMPI y la apertura para el aprovechamiento de las nuevas y mejores tecnologías. La empresa tiene planeado dar continuidad a este proyecto, donde la siguiente etapa es el escalamiento en el proceso, su concentración y purificación.

3. Vegetales esterilizados, con larga vida en anaquel, sin el uso de conservadores y refrigeración¹¹⁵

En los tiempos actuales hay una fuerte demanda en el mercado de alimentos listos para su consumo, en particular alimentos procesados que conserven sus propiedades de olor, sabor, textura y color. En el caso de vegetales, en general se encuentran en presentación congelada, enlatados a base de salmueras o almíbar, lo que modifica considerablemente su sabor y textura satisfaciendo parcialmente las necesidades del consumidor.

De esta forma, Empacadora FRAPE desarrolló un proceso que permite el esterilizado de vegetales manteniendo sus propiedades organolépticas, es decir, aquellas que tiene la materia en general y que perciben los sentidos, como el sabor, la textura, el color o la temperatura, con el fin de elaborar platillos de tipo vegetariano, con alto valor nutrimental, listos para su consumo, y que puedan tener una vida en

¹¹⁵ **Proyecto 230233.** Esterilizado de vegetales mediante proceso que conserve sus propiedades organolépticas para elaborar platillos vegetarianos, tipo alimentos funcionales, esterilizados libres de conservadores. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a representantes de la empresa y de la institución de educación superior.

el anaquel de hasta tres años a temperatura ambiente sin el uso de conservadores y de refrigeración. Cabe destacar que este tipo de producto es único y no existe actualmente en el mercado.

La integración de la línea prototipo de producción incluye cómo recibir al vegetal, cómo limpiarlo, cómo prepararlo para el empaque, las formulaciones a incorporar, una vez empacado cómo tratarlo, cuánto calor, cuánto tiempo y todos los diferentes elementos a vigilar para lograr que mantenga su estructura. Con este método, actualmente se elaboran vegetales capeados como tortas de papa, coliflor, chiles rellenos, aros de cebolla, entre otros; no capeados como rajadas, y mezcla de verduras como papa, chicharos, berenjena y zanahoria en cubitos, sazonadas o en vinagreta listas para agregar a ensaladas.

La empresa inició la comercialización de productos derivados del proyecto, aprovechando la red de clientes creada por otro producto esterilizado: "carnitas de cerdo", en centros comerciales y comedores industriales de México y de California, cárceles federales y estatales en EUA, así como las escuelas públicas de Texas, y se encuentra en la búsqueda de clientes potenciales. El objetivo es replicar el éxito alcanzado con los productos cárnicos ahora en vegetales esterilizados.

Cabe destacar que los *pouches* esterilizados de carnes son el producto estrella de esta empresa, y éstos también provienen del apoyo de un PEI. Se trata de las primeras carnes de cerdo que no requieren refrigeración y cuya producción es exportada exclusivamente a EUA. Otro ejemplo de producto esterilizado es el tendón y cola de res, el cual es comercializado en Corea del Sur. Empacadora FRAPE ofrece al mercado productos cárnicos procesados listos para servir, con inocuidad certificada, seguridad de entrega y estandarización de producto.

Empacadora FRAPE, S.A. de C.V., es una empresa 100% mexicana fundada en 1980 en Durango, que decidió ampliar su catálogo de productos esterilizados al ámbito vegetariano. Considerando la complejidad del proyecto, se apoyó con la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, la cual desarrolló estudios de vida de anaquel, microbiológicos y etiqueta nutricional de algunos productos, además de seleccionar los ingredientes adecuados para el proceso de esterilización realizando pruebas preliminares para definir las características, físicas y sensoriales del producto terminado.

Con la participación de la Universidad Tecnológica de la Laguna Durango se desarrolló la maquinaria y el proceso

requerido para la fabricación de la línea prototipo de vegetales, la cual debe garantizar la inocuidad y calidad de los productos terminados, determinando presión, temperatura, esterilizado y tiempo, considerando las características deseables en el producto fijadas por la empresa.

Empacadora FRAPE considera que el PEI es un programa que apoya de manera efectiva a la innovación, ya que de no haber contado con éste, concluir este proyecto podría haberse demorado más de tres años. La empresa ya desarrolla la siguiente etapa de investigación, un proyecto bajo el marco del PEI y complemento de los anteriores, relacionado con el rendimiento del producto durante las fases de la producción, es decir, estudiar cómo aprovechar al máximo el producto, reduciendo la merma del mismo.

Con la demanda probada por estos alimentos, en 2017 Empacadora FRAPE abrió una nueva planta de producción, ahora en Coahuila, para ampliar la oferta de productos. Asimismo, la empresa está en la búsqueda de la acreditación del secreto industrial para la línea prototipo innovada.

4. Desarrollo de un material nuevo para su uso en aparatos eléctricos en la industria cosmetológica¹¹⁶

La mayoría de los productos de belleza eléctricos de que se comercializan son importados, por lo cual nace la necesidad de fabricar productos nacionales que incorporen tecnología de vanguardia capaces de satisfacer las demandas del mercado. Por ello, Salag México, S.A. de C.V., inició el desarrollo de un material nanocompuesto para su aplicación posterior en un molde de cavidades múltiples.

Gracias a este proyecto, la empresa tiene la fórmula del material y el molde. Se trata de un material nanocompuesto con algunos aditivos de tamaño nanométricos poco convencionales aún en el mercado, a partir de plásticos y otros materiales inorgánicos, cuyas características incluyen la buena procesabilidad, resistencia mecánica y materiales antiinflamatorios. Este nuevo material está listo para ser usado en un molde o en una maquinaria de moldeo por inyección, es 100% nacional, de alta calidad y propiedades fisicoquímicas mejoradas que busca satisfacer el nicho de mercado no explotado en nuestro país.

Salag México se dedica a la fabricación y comercialización de productos de belleza, principalmente herramientas

¹¹⁶ **Proyecto 231768.** Desarrollo de nanocompuestos poliméricos para su aplicación en un molde con cavidades múltiples. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a representantes de la empresa y del centro de investigación.

para peluquería (aparatos eléctricos, tubos, rizadores, peines). La empresa tiene una marca propia, pero maquilan la producción para diferentes países, y maduraron la idea de contar con diseños propios elaborados con materia prima diferente, una vez que detectó deficiencias en los materiales utilizados en aparatos eléctricos.

Para el desarrollo de este proyecto, apoyado por el PEI, la empresa trabajó con la Universidad Autónoma de Coahuila (UADEC) y el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). La UADEC se encargó de diseñar un molde que compaginara con el comportamiento del polímero fundido innovado durante su procesamiento por inyección, y que, en ese flujo, tanto la temperatura y deformación del componente al solidificar y ser expulsado del molde fuera el esperado. El CIQA, especialista en desarrollos plásticos, participó con el desarrollo de un material nanocompuesto con ciertas características de procesabilidad y que cumpliera con las normatividades de seguridad, como las propiedades de retardo o resistencia a la flama y de resistencia al impacto por caída, a partir de un material de referencia que la empresa proporcionó.

La innovación implicaba desarrollar un material nuevo así que la empresa y las instituciones tuvieron que cumplir con las especificaciones fisicomecánicas del producto que se exigen en el mercado nacional e internacional.

Salag México buscó desarrollar su propio material como parte del acervo tecnológico de la empresa y consiguió ese objetivo con el apoyo de las instituciones participantes y del PEI. Cabe destacar que SALAG no había invertido en investigación extramuros, ni se habían vinculado con instituciones en el pasado; sin embargo, la idea de este proyecto data de hace más de ocho años y consideran que sin el apoyo del PEI no habrían logrado la innovación; quizá ni siquiera la hubieran iniciado. El impacto del PEI también se refleja en las instituciones vinculadas. Para el CIQA, el PEI implica más empresas solicitando apoyo especializado, con lo cual invierten en innovación, dan un salto tecnológico y logran más de lo esperado.

La siguiente etapa del proyecto para la empresa es encontrar proveedores locales capaces de producir el plástico con la fórmula innovada, de inyectar ese plástico, obtener las piezas y ensamblar los productos. Actualmente está en la búsqueda de una cadena de producción nacional, para tener un control y vigilancia total de la calidad de los productos y asegurar la exclusividad del uso del material diferenciado

que les dará una ventaja sobre los competidores. SALAG buscará expandir su presencia en el mercado de la industria de los cosméticos, ya que este nuevo material es aplicable a una gran variedad de productos.

5. Desarrollo de un nuevo producto mexicano: obtención de proteína aislada a partir del suero de leche¹¹⁷

Este proyecto surgió cuando Rancho Lucero detectó un área de oportunidad en la compra del suero de leche y dio inicio a la investigación para poder aprovechar ese suero de las queserías y obtener la proteína, dado que México no produce este tipo de grado de proteína.

Con el objetivo de obtener WPI (*whey protein isolate*) del suero de leche, la empresa expandió y modificó sus sistemas, aprovechó parcialmente procesos establecidos en su planta de producción y adquirió nuevos equipos de micro, ultra y nanofiltración y ósmosis inversas, así como nuevos sistemas de tuberías y accesorios, bombas, motores, sistemas de arranque y controles, entre otros. Con las modificaciones al proceso demostró que la tecnología funciona y se resuelve la paradoja de que, teniendo una importante producción de suero a partir del queso, el WPI en polvo es importado, ya que en nuestro país no existe la infraestructura para generarlo.

Rancho Lucero creó una empresa nueva, una nueva línea de negocio, con producción y comercialización en marcha. El tipo de proteína obtenida es nativa, la leche pasa sólo por procesos físicos: ósmosis inversa, microfiltración, nanofiltración, ultrafiltración, no se adiciona químico alguno, es una proteína que difícilmente se encuentra en el mercado, sin aditivos, saborizantes o conservantes.

Los resultados del proyecto han sido auditados y aprobados por importantes empresas mexicanas del ramo alimentario, por lo que ya se registró una marca para el producto. La planta ya cumple con los requerimientos en materia de inocuidad para vender en el mercado mexicano y la intención es exportar el producto WPI. Ya se tienen avances en cuanto a permisos y certificaciones; en breve, Rancho Lucero contará con un certificado que emite el sector Salud nacional para poder exportar a diferentes mercados. La planta ya está reconocida ante la FDA para incursionar en EUA, también

¹¹⁷ **Proyecto 231425.** Obtención de proteína aislada de suero WPI (*whey protein isolate*), de suero líquido de leche, mediante la implementación de un proceso piloto de ultra y nanofiltración. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

cuenta ya con certificados Kosher y con certificado de que cumple con los requerimientos de la comunidad islámica, y está en la última etapa para conseguir una certificación para exportar a Europa y Asia.

Rancho Lucero, el rancho lechero más grande de América Latina, es líder en actividades agropecuarias desde 1989 con establos, invernaderos, estación de granos, corrales de engorda, transporte, químicos, planta de alimento y corporativo. Además de sus salas de ordeña de primer nivel, sistema de enfriamiento instantáneo de leche y una planta concentradora por sistema de ósmosis inversa, la empresa también cuenta con una planta nueva que produce grasa anhidra de leche y, por primera vez en México, caseína micelar y proteína de leche.

Rancho Lucero está satisfecho con la nueva empresa que produce WPI, donde destaca la parte nutricional. La proteína de leche contiene 20 aminoácidos esenciales que requiere el cuerpo humano y es una de las cadenas de aminoácidos más parecidas a la de la leche materna; es una de las proteínas que más fácilmente asimila el cuerpo, la síntesis muscular es muy rápida y puede ser utilizada para generar masa muscular, tanto en deportistas como en personas de edad

avanzada. Es un producto con amplias aplicaciones en preparados para lactantes, panadería y dulces, snacks, productos lácteos, bebidas funcionales y suplementos dietéticos.

La empresa considera que el apoyo del PEI fue fundamental para transformar ese modelo de negocio en empresa. Rancho Lucero hubiera realizado el proyecto aún sin este incentivo, pero definitivamente les hubiera tomado más tiempo.

La producción de WPI a partir de suero de leche implica una expansión de la cadena logística de la empresa por las cantidades de suero requeridas y que serán adquiridas directamente de los productores de queso, fortaleciendo la economía regional, dando mayor valor agregado al suero y ofreciendo un nuevo producto de confección nacional.

La empresa continuará buscando nuevos productos; una posibilidad es utilizar el agua que se elimina tanto de la leche como del suero de leche y que equivale casi a 87 por ciento. Dicha agua es de excelente calidad y podría utilizarse para hacer cerveza, bebidas energizantes, entre otros.



NUEVO LEÓN

Datos PEI Nuevo León		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	1,228.74	3
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	238.23	3
Unidades económicas 2014	135,482	11
Total proyectos presentados	2,399	2
Total proyectos apoyados	582	1
Efectividad estatal	0.24	27
Calificaciones	89.51	1
Monto total invertido	5,455.06	1
Monto público invertido	2,519.99	1
Proporción privado / público	1.16	9
Proporción invertido en vinculación	0.22	25
Nivel de innovación promedio inicial	3.69	30
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.88	15
Avance en nivel de innovación	3.19	4

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Herramienta de biología molecular para la identificación del intervalo post mórtem¹¹⁸

El intervalo post mórtem (IPM) es el tiempo que ha transcurrido desde que una persona ha muerto. Si no se conoce el momento en cuestión, existen un gran número de técnicas médicas y/o científicas que se utilizan para determinar el mismo, siendo la entomología forense el estándar, la cual se basa en el estudio de la sucesión de insectos que acuden al cadáver atraídos por la materia orgánica en descomposición. Sin embargo, existen numerosas variables que pueden alterar el establecimiento del IPM, las cuales deben tenerse presentes a la hora de una investigación forense.

Si bien la determinación del IPM no es una tecnología reciente, pues está ampliamente documentada y es utilizada en diferentes partes del mundo, la determinación mediante correlación con la sucesión de microorganismos durante la descomposición cadavérica es un nuevo abordaje que ha sido poco explorado a nivel mundial.

Considerando que la investigación forense esta desatendida en México, la empresa DEBBIOM desarrolló un procedimiento para la determinación del IPM en tiempo real, mediante la caracterización microbiana en los distintos estadios de la descomposición cadavérica. En otras palabras, este método consiste en mapear la progresión microbiana en la caja torácica del cadáver y, dependiendo del tiempo de estadía de las bacterias, determinar el tiempo en el que la persona falleció.

DEBBIOM, localizada en Monterrey, actualmente cuenta con infraestructura tecnológica para el desarrollo de proyectos y servicios en el área de biología molecular y forense, ya que dispone de equipos de secuenciación capilar, reacción en cadena de la polimerasa (PCR) de punto final, PCR tiempo real, citometría de flujo y secuenciación de nueva generación (NGS), entre otros.

La empresa decidió llevar a cabo este proyecto vinculándose con la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la cual cuenta con capital humano altamente capacitado para el apoyo en las tareas de alta tecnología que este proyecto conlleva, como lo son la secuenciación masiva en las distintas plataformas y el análisis bioinformático de los resultados obtenidos.

La empresa señala las bondades del PEI, sin el cual les hubiera tomado como mínimo dos años realizar el proyecto, incluso poniendo en riesgo su consecución.

Actualmente, la empresa se encuentra en la fase de validación y comparación de los resultados obtenidos, analizando distintas variables de clima, humedad, presión atmosférica y etnia. Esto con la finalidad de desarrollar una herramienta de biología molecular para la detección del IPM que permita la obtención de resultados oportunos y confiables.

La creación de un método que permita determinar con mayor precisión el IPM es un importante coadyuvante en la investigación forense, con el que se enriquecerá la gama de pruebas que actualmente ofrece la autoridad, esperando ayudar en el incremento de la resolución de delitos y la ulterior percepción de seguridad de la población.

2. Proceso de temple de alta eficiencia energética¹¹⁹

A nivel mundial, la industria automotriz registra una tendencia hacia componentes más ligeros y, a la vez, más resistentes, que impacten en el peso bruto vehicular y, consecuentemente, en un mayor rendimiento de combustible de los vehículos y menores emisiones al medio ambiente. Los motores son cada vez más pequeños, pero con mayor potencia.

En este contexto, la empresa Nematik, bajo el apoyo del PEI, desarrolló un proceso de temple de alta eficiencia energética que resulta en mínimos esfuerzos residuales en productos automotrices de alta tecnología, específicamente cabezas y monobloques de aluminio y en ahorros en el uso de energía.

Este proyecto representa una innovación radical al generar una nueva tecnología que, además de mejorar la rentabilidad, brinda altos beneficios ambientales pues reduce sustancialmente el uso de energéticos. Lo anterior gracias a que implementa nuevas técnicas de temple en productos automotrices y alta tecnología que pueden ser escalables para sustituir los sistemas actuales de temple en agua caliente y aire, así como protocolos de temple para una amplia gama de productos con una reducción de costos-producto de una mayor eficiencia energética. Además, registra niveles óptimos de desempeño y eficiencia en la fabricación de motores de combustión interna con menos consumo de energía y menor impacto ambiental.

¹¹⁸ **Proyecto 231620.** Método prototipo para la determinación del intervalo post mórtem mediante microbiomas. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹¹⁹ **Proyecto 231760.** Desarrollo del proceso de temple de alta eficiencia energética en productos automotrices de alta tecnología. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

Nemak, S.A.B. de C.V., es una empresa global de fabricación de piezas de automoción con sede en Monterrey. La compañía fabrica una amplia gama de piezas y sistemas automotrices con enfoque primario en autopartes de aluminio, principalmente bloques de motor, culatas y componentes de transmisión. Es un proveedor de nivel 1 para los principales fabricantes de equipos originales y está entre los 60 mayores proveedores de la industria automotriz a nivel mundial.

Para el desarrollo del proyecto, la empresa se vinculó a la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en el área particular de Ingeniería de la Energía y Tecnología, la cual cuenta con una amplia experiencia en la materia y estuvo a cargo del diseño del horno prototipo, mismo que actualmente ya se encuentra funcionando en las instalaciones de Nemak.

A decir de la empresa, la consecución de estos resultados se debe, en gran medida, a la función de vinculación que realiza el PEI, toda vez que obliga a las empresas a trabajar con centros de investigación o instituciones de educación superior, reconociendo que en Nemak “sabemos lo que no sabemos”, por lo que es de gran ayuda poder contar con la asistencia técnica requerida.

3. Sistema de control de emisiones para camiones pesados desarrollado en México¹²⁰

La contaminación ambiental se ha convertido en un problema mundial. Diversos organismos gubernamentales encargados de la protección ambiental señalan a la industria del transporte como la mayor fuente de contaminación de óxidos de nitrógeno (NOx), y más aún como la responsable de hasta 50% del total de la contaminación del aire en áreas urbanas.

En este contexto, durante la última década el uso de tecnologías *Selective Catalytic Reduction* (SCR) ha ganado popularidad como método para la reducción de contaminantes del tipo NOx. La tecnología SCR se ha empleado previamente en plantas estacionarias, transportación marítima y diversas instalaciones que usan procesos de combustión. El avance en la tecnología llevó a la introducción en el mercado del primer sistema SCR en vehículos de carga pesada en 2004; sin embargo, nuevas regulaciones ambientales requieren de considerables mejoras en la tecnología vigente.

¹²⁰ **Proyecto 231457.** Sistema de control de emisión de gases SCR de nueva generación: Etapa1-Diseño de mezclador. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹²¹ **Proyecto 232316.** Creación de análogos de carne de alto valor nutricional. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Katcon es una empresa mexicana que se especializa en el diseño y manufactura de sistemas de escape para la industria automotriz, que en tan sólo 20 años ha logrado posicionarse a nivel mundial como un proveedor importante de sistemas de control de emisiones, abasteciendo directamente de equipo y refacciones originales a las armadoras de estos productos.

Respaldo por esta experiencia, la empresa ubicada en Nuevo León tuvo la iniciativa de desarrollar el primer sistema SCR diseñado en México para camiones de carga pesada. Con este fin, apoyado en el PEI y vinculado con la Universidad Autónoma de Nuevo León, diseñó un mezclador para sistemas SCR, mismo que integró a la manufactura de un prototipo del propio sistema.

En opinión de Katcon, el PEI aceleró los resultados del proyecto hasta en tres años, toda vez que posibilitó a la empresa disponer de recursos económicos y, sobre todo, humanos perfectamente calificados y con amplia experiencia, lo cual permitió que la empresa hoy esté creando tecnología mexicana y desarrollando nuevas ventajas competitivas para la empresa.

4. Un producto nutritivo sustituto de la carne¹²¹

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el consumo de carne per cápita a nivel mundial experimentó cambios importantes en las últimas décadas, pasando de una media de 26 kilogramos en 1970 a 41 kilogramos en los últimos años. En México, el consumo de carne por persona (res, cerdo, ave, ovina y caprina en conjunto) en 1970 era de 23 kilogramos, para 1990 fue de 34, y actualmente es de 63, lo que significa que en las dos últimas décadas registró un incremento de 84.5% (29 kilogramos).

Los análogos cárnicos son productos de proteínas vegetales que se asemejan o sustituyen a la carne. Conocidos también como sucedáneos de la carne, carnes artificiales, carne de imitación o carnes fabricadas, son productos alimenticios elaborado con proteínas vegetales y de otros orígenes, distintos de carne muscular, que pueden enriquecerse con otros ingredientes, cuyo valor nutritivo es alto y tienen la ventaja de tener las proteínas, el sabor, la textura y el disfrute de la carne sin los antibióticos, hormonas, grasas saturadas, ni el colesterol.

Bajo el auspicio del PEI, la empresa Asociados en Transferencia del Conocimiento desarrolló un producto análogo de carne con alto valor nutrimental, empleando una línea piloto de extrusión, horno, equipo cortador y secado.

Como resultado del proyecto, la empresa dispone de fórmulas de análogos de carne, el desarrollo del proceso, una planta piloto terminada y operando, personal capacitado en planta, parámetros operativos establecidos para una planta piloto productora de bebidas, métodos analíticos establecidos para validar condiciones de operación de la planta piloto, experiencia y conocimiento del personal, equipo de laboratorio para el desarrollo de métodos de análisis, y tres nuevos empleos.

Asociados en Transferencia del Conocimiento es una empresa 100% mexicana, con más de 10 años de experiencia, que se dedica al desarrollo de nuevos productos para la industria alimenticia, además del servicio de asesoría tecnológica y diseño de nuevos productos especializadas para esta industria.

Para este proyecto, la empresa contó con un área de investigación para el desarrollo de nuevos productos y materias primas innovadoras, además de medios técnicos, científicos y creativos. Aunado a ello se vinculó con el Centro de Tecnología Avanzada y la Universidad de Monterrey, instituciones que aportaron personal altamente especializado, así como las instalaciones necesarias para llevar a cabo el desarrollo de referencia, el cual comprendió las siguientes actividades: revisión bibliográfica, desarrollo de métodos analíticos, establecimiento de planta piloto y de puntos críticos de control, desarrollo de muestras prototipo y presentación de muestras a clientes.

Con este desarrollo, Asociados en Transferencia del Conocimiento planea la creación de una nueva oportunidad de negocio, enfocada específicamente al desarrollo de análogos de carne para el mercado nacional. Asimismo, los resultados del presente proyecto representan para los consumidores nacionales de productos cárnicos empanizados una alternativa más económica, toda vez que permite sustituir los productos de importación por productos nacionales de igual o mejor calidad.

5. Optimización del proceso de elaboración de cerveza, mediante el análisis de su genoma¹²²

La industria cervecera mundial, cuyos principales actores se encuentran en Europa, China y Japón, están generando una nueva fuente de competencia mediante la optimización de sus procesos de elaboración de cerveza y, hasta ahora, no ha sido posible predecir ni controlar completamente el resultado para generar productos de máxima calidad de la forma más eficiente, dado que la interacción de los materiales biológicos (levadura y sustancias de origen vegetal) que sucede en dicho proceso resulta ser de alta complejidad.

Asimismo, la industria cervecera mundial se ve afectada por una gran cantidad de mermas de producto que no cumple los estándares de calidad establecidos para cada tipo de cerveza. La genómica, gracias a los avances y a las nuevas tecnologías que actualizan rápidamente este campo de aplicación, resulta ser el abordaje más adecuado para comenzar a mitigar los retos tecnológicos a partir de la generación de conocimiento y su aplicación industrial.

Bajo este contexto, y a efecto de seguir produciendo cervezas de calidad que le permitan competir en el exigente mercado, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma logró la optimización del proceso de elaboración de cerveza mediante el análisis de genómica estructural y funcional del mismo, a partir de lo cual logró generar nuevo conocimiento. Éste ha servido como base para la mejora continua del proceso de elaboración de cerveza, la estandarización de la calidad de los productos y el uso de los mejores materiales disponibles.

El proyecto se enfocó en incrementar la calidad y productividad del proceso cervecero con el fin de reducir costos debidos a mermas (para darse una idea, 1% de mermas implica un costo superior a los 30 mdp anuales). La reducción de costos esperada con esta innovación está estimada sobre los 55 mdp anuales, y ha resultado en una acción estratégica necesaria para el incremento de la rentabilidad de la industria cervecera y para una mayor participación del mercado nacional de cerveza.

La estrategia global de Cuauhtémoc Moctezuma, líder mundial en la producción de cerveza, se resume en su eslogan: “la creatividad y la tecnología se unen en perfecta armonía para producir la cerveza”. Su apuesta tecnológica es ejecutar proyectos de investigación aplicada y desarrollo

¹²² **Proyecto 231412.** Optimización del proceso a partir de un análisis de genómica estructural y funcional en levaduras y maltas. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

tecnológico para la optimización del proceso de elaboración de cerveza mediante el análisis de genómica estructural y funcional del mismo.

Dado el alto grado de especialización requerido para la realización de este proyecto, la empresa, en el marco del PEI, colaboró con dos actores externos de alto nivel: el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) y el Instituto de Biotecnología de la UANL. Ambos cuentan con la infraestructura y competencias tecnológicas para abordar retos de áreas como la genómica, proteómica, transcriptómica y metabolómica.

6. Vidrio con protección solar para la industria automotriz¹²³

Dado su nivel de encadenamientos, la industria automotriz representa una fuente de demanda sustantiva para muchos sectores proveedores de materias primas, partes y componentes. Lo anterior cobra mayor relevancia si se considera el dinamismo de dicha industria a nivel mundial y, en particular, en México, donde se ha convertido en pieza clave en el desarrollo manufacturero del país.

En este sentido y con el apoyo del PEI, Vitro Vidrio y Cristal estableció como actividad prioritaria el desarrollo de productos de control solar en base a recubrimientos sobre sustrato de vidrio para la industria automotriz, aplicando la tecnología de partículas nanométricas sobre vidrio plano, que tengan la capacidad de desarrollar y demostrar, a nivel piloto a baja escala y fuera de línea de producción, la factibilidad de generar una nueva familia de productos capaces de cumplir especificaciones de baja emisividad térmica demandados hoy en día por dicha industria.

Vitro Vidrio y Cristal, fundada en 1979, es una organización de la unidad de negocio Vidrio Plano del grupo empresarial Vitro, dedicada a la fabricación de vidrio plano flotado, destinado a los mercados nacionales y de exportación para los segmentos de mercado industrial/transformación, distribución y automotriz. Esta empresa cuenta con tecnología de punta y es líder del mercado, elaborando vidrio flotado en un proceso continuo, el cual consiste en flotar vidrio fundido sobre estaño líquido para formar un listón. Éste crea una gama de productos con anchos, espesores y colores diversos, al contar con diferentes capacidades de fundición y formación del listón del vidrio.

El reto científico y tecnológico del proyecto consistió en obtener una familia de productos de doble y triple película metálica delgada nanométrica para satisfacer las especificaciones demandadas por la industria automotriz nacional e internacional.

Este desarrollo contempló una revisión del arte previo, la definición de alternativas, el acopio de materiales para los cátodos requeridos para pruebas funcionales, la evaluación de propiedades de productos, la evaluación del templado de vidrio y el desarrollo de las condiciones del proceso requeridas para lograr las propiedades de productos automotrices.

Bajo esta perspectiva, la empresa consideró necesario impulsar el desarrollo de tecnologías propias, apoyadas con el conocimiento básico y aplicado generado en instituciones nacionales tanto públicas como privadas.

En el marco del PEI, la empresa se vinculó con la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UANL, cuya participación estuvo enfocada en actualizar el estudio del estado del arte en recubrimientos nanométricos aplicados por bombardeo iónico en plasma. Adicionalmente, realizó los experimentos en sus laboratorios para determinar las variables críticas y los compuestos necesarios para obtener la plataforma de los productos de la industria automotriz. Por su parte, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) caracterizó y evaluó muestras físicas obtenidas a nivel piloto y apoyó en la realización de las pruebas piloto fuera de línea de producción.

Este ejercicio de vinculación permitió a una empresa de clase mundial, como Vitro, acelerar la diversificación de su línea de productos acorde a la demanda de sus clientes, logrando potenciar su posicionamiento global en un sector punta como la industria automotriz.

¹²³ **Proyecto 231904.** Desarrollo de recubrimientos automotrices de baja emisividad vía tecnologías *sputtering* y nano parte 2. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.



TAMAULIPAS

Datos PEI Tamaulipas		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	489.10	14
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	136.49	15
Unidades económicas 2014	104,334	12
Total proyectos presentados	345	20
Total proyectos apoyados	105	20
Efectividad estatal	0.30	14
Calificaciones	83.32	31
Monto total invertido	1,066.25	17
Monto público invertido	498.00	18
Proporción privado / público	1.14	10
Proporción invertido en vinculación	0.25	22
Nivel de innovación promedio inicial	3.77	28
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.00	11
Avance en nivel de innovación	3.23	3

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Productos de belleza con base en colágeno marino¹²⁴

En muchas pesquerías, los pescados procesados son aprovechados sólo en 50%, y el porcentaje restante, constituido por la piel y el hueso, es desechado en vertederos y rellenos sanitario, lo cual genera un problema ambiental para las localidades correspondientes. Lo anterior cobra mayor relevancia si se considera que de tales desperdicios pueden generarse subproductos de alto valor en el mercado, como el colágeno, materia prima altamente demandada por el sector belleza y de cosméticos.

Integradora Piscícola de Tamaulipas (IPTam) es una empresa que se constituyó como una estrategia para potenciar y administrar el Sistema Producto Bagre en Tamaulipas. Con este propósito, detectó los beneficios de la innovación, como medio para desarrollar procesos productivos que le permitan entrar a nuevos mercados con productos innovadores y así aprovechar al 100% el bagre cultivado en sus granjas.

En este sentido, desarrolló una técnica propia en la empresa para la hidrólisis del colágeno marino y la fórmula de nuevos productos de alto valor agregado, elaborado a base del colágeno extraído de subproductos de bagre. Así, IPTam complementó su actividad pesquera con la producción de artículos de belleza con base de colágeno extraído por la propia empresa.

Como parte de las actividades de investigación para la identificación de nuevos productos y mercados potenciales del bagre de cultivo (aceites, harinas, fertilizantes, etc.), la empresa descubrió la viabilidad de utilizar los subproductos para obtener colágeno, considerado más seguro y saludable que el obtenido de mamíferos terrestres. Por lo anterior, como parte de su estrategia de innovación tecnológica, IPTam estableció una planta piloto para el desarrollo de nuevos productos a base de colágeno marino.

De esta manera, el presente proyecto logró cerrar el círculo para el manejo integral y sostenible de la cadena productiva del bagre: incubación, estanquería, engorda, proceso de venta de producto vivo, eviscerado y extracción del colágeno hidrolizado de los subproductos. Al desarrollar un producto de alto contenido en colágeno marino, se buscó satisfacer a la constante demanda de la industria de la belleza, con un ingrediente que ha demostrado poseer propiedades que permite devolverle a la piel firmeza, elasticidad y humedad.

Este proyecto se desarrolló en vinculación con el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad Victoria, y la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Mientras que el primero ofreció la asistencia en el proceso de extracción del colágeno, la segunda se encargó de la mercadotecnia. Entre los retos que enfrentaron, se encuentra el técnico propio del proceso de extracción, que permitiera el secado del colágeno para evitar su descomposición, y el comercial, vinculado al diseño de imagen y presentación.

La empresa reconoce el valor de la ciencia como fuente para resolver problemas y, en consecuencia, apuesta a la vinculación con centros de investigación e instituciones de educación superior como una vía permanente para el fortalecimiento de su actividad productiva. En esta tarea, considera la función del PEI como primordial, toda vez que además de ofrecer el recurso económico, propicia el acercamiento con centros de conocimiento, al grado de reconocer que sin el programa probablemente hubieran tenido que abandonar el proyecto o, en el mejor de los casos, lo hubieran completado en cuatro o cinco años.

Como resultado del proyecto, se logró dotar de valor agregado a un producto tradicionalmente desechado y se abrió una nueva empresa que concentra la producción y venta de los productos de belleza (cremas, champú, aceites, etc.).

Aunado a lo anterior, un resultado altamente positivo de este proyecto es que el gobierno de Tamaulipas, reconociendo el éxito en la extracción del colágeno proveniente de los desperdicios de pescado, decidió replicar el mismo en otras pesquerías, con la próxima instalación en 2018 de siete plantas de despulpado y colágeno. Una vez que estas plantas estén en función, se podrá entrar a la venta del colágeno en bruto con las grandes empresas de la industria de cosméticos.

2. Materia prima para la producción de mejores plásticos¹²⁵

Actualmente, muchas mercancías se caracterizan por la rapidez en su cambio tecnológico, así como en las preferencias de sus consumidores. Este escenario obliga a las empresas a mantener un constante análisis del desempeño de sus productos y la visualización de desarrollos, que atiendan la demanda que imponen los nuevos mercados a nivel global.

¹²⁴ **Proyecto 221391.** Innovación en el desarrollo de productos a base de colágeno marino extraído de subproductos del *Ictalurus punctat* (bagre). Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹²⁵ **Proyecto 222298.** Elastómeros en polimerización continua de resinas estirénicas. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

En este contexto, Dynasol Elastómeros tomó la decisión corporativa de modificar los productos con los que tradicionalmente participaba en el mercado, así como generar nuevos elastómeros acordes a las características que hoy demandan sus clientes. Para este efecto, en el marco del PEI, y en vinculación con el Centro de Investigación en Química Aplicada, generó protocolos de prueba que le permitieran ajustar su diseño a las medidas del cliente.

Los elastómeros son polímeros con propiedades elásticas utilizados en la producción de plásticos que, a su vez, representan insumos para sectores como el electrónico, electrodomésticos, autopartes, empaque, etc, motivo por el que sus características varían entre las necesidades particulares de cada sector. Pueden dotar de resistencia a plásticos comúnmente quebradizos o bien apariencias específicas como color o texturas.

Dynasol Elastómeros es una unidad de negocio perteneciente al grupo KUO, S.A.B de C.V., dedicada a la fabricación y comercialización de elastómeros. Cuenta con dos plantas productivas ubicadas en Altamira, México, y Santander, España, con una capacidad conjunta superior a las 200 mil toneladas anuales, las cuales se distribuyen a nivel mundial con presencia en más de 70 países.

La empresa generó información experimental que demuestra la versatilidad de sus elastómeros (productos en desarrollo, de línea y sus mezclas). La demostración de desempeño de los elastómeros se orientó a obtener grados con distintos balances de resistencia y brillo, con fluidez apropiada para extrusión y/o moldeo por inyección de piezas para electrodomésticos. Asimismo, buscó maximizar la transparencia, manteniendo fluidez y propiedades mecánicas adecuadas para grados aplicables a empaques rígidos para alimentos. Para este propósito, se utilizó la planta piloto de polimerización continua del Centro de Investigación en Química Aplicada, así como el personal altamente calificado del mismo.

La prueba de desempeño que se desarrolló bajo este proyecto es completamente innovadora, como argumento para promover la venta de este tipo de productos en el mercado de resinas, así como para el escalamiento industrial de nuevos productos.

Este proyecto dotó a Dynasol de argumentos más convincentes para demostrar la versatilidad de sus elastómeros y su competitividad en el mercado. A decir por la empresa,

sin el PEI este proyecto les hubiera tomado tres años, tiempo que sin duda le hubiera impactado en sus estrategias para incrementar su participación en el mercado mundial de elastómeros.

3. Sistema para una mayor seguridad y confort del automovilista¹²⁶

El crecimiento acelerado de los centros urbanos, a nivel demográfico y económico, demanda mecanismos efectivos para la planeación estratégica, la reducción y manejo de accidentes de tráfico y la toma de decisiones acertadas que conduzcan al mejoramiento de la movilidad de los conductores y transeúntes. Cada año, alrededor de 1.3 millones de personas fallecen en el mundo a consecuencia de los accidentes viales, además de que casi 90% de esas fatalidades ocurren en países subdesarrollados.

Delphi Delco Electronics de México diseñó el sistema de comunicación vehicular integrado V2X, que permite prevenir, proteger durante el accidente y agilizar la detección y localización de accidentes de tránsito, mediante el envío de un mensaje de auxilio con la finalidad de reducir el tiempo de localización y rescate. Este diseño ofrece la posibilidad de crear sistemas de transporte inteligente, particularmente en las comunicaciones vehiculares que ofrecen servicios y aplicaciones orientados a la seguridad y eficiencia vial.

Delphi, establecido en México desde 1978, es uno de los proveedores automotrices más grandes del mundo, que ofrece tecnologías eléctricas y electrónicas avanzadas, sistemas de propulsión y seguridad para fabricantes de vehículos a nivel global, lo que les permite fabricar vehículos que sean más seguros, ecológicos y estén mejor conectados.

Las redes vehiculares creadas por el módulo V2X permiten la gestión del tráfico, mediante el intercambio de mensajes entre automóviles en tiempo real. Los conductores son notificados con información sobre el estado del tránsito, accidentes y otras eventualidades en carretera, permitiendo la toma de decisiones con respecto a las rutas óptimas, evitando congestiones e incidentes de tráfico.

El diseño de este sistema, desarrollado bajo el auspicio del PEI, proporciona una oportunidad para el desarrollo de aplicaciones que mejoren las condiciones de transporte y tráfico vehicular mediante sistemas colaborativos basados

¹²⁶ **Proyecto 222759.** Diseño del sistema de comunicación vehicular integrado V2X para reducir las colisiones, mejorar la eficiencia en el tráfico y el confort al conducir.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

en comunicaciones V2X. Según la función, las aplicaciones vehiculares se podrán clasificar en tres categorías: seguridad vial, eficiencia vial y servicios comerciales e información.

Hoy la empresa cuenta con un dispositivo electrónico robusto, confiable, a prueba de error, de bajo costo y que es capaz de entregar el volumen contratado para un sistema de comunicación vehicular integrado V2X.

4. Sistema para la explotación eficiente de pozos petroleros¹²⁷

En la industria de los hidrocarburos, los pozos productores de aceite son los primeros eslabones en la cadena de producción de crudo; sin embargo, con el tiempo estos pozos envejecen o tienden a disminuir su producción. Una de las causas más comunes es la conocida como candados de gas, la cual consiste en volúmenes de gas que se localizan en la superficie del crudo, presionándolo hacia abajo, dificultando su extracción por los medios tradicionales.

Actualmente se utilizan diversas técnicas para el mejoramiento de la producción en pozos petroleros, las cuales van principalmente dirigidas al favorecimiento de la presión de salida del pozo mediante la inyección de diferentes tipos de fluidos que promuevan o aceleren el flujo de crudo hacia la superficie. Varias de esas tecnologías son aplicadas a campos de producción compuestos de varios pozos, lo que hace que su aplicación requiera costos de inversión altos al inicio del proyecto. Por otro lado, no todos los pozos son susceptibles de la misma tecnología para el mejoramiento de su producción.

La empresa QENER, bajo la cobertura del PEI, desarrolló un sistema para el mejor desempeño de pozos productores de crudo, eliminando las bolsas de gas acumuladas en la tubería de revestimiento y que ocasionan bajo flujo en el crudo que asciende a la superficie, mediante el uso de sistemas de compresión para el tratamiento del gas succionado.

Dentro de los objetivos estratégicos de esta empresa se encuentra brindar soluciones tecnológicas a la industria de hidrocarburos con el objeto de incrementar su productividad. La estrategia de QENER es la transferencia tecnológica mediante alianzas estratégicas con los centros de investigación e instituciones de educación superior, en este caso particular con el Instituto Tecnológico de Coatzacoalcos y el Instituto

Tecnológico de Oaxaca, cuyo conocimiento permitió desarrollar un producto tangible y de completa funcionalidad.

La solución propuesta permitió el desarrollo de un sistema de compresión que tome el gas atrapado y libere de la presión al pozo de modo que el crudo fluya de manera más fácil a la superficie. El sistema, a su vez, está compuesto por subsistemas de regulación, enfriamiento, compresión multietapa y monitoreo local y tiene la capacidad para arrancar de manera local o remota. Todo el conjunto está diseñado para ser fácilmente transportado en remolque o en vehículo (camioneta) de uso común, de forma que el acceso al sitio de trabajo no requiere maniobras especiales.

Con este desarrollo, QENER contribuye a eficientar el proceso de extracción de petróleo, reduciendo sus costos de operación y, simultáneamente, maximizando la vida productiva de los pozos.

5. Equipo para la eficiencia del campo forrajero¹²⁸

Actualmente, los ganaderos se enfrentan con varios problemas relacionados con la obtención en cantidad y calidad de materia prima para la alimentación de sus animales, siendo uno de ellos la siembra de pastos forrajeros, toda vez que el ganadero no tiene el hábito de preparar las tierras para sembrar los pastos.

Atendiendo esta problemática y con apoyo del PEI, Agrotecnologías Tokaan desarrolló un prototipo que integra en un solo equipo todas las funciones y actividades requeridas para la siembra mecanizada de pastos forrajeros. Una sembradora mecanizada que dosifica, siembra, tapa y sella la semilla de pastos forrajeros cortada en mini esquejes.

Agrotecnologías Tokaan, se constituyó en 2015; no obstante, sus orígenes se remontan 70 años atrás, cuando comenzó el desarrollo de innovaciones para el campo. Desde hace 10 años conformó un grupo de trabajo interdisciplinario para la generación de investigación en maquinaria para uso agroindustrial, y desde entonces se han logrado avances sustanciales en el desarrollo y fabricación de diversos implementos y maquinaria que facilitan las actividades agropecuarias.

¹²⁷ **Proyecto 232294.** Sistema automatizado de compresión para mejorar el desempeño de pozos productores de crudo. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

¹²⁸ **Proyecto 233033.** Invención de sembradora para pastos forrajeros por esquejes de una yema bajo el sistema de labranza de conservación. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

A diferencia del método tradicional de siembra de estos pastos, el prototipo desarrollado en vinculación con el Instituto Tecnológico Superior de El Mante, Tamaulipas, evita preparar la tierra (subsuelo, arado o barbecho, rastra y surcado) y, consecuentemente, se eliminan los costos que estos trabajos representan. Además, se tiene un ahorro en tiempo de preparación de la tierra que va de dos a tres meses.

Esta innovación facilita la siembra de pastos por parte de los ganaderos y, en consecuencia, propicia la disposición de alimento para ganado a bajo costo, de muy buena calidad y aun en temporada de sequías. Asimismo, permite obtener niveles de eficacia en la siembra de pastos forrajeros y disminuir o evitar la compactación del suelo. Actualmente, el alcance del proyecto se concentra a nivel regional, más se tienen expectativas de comercialización a nivel nacional e internacional.



ZACATECAS

Datos PEI Zacatecas		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	157.90	28
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	99.41	22
Unidades económicas 2014	51,864	25
Total proyectos presentados	159	29
Total proyectos apoyados	46	30
Efectividad estatal	0.29	16
Calificaciones	83.31	32
Monto total invertido	294.32	31
Monto público invertido	180.22	31
Proporción privado / público	0.63	32
Proporción invertido en vinculación	0.42	1
Nivel de innovación promedio inicial	4.08	18
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.23	4
Avance en nivel de innovación	3.15	5

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Pintura mexicana para señalamiento vial, ambientalmente sostenible¹²⁹

El señalamiento vial es un elemento sustantivo en carreteras para evitar accidentes, motivo por el que la pintura utilizada debe contar con características especiales, como es su alta visibilidad y durabilidad. Este tipo de pinturas, denominadas termoplásticas, se fabrican con una base de plástico que se funde con los ingredientes de la pintura y un material reflejante. Tradicionalmente, esta pintura había sido importada y comercializada por distribuidores a las empresas dedicadas a la señalización vial.

La empresa SVC, localizada en Zacatecas, ha estado en el mercado de señalización por más de 15 años, contando actualmente con cuatro productos principales: señalización vertical, señalización horizontal, equipo de protección y equipo de seguridad. Su producto con mayor presencia en el mercado es la señalización horizontal, motivo por el cual tiene un interés particular por garantizar su abasto de pintura termoplástica sin depender del producto importado.

Frente a esta inquietud, en el marco del PEI la empresa desarrolló su propia pintura termoplástica para demarcación vial, con la característica particular de utilizar material reciclado PET y material de origen vegetal con un sistema de dosificación innovador. Para este efecto, SVC se vinculó con el Centro de Investigación en Química Aplicada.

El principal reto en este proyecto radicó en el desarrollo de la fórmula propia para la obtención de resinas alquídicas sólidas mediante el uso de materiales reciclados (PET), polioles de origen natural y ácidos grasos o aceites de origen vegetal, donde el empleo de polioles multifuncionales en las proporciones adecuadas permite obtener oligómeros de pesos moleculares que definen la temperatura de fusión acorde a los requerimientos de resinas para señalización vial.

Adicionalmente, la empresa complementó esta formulación con un proceso de aplicación de esta resina, bajo un sistema de dosificación inexistente en el mercado: el Malcon4 Electrónica de control longitudinal trazo-intervalo y unidad de documentación. Este sistema es un dispositivo multifuncional con los beneficios de abrir una multitud de programas de marcaje, verificando constantemente la exactitud de marcajes realizados y documentando los datos recolectados.

Asimismo, con la participación del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica se logró la vigilancia tecnológica y propiedad industrial del producto para que, en el mediano plazo, se esté en condiciones de comercializar el mismo.

Cabe señalar que esta es la primera experiencia de vinculación e inversión en investigación y desarrollo por parte de la empresa, experiencia que se ha traducido en un producto innovador en base a insumos reciclados, que reduce de manera sustantiva el costo de su principal insumo (entre 25 y 30%). El contar con un abastecimiento garantizado de la pintura, sin depender de las importaciones, ha permitido posicionar a la empresa frente a la competencia como una alternativa altamente competitiva.

Actualmente, se cuenta con la planta de producción para consumo propio y se espera su escalamiento industrial para poder ofertar el producto en el mercado.

La empresa está ampliamente satisfecha con los resultados del PEI, programa que considera vital en el éxito del proyecto, al grado que están convencidos de continuar desarrollando nuevos proyectos bajo el esquema de vinculación.

2. Cámara refrigerante amigable con el ser humano y el medio ambiente¹³⁰

La conservación de alimentos requiere bloquear la acción de los agentes (microorganismos o enzimas) que puedan alterar las características originarias del producto (aspecto, olor y sabor). El método más común y sencillo es la refrigeración, ya que las bajas temperaturas inhiben el crecimiento, evitan el desarrollo y suspenden los procesos vitales de los agentes dañinos; no obstante, la gran mayoría de los equipos de refrigeración que existen en el mercado funcionan con energía eléctrica y su funcionamiento está basado en un ciclo de compresión de vapor, estimándose que este proceso consume 15% de la producción mundial de energía eléctrica.

Frente a las crecientes demandas de calidad e inocuidad en el mercado de hortalizas, Corporación Acat, empresa agroindustrial, detectó la necesidad de contar con cámaras de refrigeración que permitieran a su producto y al de otros

¹²⁹ **Proyecto 212840.** Obtención de pintura termoplástica para demarcación vial a partir de PET reciclado y material de origen vegetal con sistema de dosificación innovador.

Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹³⁰ **Proyecto 231546.** Diseño y construcción de un prototipo de cámara de enfriamiento solar por absorción continuo.

Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

productores locales mayor tiempo de conservación (3-10 días) y, en consecuencia, más vida en anaquel. Ante esta necesidad y con el apoyo del PEI, la empresa diseñó y construyó un sistema de refrigeración por absorción, empleando energía solar, que funciona en un rango de temperaturas de 0 a 4 grados centígrados, integrando un panel solar híbrido para la conservación de alimentos: refrigeración con energía solar.

La empresa, originaria de Zacatecas y con 10 años en el mercado de la agroindustria, se especializa en el diseño y construcción de centros de empaque para hortalizas, naves industriales, instalación de sistemas de riego, construcción de invernaderos y sistemas fotovoltaicos. Aprovechando esta experiencia, asumió el reto de innovar y desarrollar su propia cámara de refrigeración que fuera completamente amigable con el ser humano y el medio ambiente.

El proyecto, desarrollado con la cooperación con la Universidad Politécnica de Zacatecas, consistió en llevar a cabo el diseño y construcción de un sistema de refrigeración de alimentos que empleara principalmente energía solar para su funcionamiento.

A decir por la empresa, el propio desarrollo de la cámara representó un reto mayúsculo, toda vez que implicó entrar en un área de conocimiento totalmente desconocida, a la cual sólo pudieron acceder con la asistencia de los investigadores de las instituciones participantes. La empresa reconoce la imposibilidad de haber realizado el proyecto sin la disposición del PEI, el cual les permitió obtener recursos económicos, pero, sobre todo, el capital humano especializado para concretar su meta.

Hoy la empresa dispone de la cámara todavía en fase piloto, la cual da servicio a la propia empresa, así como el registro de la patente correspondiente, en espera de, en un futuro próximo, poder complementar su actividad agroindustrial con la comercialización de este tipo de cámaras refrigerantes con un costo 20% menor en relación a las cámaras tradicionales.

3. Moldes de inyección de hule para la producción de autopartes¹³¹

Son muchos los casos de empresas fabricantes que, ante la competencia internacional de sus productos, deciden convertirse en distribuidores, pero son menos las

experiencias de empresas comercializadoras que incursionan en procesos de manufactura. Esa es la historia de Vazlo, empresa zacatecana dedicada a la comercialización de partes de repuesto para el mercado automotriz, que ante el encarecimiento de la proveeduría internacional tomó la decisión de establecer una planta de manufactura para sus propios productos.

Esta iniciativa se enmarcó en la necesidad del sector automotriz nacional de contar con proveedores calificados, que permitan la sustitución de importaciones de partes, componentes y procesos que, en su mayoría, se suministran del exterior, como son fundición, forja, troqueles e inyección de plástico.

Con el apoyo del PEI, Vazlo decidió incorporarse en la cadena automotriz con la instalación de una planta piloto para el desarrollo de prototipos de moldes de inyección de hule para autopartes, logrando con ello una disminución gradual de importaciones tanto de los herramientas correspondientes como de las propias autopartes.

Para la instalación de dicha planta la empresa ingresó al campo de la investigación y transferencia tecnológica, para lo que desarrolló una red estratégica en vinculación con la Universidad Politécnica de Zacatecas, la Universidad Autónoma de Fresnillo, el Instituto Tecnológico de Fresnillo y el CIATEQ, logrando los siguientes resultados: 1) desarrollo de un proceso de diseño de prototipos de moldes de inyección de hule y troquelado basado en el diseño de repuestos automotrices; 2) recopilación de información de diseño de moldes de inyección de hule y troquelado que permita optimizar su diseño; 3) teoría de análisis del proceso de la elaboración de un prototipo de molde de inyección de hule; 4) administración del proceso de elaboración del prototipo de moldes de inyección, y 5) prototipos de moldes de inyección.

A decir de la empresa, el reto fue mayúsculo. Comenzar a fabricar iniciando desde cero representó un sinnúmero de tareas por aprender bajo prueba y error, desde el funcionamiento de las máquinas de control numérico hasta la corrección de moldes; sin embargo, la propia experiencia del proyecto y el éxito del mismo llevó a Vazlo a continuar ampliando su línea de producción, incursionando posteriormente en proyectos de inyección de aluminio y de hule natural.

Si bien estos últimos proyectos fueron financiados exclusivamente con recursos propios, la empresa reconoce que

¹³¹ **Proyecto 197934.** Planta piloto para el proceso de generación de prototipos de moldes de inyección de hule para autopartes. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

continuó apoyándose en la red estratégica de vinculación generada a partir del proyecto original, toda vez que desde el PEI reconocieron el activo que representa la vinculación con los centros de investigación, los cuales les ofrecen un capital humano altamente calificado, así como instalaciones necesarias para la consecución de sus desarrollos.

Vazlo considera que su participación en proyectos de ciencia y tecnología le ha permitido promover una cultura innovadora, aumentar su competitividad, así como generar empleos altamente calificados, constituyéndose actualmente como una empresa 100% mexicana, líder en la innovación, desarrollo, fabricación y comercialización de autopartes.

A la par de los beneficios a la empresa, el proyecto detonado por el PEI abrió una ventana para la reconfiguración productiva en la región, la cual tradicionalmente ha estado enfocada a la minería y hoy, con la experiencia de Vazlo, ve en la actividad manufacturera una oportunidad real para ampliar su potencial productivo.

4. Un sistema para la eficiencia y seguridad de las minas¹³²

Actualmente, la minería se encuentra en un momento de auge debido a los altos precios de los metales en el mercado. Estos mismos precios conllevan la necesidad de explotación dinámica y eficiente, lo que obliga a brindar una mejor vida laboral a los trabajadores de las minas. La necesidad de información en cuanto al control de accesos, registros de entrada/salida, disparo de alarmas, así como de ubicación del personal y/o equipo es imperiosa para cualquier empresa minera. Poder contar con información visual exacta de la ubicación del personal y/o equipo, así como tener un control de acceso y localización sobre estos mismos constituye una herramienta vital para la eficiencia de la mina y la seguridad de sus trabajadores.

La empresa LASEC Telecomunicaciones desarrolló un sistema de flujo operativo mediante identificación por radiofrecuencia fiable para la industria minera, contribuyendo a lograr procesos de extracción más seguros y eficientes. Dicho desarrollo consiste en el diseño de dispositivos de comunicación de hardware con su respectiva programación, así como el diseño y programación del software de administración y control de accesos del personal y equipo, así como disparo de alarmas en exterior e interior de la mina.

Adicionalmente, el sistema de flujo operativo permite el disparo de alarmas preventivas o de riesgo en exterior e interior de la mina, conjuntamente con la localización de personal y/o equipo en caso de desastres en mina interior.

LASEC Telecomunicaciones brinda soluciones tecnológicas de alta ingeniería, asesoría e implementación de proyectos de tecnologías de la información y telecomunicaciones en aplicaciones de voz, datos y video. Su amplia experiencia y crecimiento en el sector minero ha consolidado a la empresa, toda vez que brinda seguridad industrial en los diferentes procesos productivos bajo los más altos estándares internacionales.

El sistema se desarrolló bajo esquemas de trabajo, de investigación, de colaboración y de administración de proyectos de telecomunicaciones, software radio, diseño electrónico (hardware) y arquitectura de software, conjuntando el potencial de recurso humano e infraestructura de la Universidad Autónoma de Zacatecas, la Universidad Tecnológica de Zacatecas y de la empresa.

Gracias a su participación en el PEI, la empresa hoy cuenta con un sistema de flujo operativo mediante identificación por radiofrecuencia para la industria minera, que resulta fiable y flexible para cada ambiente extremo en exterior e interior de la mina. Con este desarrollo se pretende impactar la productividad y competitividad de las empresas mineras, al disponer de una herramienta que dote de información en tiempo real de la operación de la mina y la condición de sus trabajadores.

¹³² **Proyecto 221851.** Sistema de flujo operativo mediante identificación por radiofrecuencia para la industria minera. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

C. REGIÓN OCCIDENTE

La región Occidente está conformada por 5 entidades, en las cuales se invirtió un total de 7,868 mdp en recursos públicos y privados destinados al desarrollo de 767 proyectos.

Al realizar un análisis cruzado entre montos de inversión y calificaciones por proyecto aprobado, en la región Occidente sobresale la participación de los sectores manufacturero y de tecnologías de la información.

Además, la región Occidente se ubica entre las regiones con mayor número de instituciones vinculadas por proyecto y fue la región que presentó la mayor inversión de recursos privados, respecto de recursos públicos. Así, por cada peso de inversión pública se invirtieron 1.24 pesos de inversión privada.

Los tres sectores¹³³ donde se realizaron las inversiones más vastas fueron:¹³⁴

- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos¹³⁵ (2,785 mdp, 245 proyectos).
- **325** Industria química (770 mdp, 106 proyectos).
- **336** Fabricación de equipo de transporte (962 mdp, 40 proyectos).

Los sectores mejor calificados fueron:¹³⁶

- **334** Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (88.9, 41 proyectos).
- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos (87.9, 245 proyectos).
- **325** Industria química (87.6, 106 proyectos)

¹³³ Sin incluir aquellos proyectos que no tenían sector específico (ND en la base de datos).

¹³⁴ Incluye inversión pública y privada.

¹³⁵ Incluye tecnologías de la información, segundo subsector más apoyado por el PEI.

¹³⁶ Con al menos 10 proyectos evaluados.

C.1. Descripción de los casos de éxito



Datos PEI Aguascalientes		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	216.70	25
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	166.09	9
Unidades económicas 2014	47,449	27
Total proyectos presentados	410	19
Total proyectos apoyados	109	19
Efectividad estatal	0.27	21
Calificaciones	83.93	27
Monto total invertido	861.27	20
Monto público invertido	441.40	20
Proporción privado / público	0.95	16
Proporción invertido en vinculación	0.34	9
Nivel de innovación promedio inicial	4.70	3
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.20	5
Avance en nivel de innovación	2.50	21

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt

1 . Un superfood de origen lácteo¹³⁷

El 1 de enero de 2008 terminó el periodo de transición negociado para productos agropecuarios sensibles en el marco del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. El frijol, el maíz y los lácteos provenientes de la región podrían ofrecerse en el mercado mexicano sin pagar impuestos a la importación. Si bien durante ese periodo se permitió la importación de estos productos bajo cupos específicos, el escenario de la competencia internacional era totalmente desconocido para un sector históricamente protegido, como lo era el campo mexicano. El reto para los productores mexicanos era enorme: evolucionar o desaparecer.

Así, los pequeños productores se enfrentaban a una disyuntiva: vender sus activos a las grandes corporaciones nacionales, subcontratarse con las mismas, o apostar por elevar su eficiencia e intentar defender su mercado; sin embargo, fueron pocos los que tuvieron el alcance de miras para reinventarse y evolucionar. Uno de ellos fue la Unión Ganadera Delicias, empresa ubicada en el estado de Aguascalientes que frente a la coyuntura comercial decidió apostar por una alternativa diferente: innovar.

La empresa, encabezada por los hermanos Feregrino, reconocía la dificultad de poder competir bajo las nuevas condiciones de mercado, lo que ponía en riesgo su operación y la de sus proveedores. Era necesario hacer algo distinto que les permitiera no solo sobrevivir sino también evolucionar. En este sentido, se decidió analizar diversas alternativas que permitieran dotar de valor agregado a la leche y, en consecuencia, ofrecer un subproducto innovador y diferente.

El camino era claro, había que invertir en investigación y desarrollo, era necesario iniciar la vinculación con centros de investigación que los auxiliaran en la consecución de este esfuerzo. La visión de los hermanos Feregrino los llevó a contactarse con múltiples centros a nivel global, con los que iniciaron el desarrollo de técnicas para la extracción de nutrientes, proteínas y minerales de la leche y su presentación en barras comestibles (leche en barras). Ese fue el comienzo que los llevó a concebir un producto derivado de la leche que impactara en una funcionalidad específica en la salud del ser humano.

En este marco, la empresa desarrolló un proyecto por el cual se pretendía la obtención de una sustancia activa proveniente de la leche que estuviera orientada al fortalecimiento de la actividad inmunológica del organismo humano. En este esfuerzo, la empresa acudió al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo en Hermosillo, con el que había trabajado anteriormente en el diseño de otras iniciativas. El proyecto implicaba la extracción de la cepa correspondiente y convertirla en un subproducto con horizonte y capacidad comercial. Después de un año de trabajo, y con base en los desarrollos que se habían generado desde 2008, se generó un alimento cuya densidad de nutrientes actúa a favor del sistema inmunológico, al grado de considerar al mismo dentro de la categoría de *mangiferina*.

Derivado de este proyecto, la Unión Ganadera Delicias pasó de ser un productor regional de leche en la zona centro de México, a fabricar una *mangiferina* que hoy dispone de un amplio nivel de aceptación por consumidores potenciales y que incluso cuenta con la aprobación de la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos. Asimismo, la empresa tiene el registro de propiedad de otras cepas obtenidas en el mismo proceso de investigación, también sujetas a explotación comercial.

Para lograr el éxito del proyecto, hubo que enfrentar diversos retos, desde la extracción de la cepa correspondiente, bajo un proceso de prueba y error, hasta lograr darle sabor, textura y apariencia agradable para su presentación comercial, retos que se enfrentaron con éxito al amparo del PEI, que, dicho por la propia empresa, constituyó un elemento indispensable para el desarrollo y consecución de los objetivos trazados.

Actualmente, este proyecto se traduce en una planta piloto en el estado de Aguascalientes, que genera 50 empleos directos y entre 600 y 1,000 indirectos, considerando a los productores locales de leche, que con este proyecto hoy disponen de una nueva ventana de oportunidad. Todavía queda camino por recorrer: escalar la planta para una producción de flujo continuo que sea capaz de atender los mercados globales más exigentes, así como diseñar la estrategia comercial que permita su éxito comercial en 2018.

Los hermanos Feregrino cuentan que su máximo sueño consiste en cambiar y reestructurar la industria de la leche en México.

¹³⁷ **Proyecto 222854.** Ingeniería y desarrollo de un proceso para el aislamiento y conservación de lactopéptidos derivados de la fermentación ácido láctica de la leche por *Lactobacillus fermentum*. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

2. Un sistema que hace más productiva a la apicultura¹³⁸

Las actuales condiciones de los mercados nacional e internacional de la miel representan para la apicultura mexicana importantes retos, particularmente la necesidad de fortalecer la organización y eficiencia de los productores apícolas, de manera que estén en condiciones de atender con éxito las exigencias en materia de calidad e inocuidad.

La empresa Xnox, a partir de su participación en el PEI, desarrolló un sistema de bajo costo que permite la rastreabilidad y trazabilidad de la colmena, lo que permite no solo la ubicación geográfica de la misma, sino el manejo de la información sobre su estado y el control integral del proceso productivo de la miel, lo que permite al apicultor elevar sus niveles de eficiencia y productividad.

Debido a las condiciones de su entorno (el clima, por ejemplo), se acostumbra cambiar la localización de las colmenas, incluso entre diferentes entidades, motivo por el que es muy importante disponer de un sistema de rastreabilidad que evite su robo. No obstante, la solución desarrollada por Xnox también ofrece la trazabilidad de la colmena, lo que implica tener un registro de su vida, el alimento provisto, el cambio de reinas, la rotación de bastidores, enfermedades, tratamientos, etc.

Esta innovación no fue resultado de la coincidencia. Xnox es una empresa con 40 años de antigüedad, que se ha constituido como la empresa líder en México en equipos y servicios para el sector apicultor, lo que le permite tener un conocimiento preciso sobre las necesidades de los diferentes integrantes de la cadena productiva de miel. Actualmente cuenta con un catálogo de 1,200 productos, 20 diseños industriales, seis patentes y tres marcas.

Aun cuando Xnox tiene su propio departamento en ciencia y tecnología, para el desarrollo de este sistema se vinculó con la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, con la que había trabajado anteriormente en un proyecto para fabricar partes de plástico para colmena, con muy buenos resultados.

Uno de los principales retos a los que debió enfrentarse el equipo de trabajo fue que los apicultores mexicanos tienen una tradición ancestral, cuyos conocimientos pasan de

generación en generación, sin que sus técnicas y prácticas queden registradas. Así, en primer lugar se debió identificar qué información debería integrarse en el sistema.

Gracias al sistema desarrollado, el teléfono celular del apicultor se conecta a un chip integrado en la colmena y, por medio de la voz, se detona una serie de preguntas e instrucciones sobre el mantenimiento de la colmena. Esta información se sube al sistema y puede visualizarse en una computadora de manera remota, lo que permite concentrar y sistematizar los datos de todas las colmenas y, en consecuencia, actuar con oportunidad en el apiario. Adicionalmente, el chip almacena la información acerca del estado de las colmenas, registrando todas las acciones realizadas en las mismas, lo que permite al apicultor tener los respaldos correspondientes a sus intervenciones.

Actualmente, Xnox tiene en funcionamiento el sistema, el cual es de su propiedad y pretende ponerlo a disposición de todos los apicultores del país. La empresa reconoce la importancia del PEI en este proyecto, sin cuyo apoyo no hubiera tenido los mismos alcances ni lo hubiera logrado en tan poco tiempo. Tanto los recursos económicos como los beneficios de la vinculación derivados del programa, representaron un importante estímulo para esta innovación.

La empresa se encuentra estudiando la siguiente etapa del proyecto, que implica la trazabilidad de la miel, esto es: hoy se sabe de qué lote y apicultor proviene, pero se pretende conocer también de qué colmena. Disponer de una hoja de vida desde de la colmena hasta la mesa representa todo un reto para consolidar la presencia de la miel mexicana en el mundo.

3. Un sistema de energía limpia¹³⁹

El biogás es un gas que se genera por medio de la biodegradación de materia orgánica. El producto resultante es una mezcla constituida por metano (en una proporción de entre 40 y 70%) y dióxido de carbono, conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y sulfuro de hidrógeno. La producción de biogás permite el manejo sustentable de residuos biodegradables y, a su vez,

¹³⁸ **Proyecto 220479.** Diseño de un nuevo producto y proceso de colmena inteligente con chip a rastreo y estado de las colmenas. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹³⁹ **Proyecto 217612.** Desarrollo e innovación de un proceso integral sustentable de reúso de agua y generación de energía eléctrica mediante la extracción de biogás producto de diferentes fuentes de desechos orgánicos, reducción de enfermedades y males olores. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

genera un combustible que puede utilizarse para producir energía eléctrica, así como calor en sistemas de combustión a gas, debidamente adaptados para tal efecto.

A partir de su participación en el PEI, Valsi Agrícola Industrial desarrolló un sistema integral sustentable de reúso de agua y generación de energía eléctrica, mediante la extracción de biogás producto de diferentes fuentes de desechos orgánicos, con altos efectos positivos en el cuidado al medio ambiente.

Valsi Agrícola Industrial nació en 2000 como respuesta a las exigencias de un mercado más especializado. En el campo agrícola, se abocó al desarrollo de sistemas de riego completos y componentes como plataformas de bombeo y filtrado, tubería y conexiones, emisores de riego, etc., y en lo industrial al de bombas, sistemas contra incendio, sistemas de agua y plantas eléctricas para edificios, industrias y municipios.

El desarrollo tecnológico de la empresa permite la extracción de biogás de forma sencilla con un sistema que brinda autonomía funcional con el reabastecimiento del biogás generado, obteniendo una reducción de costos operativos y de mantenimiento.

Para la producción de biogás es necesario contar con suficiente biomasa residual (estiércol, residuos de vegetales, basura, etc.) que, una vez mezclada, pasa por dos fases: 1) licuación, que es la descomposición de materia residual a través de hidrólisis y fermentaciones que generan los organismos saprofitos o descomponedores de biomasa residual, y 2) gasificación, etapa de transformación química por medio de microorganismos metano génicos. Una vez obtenido el biogás, para su transformación en energía eléctrica se debe tener un biodigestor que se encargue de la concentración de la biomasa residual; el sistema externo contará con tuberías para extraer los gases, pasando por un filtro, eliminando impurezas y humedad, para posteriormente ingresar al compresor que, al comprimirlo a alta presión, obtiene el gas licuado, el cual se acopla a un generador eléctrico que producirá energía en tal magnitud que será autosuficiente el sistema general del proyecto.

Si el sistema de reúso cuenta con la energía suficiente, el biogás pasa directamente a un quemador, consumiendo lo no utilizado. Una vez que el proceso esté por terminar, la materia orgánica restante del biodigestor se puede utilizar como abonos para plantas, en el uso doméstico o agrícola.

El desarrollo del proyecto, en su etapa de piloteo experimental, se llevó a cabo conjuntamente con la Universidad de Guadalajara, la cual aportó su experiencia y conocimiento para la definición de materiales, el estudio de funcionamiento, las pruebas del desarrollo y el diagnóstico del lugar de localización del equipo.

Con este innovador sistema, Valsi Agrícola Industrial lanzará al mercado un dispositivo de cogeneración de energía eléctrica, caracterizado por su autonomía en el sistema de generación de biogás, el cual ofrecerá seguridad y rentabilidad en la conversión de los desechos inutilizables en biogás con un producto.

Asimismo, propiciará: a) la reducción de contaminación ambiental, b) la disminución de enfermedades y malos olores, c) un mejor servicio, calidad y precio, d) la reducción del costo del proceso de desinfección, y e) estimulará a la sociedad para promover el reúso de agua.

4. Una nueva maquinaria para la industria cañera¹⁴⁰

En la estructura de costos del proceso de producción de caña de azúcar, los componentes correspondientes a agroinsumos y cosecha participan con el 33 y 32%, respectivamente, para una primera cosecha, mientras que en cosechas subsecuentes lo hacen con el 27 y 50 por ciento. Lo anterior ilustra la importancia que tiene la etapa de cosecha en el proceso productivo y su consecuente impacto no solo en el precio final de la caña, sino en sus productos derivados. La gran oportunidad para bajar costos en la cosecha es su mecanización; sin embargo, las soluciones tradicionales en el mercado no satisfacen su aplicación en todo tipo de terreno, al enfrentar características (pedras, charcos e inclinaciones) que impiden el paso de los equipos.

Tecnomec Agrícola desarrolló un sistema mecanizado de postcosecha de caña de azúcar optimizado y económicamente sustentable, que permite llevar los costos de producción a niveles competitivos a nivel mundial y con bajo impacto ambiental.

Esta empresa mexicana está dedicada a la fabricación de maquinaria agrícola tales como: abonadoras (cargadoras-frontales), acamadoras, acolchonadoras, niveladoras, cultivadoras, retro-excavadoras, barrenadoras, rastras, equipos

¹⁴⁰ **Proyecto 221006.** Desarrollo de sistema mecanizado de postcosecha, como alternativa sustentable para reducir costos y elevar la competitividad de la caña de azúcar en México. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

de labranza de conservación, cama baja de volteo mecánico, remolques cargadores de forraje, molinos de martillos, subsoladores y multicultivadores. Fundada en 1976, cuenta con una planta industrial de 28,000 m² ubicada en el municipio de Jesús María, Aguascalientes, donde alberga una plantilla de 385 empleados.

Comprometida con la investigación y desarrollo, invierte en estas actividades el 1.0% de sus ventas totales. Recientemente creó Investigación y Desarrollo Aplicado de Aguascalientes (IDEAA), centro que tiene la capacidad de desarrollar diseño mecánico, electrónico e industrial, que ofrece la posibilidad de crear diseños en 2D y 3D, elemento finito y análisis de cálculo de presión, medición de CMM, elaboración rápida de prototipos y pruebas y certificación de producto.

El desarrollo del sistema de referencia requirió, en el marco del PEI, una estrecha vinculación con tres instituciones de educación superior: Universidad Politécnica de Aguascalientes, Universidad Tecnológica de Aguascalientes y Universidad Panamericana, campus Aguascalientes Bonaterra, las que aportaron capital humano e instalaciones de primer nivel para complementar la investigación intramuros de la empresa.

El sistema desarrollado consistió en tres prototipos de equipos, que en conjunto logran abatir los costos de producción. El primero es una alzadora de caña, innovación que permite un sistema de levante de caña eficiente que disminuye

la cantidad de impurezas como tierra y piedras que se introducen a la fábrica. El segundo, un remolque transbordador de caña troceada, proceso que requiere el uso de un remolque transbordador que recibe la caña troceada de la máquina cosechadora y se mueva a un lado de la cosechadora. La característica de este remolque es que se debe de elevar la tolva a la altura de un camión torton y el contenedor se debe voltear para descargar la caña troceada, lo anterior dado que las actuales prohibiciones para la quema de cañaverales requieren que el alzado se realice en verde. El tercero es el diseño y desarrollo de un triturador de residuos de cosecha de caña de azúcar, que permite que la trituración de la gran cantidad de residuos se lleve a cabo en una cámara de trituración elevada, con lo cual asegura que no le entren piedras.

Los tres prototipos han producido excelentes resultados: el primero permite disminuir, al menos en un 50%, la introducción de impurezas al proceso productivo; el segundo eficiente la cosecha de caña de azúcar en verde en un 10%, y el tercero tiene la capacidad de incorporar el 30% de los residuos de la cosecha de caña de azúcar. Asimismo, cuenta con tres registros de diseño industrial uno por cada solución desarrollada.

La penetración comercial de este desarrollo permitirá ofrecer a los productores de caña una herramienta integral que, independientemente de las condiciones del terreno, impulse su productividad en la cosecha de la caña y, en consecuencia, impacte en su capacidad de venta.



Datos PEI Colima		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	101.34	31
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	137.74	14
Unidades económicas 2014	415,481	2
Total proyectos presentados	206	27
Total proyectos apoyados	55	27
Efectividad estatal	0.27	20
Calificaciones	84.73	23
Monto total invertido	361.84	28
Monto público invertido	190.45	28
Proporción privado / público	0.90	18
Proporción invertido en vinculación	0.36	6
Nivel de innovación promedio inicial	5.00	1
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.00	11
Avance en nivel de innovación	2.00	31

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Beta-glucano para la industria alimenticia¹⁴¹

De acuerdo con el Foro Económico Mundial, entre los 10 principales retos que enfrenta el mundo está el aumento de la contaminación en sus diferentes modalidades y el creciente peso de la salud en la economía, este último derivado del constante envejecimiento de la población y del aumento de los costos en la atención médica. Ante este escenario, se hace cada vez más urgente acompañar el desarrollo económico con la preservación del medio ambiente, así como la búsqueda de alternativas que mitiguen el impacto de las enfermedades en la salud pública. México no es la excepción: la búsqueda de soluciones frente a estos fenómenos son temas obligados en la agenda nacional.

Nutriproteomics, empresa mexicana especializada en la producción y distribución de ingredientes funcionales como complemento alimenticio, asumió el reto de desarrollar productos 100% sostenibles, orientados a la salud y bienestar humano. Los tres hermanos propietarios de la empresa: un ingeniero en biotecnología, un ingeniero en mecatrónica y un doctor en ciencias y negocios, complementando sus capacidades, y convencidos de que la innovación es un factor clave para la consecución de sus objetivos, decidieron apostar por la investigación y desarrollo como actividad permanente en la búsqueda de nuevos productos y soluciones.

Así, en el año 2016 tomaron la iniciativa de desarrollar un producto para fortalecer el sistema inmunológico, que fuera 100% sostenible y cuyo principal insumo fuera algún desecho proveniente de otro proceso productivo. Después de analizar diferentes alternativas, revisar literatura y el estado del arte, encontraron una opción que satisfacía el conjunto de sus intereses: los beta-glucanos encontrados en residuos de la industria cervecera, específicamente en la levadura de cerveza. Los beta-glucanos son una fibra que, más allá de su valor nutricional, tiene importantes beneficios para la salud, toda vez que permite la estimulación del sistema inmunológico y el consecuente aumento de sus defensas para hacer frente a bacterias, hongos y virus. La incorporación de estos agentes en alimentos y bebidas representa un medio potencial de prevención contra diferentes enfermedades, desde las gripes estacionales hasta otras dolencias de mayor gravedad.

Después de un año de trabajo, hoy la empresa dispone de un proceso biotecnológico (hidrólisis térmica enzimática), por el cual se obtienen los beta glucanos provenientes de la

levadura de cerveza sin necesidad de aplicar ni químicos ni aditivos dañinos al ser humano y al medio ambiente, resultando un proceso totalmente orgánico, es decir, cuenta con un producto de altísima calidad listo para satisfacer la demanda de la industria alimentaria nacional, la cual, ante la falta de oferta local, venía abasteciéndose del continente asiático con las inconveniencias propias de pedidos de ultramar, como son largos tiempos de entrega y afectaciones en la inocuidad del producto. La visión de los tres hermanos ha quedado plasmada en una planta piloto que emplea 11 trabajadores, capaz de ofrecer un producto diferenciado, de alto valor agregado y sumamente rentable (precio beta glucano vs. precio levadura), así como en la obtención de la patente correspondiente, que por sus características es única a nivel mundial.

Para afrontar esta tarea, la empresa decidió complementar su labor de investigación con centros de investigación externos que le ofrecieran el capital humano y los equipos de excelencia a la altura del nuevo reto. Para ello, se vincularon con investigadores del Instituto Tecnológico de Colima y del Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán, para juntos desarrollar el proceso para la obtención de los beta glucanos derivados de la levadura de cerveza y concretar la planta piloto correspondiente.

La empresa reconoce que un factor fundamental en los logros conseguidos fue contar con el apoyo del PEI, pues sin él hubieran requerido cinco años para alcanzar los mismos resultados; además, consideran que el programa, más allá de los recursos, les enseñó la utilidad de vincularse con centros de investigación externos, ya que ellos como microempresa difícilmente podrían contar con el personal altamente calificado, laboratorios y equipos con los que cuentan los centros.

Hoy Nutriproteomics es una empresa posicionada en el mercado, con reconocimiento y prestigio, con interés de escalar su producción y ampliar sus operaciones, siempre bajo una conciencia ecológica y social.

2. Un jabón hipoalérgico¹⁴²

Las fragancias artificiales son las causantes de un buen número de dermatitis por alergia; sin embargo, las grasas, aun las de mejor calidad emiten un olor distintivo que hacen

¹⁴¹ **Proyecto 230347.** Desarrollo y optimización de un proceso para la obtención de beta-glucano a partir de *saccharomyces cerevisiae*. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹⁴² **Proyecto 221307.** Diseño y desarrollo de proceso para saponificación a nivel piloto de jabón que contenga brea de pino. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

poco deseable los jabones sin algún tipo de fragancia. Un mercado cada vez más exigente requiere de jabones hipoalergénicos que gocen de un olor agradable para el consumidor.

Con el apoyo del PEI, Jabones y Derivados Casa Blanca diseñó y desarrolló un proceso químico para la producción de jabón a partir de brea de pino, el cual elimina las fragancias artificiales y genera un olor agradable. Adicionalmente, se han encontrado propiedades antisépticas y cicatrizantes en este jabón, que lo dotan de mayores atribuciones en el mercado. Más allá de las características propias del producto, este sistema genera ahorros de tiempo y energía eléctrica superiores a las tecnologías actuales y permite un proceso limpio con cero descargas de aguas de lavado.

A partir de este desarrollo, la empresa dispone de los siguientes resultados: planta piloto para saponificación de jabones, un jabón hipo alérgico que contiene brea de pino, así como la metodología del proceso correspondiente, la cual por su simplicidad puede ser replicada en pequeñas comunidades, sin necesidad de aplicación de grandes recursos generando empleos en las mismas.

Esta empresa familiar data de la década de los 1950, con amplia tradición y prestigio en el estado de Colima. Actualmente producen jabones, cremas, gel, desinfectante de baño, entre otros productos. Con esta innovación, la empresa busca la diversificación de su producción hacia nuevos nichos de mercado (jabones hipoalérgicos, jabones con aditivos de herbolaria natural y orgánicos), así como optimizar su sistema de producción, logrando lotes relativamente pequeños que permitan una amplia diversificación de su línea de productos.

Hoy, Jabones y Derivados Casa Blanca está en posibilidades de escalar un método de fabricación directa de jabón que permita el uso de brea de pino, evitando la utilización de fragancias. La brea de pino es un buen conservador del jabón, por lo que permite también la fabricación de jabones con grasa neutra no saponificada, como pudiera ser el aceite de oliva, que actúa como emoliente en pieles reseca. Además, como puede ser utilizado en lotes relativamente pequeños (entre 1 y 4 toneladas) permite la diversificación de la producción, añadiendo una serie de materiales orgánicos y naturales, aceites esenciales, de herbolaria y medicina no tradicional.

Como etapas subsecuentes a este proyecto, se tiene previsto analizar una serie de insumos tradicionales de la región que pueden ser adicionados en el jabón, para crear líneas de jabones de herbolaria naturista. Uno de ellos es el cascalote, el cual

contiene gran concentración de taninos, con propiedades astringentes, que en combinación con el jabón de brea puede dar un producto con altas propiedades desinfectantes y cicatrizantes.

3. Un modelo innovador para la gestión del cultivo de la papaya¹⁴³

Actualmente, los controles de calidad e inocuidad a nivel internacional hacen imprescindible que las empresas exportadoras de alimentos frescos permitan a los organismos de control sanitario, mayoristas, detallistas y al propio consumidor final conocer el origen, tratamiento y destino final de los productos alimenticios que consumen, a fin de tomar acciones inmediatas que eviten un problema de salud pública. El sistema de trazabilidad es la respuesta a la creciente necesidad empresarial de tener información del origen y destino final de los productos alimenticios, en forma ágil, dinámica, a bajo costo y, sobre todo, confiable para el consumidor.

En el contexto anterior, el proyecto elaborado por la empresa Red Starr tiene por objetivo integrar los esfuerzos de control sanitario en un sistema más organizado, de alta tecnología en trazabilidad e inocuidad, que impacte directamente en la calidad de la papaya de exportación, que sienta las bases de la transición a un manejo biológico de los riesgos sanitarios e impulse el área de investigación y desarrollo en la empresa, consolidando áreas de manejo de producto en el marco de los estándares internacionales. Lo anterior para generar un modelo innovador de gestión de cultivos en el estado de Colima, donde el sector agrícola es una fuente preponderante de recursos, empleos y base de la economía.

Esta empresa, establecida en el Valle de Tecomán, Colima, con apenas nueve años de operación ha logrado generar más de 400 empleos fijos y capacidad para producir 70 mil toneladas de fruta fresca, principalmente para exportación. El principal producto de la empresa es la papaya Red Starr (*Carica papaya*). Derivado de un mejoramiento genético, esta semilla, única en el mercado por su calidad organoléptica, resistencia y tamaño, la posicionó rápidamente en Estados Unidos y Europa generando un importante nicho de mercado.

Esta posición en el mercado, adquirida gracias a las estrategias de manejo de cultivo, sanidad y buenas prácticas de postcosecha, es susceptible de verse afectada en casos de riesgos sanitarios, ya que los estándares de calidad en los mercados europeo y de Estados Unidos son estrictos y variables en lo que a inocuidad se refiere.

¹⁴³ **Proyecto 222792.** Sistema integrado de inocuidad y trazabilidad para la reducción de riesgos en *Carica papaya*. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Como resultado del proyecto, y con la participación activa de la Universidad de Colima, la empresa Red Starr diseñó un sistema integrado de detección y trazabilidad de plagas para la reducción de riesgos de inocuidad, mediante el diseño de tecnologías de detección y estrategia de control biológico sostenible en *Carica papaya*, que ofrezca seguridad al consumidor en los mercados nacional e internacional.

Los sistemas de desarrollo y transferencia de tecnología en el sector agroalimentario transitan gradualmente hacia sistemas de innovación cuyos resultados dependen de las relaciones entre los diferentes actores de las cadenas productivas. Este enfoque es retomado por Red Starr para generar un modelo de negocio que visualiza la innovación como el detonante de la competitividad y la sustentabilidad de los empleos que genera.

4. Extracto de mangiferina para el sector salud¹⁴⁴

La *mangiferina* es un polifenol que se puede encontrar en muchas especies de plantas, entre las cuales las hojas de mango son una de las fuentes primarias. Estudios recientes del mango o *mangiferina* exponen esta sustancia como un agente de alto impacto en el sector salud, por sus efectos antioxidantes, antidiabéticas, antiVIH, antitumorales, hepatoprotectoras, antivirales y anti cancerígenas. En este sentido, se identificó un área de oportunidad en la extracción de xantonas naturales de *mangiferina* para su uso en el sector farmacéutico con tecnología 100% nacional.

La empresa Colimotes Productivos, a partir de su participación en el PEI, consiguió la obtención a nivel planta piloto de extractos de *mangiferina*, determinando el mejor método de extracción, logrando un alto grado de pureza para su uso en el sector salud e industria farmacéutica y alimentaria.

Colimotes Productivos, ubicada en Colima, es una empresa dedicada a la agroindustria y al aprovechamiento de los subproductos de cultivos comerciales de alto interés en los sectores de alimentos y farmacéutica. Su estrategia tecnológica se encuentra estructurada por alianzas con centros de investigación y universidades, enfocados al desarrollo tecnológico e innovación en subproductos de alto interés en sectores económicos de importancia como el alimenticio y farmacéutico.

Actualmente, el enfoque de investigación de la Colimotes Productivos tiene como prioridad la industrialización de cultivos agrícolas que contengan metabolitos secundarios de importancia económica en sectores como el alimenticio, farmacéutico y cosmético, obtenidos mediante tecnologías novedosas de extracción que logren un alto grado de pureza y sean utilizados como materia prima de productos en los sectores mencionados. Cabe señalar que en México la cantidad de plantas usadas por sus propiedades curativas, asciende a 4 mil especies; sin embargo, se estima que sólo 5% han sido estudiadas para validar química, farmacológica y biomédicamente los principios activos que contienen.

Para el desarrollo de este proyecto y bajo el compromiso permanente de la empresa en invertir en innovación, investigación y desarrollo tecnológico, se identificó la necesidad de contar con la vinculación de un centro dedicado a la investigación de alto prestigio y con amplia experiencia como el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) y Educación Superior Marista, A.C. (Universidad Marista de Guadalajara), los cuales participaron en la investigación, pruebas y determinación del mejor método de extracción de *mangiferina*.

La integración de expertos en el proyecto fortaleció e incrementó las capacidades y los conocimientos del recurso humano de la empresa, lo que se ve reflejado en una mejora continua de las tecnologías de la misma.

El desarrollo de esta tecnología y el producto o productos resultantes generó ventajas competitivas para una presentación y aceptación comercial, lo que permitió la apertura de nuevos negocios y la generación de empleos directos e indirectos. También propició el desarrollo de recursos humanos profesionales especialistas en el área.

5. Domótica para el incremento en la seguridad de hogares y negocios¹⁴⁵

El internet de las cosas (IoT) es la comunicación de forma real entre objetos, mediante redes de internet, permitiendo recabar datos e información para convertirla en conocimiento. Dos pilares importantes en su desarrollo son: *big data* y *cloud computing*. La finalidad de conectar las cosas es obtener beneficios de casas inteligentes, ciudades inteligentes y un entorno inteligente en el mundo, además del

¹⁴⁴ **Proyecto 233012.** Obtención piloto de extractos de *mangiferina*, logrando un alto grado de pureza para su uso en el sector salud. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

¹⁴⁵ **Proyecto 233268.** Diseño e implementación de plataforma hardware-software basada en el modelo del internet de las cosas para automatización y seguridad de una casa habitación o negocio. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

aprovechamiento de la información generada para la consecución de una vida mejor.

En México, los altos índices de inseguridad registrados en el pasado reciente han propiciado la adopción de técnicas orientadas a automatizar una vivienda o negocio, que integran sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar o comunicaciones. No obstante, en materia de seguridad todavía prevalecen las alarmas tradicionales o, en su caso, conectadas a centrales operadas por servicios de seguridad privada, que no tienen una conectividad inmediata con los centros C4, y mucho menos proveen servicios de emergencia.

En este marco, Zona Zero, con apoyo del PEI, generó un producto orientado al incremento de la seguridad de casas habitación y de los negocios, así como a la generación de un beneficio en el estilo de vida de las personas, automatizando sus espacios. Este desarrollo permite generar análisis de los comportamientos, patrones y formas de operar los distintos sensores y actuadores, lo que permite abastecer de información útil al usuario, ayudando a mejorar sus hábitos y fomentando mejores prácticas.

Zona Zero es una empresa mexicana fundada en la ciudad de Colima en 1998, prestadora de servicios en consultoría, administración y operación de servicios electrónicos gubernamentales. Actualmente, la empresa cuenta con líneas de negocio e investigación en el entorno del cómputo en la nube, desarrollo de aplicativos para móviles y el internet de las cosas.

Además de contar con la experiencia y personal capacitado para el desarrollo integral de esta plataforma (hardware y software), la empresa consideró conveniente vincularse con el Instituto de Altos Estudios Jurídicos de Jalisco para la generación de los protocolos de comunicación con las autoridades de seguridad pública, así como apoyarse en la experiencia del INFOTEC en materia de desarrollo de productos y servicios tecnológicos en el ámbito de las tecnologías de la información y comunicación.

En las últimas décadas, la introducción de tecnología en el hogar se había venido caracterizando por el incremento de las prestaciones individuales de los equipos domésticos, descuidando su posible interacción entre sí o limitando sus capacidades al envío de señales de alarma o a un sencillo control remoto. Esta situación quedó reflejada en la aparición de un mercado vertical, donde los distintos equipos domésticos se configuraban como sistemas independientes y funcionaban de forma autónoma, si acaso agrupados en islas tecnológicas incompatibles.

Este tránsito de una estructura vertical, con dispositivos dispersos e interrelacionados de forma rústica, a otra horizontal, que integre soluciones domóticas, representó para Zona Zero un reto que supo transformar en oportunidad.



JALISCO

Datos PEI Jalisco		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	1,161.41	4
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	144.77	12
Unidades económicas 2014	534,838	1
Total proyectos presentados	1,737	3
Total proyectos apoyados	397	4
Efectividad estatal	0.23	30
Calificaciones	88.48	4
Monto total invertido	5,354.59	2
Monto público invertido	2,213.29	2
Proporción privado / público	1.42	3
Proporción invertido en vinculación	0.18	31
Nivel de innovación promedio inicial	3.99	21
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.68	24
Avance en nivel de innovación	2.69	16

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Una prueba de detección oportuna para la influenza aviar¹⁴⁶

La gripe aviar es una enfermedad infecciosa de las aves causada por las cepas tipo A del virus de la gripe. En las aves, la infección puede manifestarse de diversas formas, desde síntomas leves, que pueden pasar desapercibidos, hasta una enfermedad que lleva rápidamente a la muerte y puede provocar una grave epidemia. Los virus de la gripe aviar normalmente no infectan a los seres humanos; no obstante, preocupa la posibilidad de que el virus pueda mutar y adquirir la capacidad de transmitirse fácilmente entre humanos, lo que aumentaría el riesgo de una pandemia de gripe.

A efecto de tener bajo control esta enfermedad, las autoridades obligan a la aplicación de medidas zoonositarias orientadas al diagnóstico, prevención y control, así como a la vigilancia de unidades de producción de aves y productos avícolas, basado en el muestreo y diagnóstico en laboratorios oficiales. Tradicionalmente, para la realización de estas pruebas de diagnóstico se utilizan protocolos que requieren equipamientos e instalaciones especializadas en laboratorios, así como personal técnico entrenado para realizar las mismas, impidiendo que estas puedan efectuarse *in situ*, aunado al costo que, en muchos casos, no es accesible para los usuarios. Lo anterior implica que cuando el granjero detecta algún síntoma en sus aves tiene que llamar a la empresa veterinaria para que acuda a tomar la muestra, llevarla al laboratorio, practicar el examen y obtener los resultados en un lapso mínimo de dos días, tiempo muy costoso en caso de que la prueba resulte positiva, ya que una enfermedad de este tipo representa importantes pérdidas económicas para el avicultor con el riesgo implícito de propagación.

Por lo anterior, la empresa UNIMA, enfocada al desarrollo de nuevas tecnologías basadas en biotecnología para el control de enfermedades y especializada en el desarrollo de pruebas rápidas de diagnóstico temprano de enfermedades infecciosas, retomando su experiencia en el diseño de una prueba remota para la detección de tuberculosis y VIH, decidió en atención a la petición de una firma veterinaria, iniciar el desarrollo de una prueba de detección *in situ*, sencilla de aplicar por el mismo granjero y con resultados inmediatos. Así, en caso de que el resultado sea positivo, inmediatamente se puede hacer del conocimiento del veterinario.

En el marco del PEI, UNIMA se vinculó con el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada,

con el que había trabajado anteriormente la prueba de tuberculosis, y con el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus Guadalajara.

Al final del camino, hoy UNIMA cuenta con la proteína quimérica capaz de llevar a cabo la glutinización de glóbulos rojos en una muestra de sangre contra influenza, con el prototipo funcional del chip para el diagnóstico de la influenza aviar, así como con el prototipo de software para el análisis de la imagen e interpretación de resultados.

Aun cuando UNIMA trabaja bajo un constante ejercicio de innovación, orientado al desarrollo de productos, sean bajo licencia con instituciones externas o bajo desarrollos propios, considera que de no existir el PEI hubieran tardado tres años en el diseño y aplicación de la prueba, ya que difícilmente habrían contratado servicios externos y, en consecuencia, no habrían dispuesto de los laboratorios, equipos y capital humano que los centros de investigación aportaron a la consecución del proyecto. El PEI se ha constituido como un instrumento fundamental para la operación de empresas pequeñas de base tecnológica.

El proyecto se encuentra en fase de maduración comercial, pero más importante aún es que el método de detección de influenza aviar ha dado cause al desarrollo de tres nuevas pruebas para otras tantas enfermedades de animales, las cuales toman como base la tecnología generada a partir de este proyecto.

2. Etanol basado en bagazo de agave¹⁴⁷

La comercialización de etanol es actualmente una realidad en países como Brasil y EUA, cuya generación de etanol de primera generación obtenido a partir de caña de azúcar y almidón de maíz suma alrededor del 90% del volumen total producido a nivel mundial. En México se generan alrededor de 53 millones de litros de etanol anhidro a partir de melaza; sin embargo, esta cifra equivale sólo a una capacidad de consumo de combustible de cinco semanas en la Ciudad de México.

La baja producción de etanol anhidro de primera generación en nuestro país, hecho a partir de una materia prima de la cadena de alimentos, así como la necesidad de proyectos

¹⁴⁶ **Proyecto 221102.** Desarrollo de una prueba de diagnóstico diferencial para influenza aviar por microfluidica y bigdata. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹⁴⁷ **Proyecto 231447.** Desarrollo piloto de un nuevo proceso de producción de etanol 2G mediante el aprovechamiento del bagazo de *Agave tequilana*: Parte 2. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

de combustibles limpios, genera un área de oportunidades en la búsqueda de nuevas fuentes renovables y en el desarrollo y aplicación de tecnología eficiente para la producción de energía.

El bagazo de agave es un residuo lignocelulósico generado durante la fabricación de bebidas alcohólicas a partir de plantas de la familia agavacea, tales como: tequila, mezcal, bacanora, sotol y pulque. Actualmente, la industria del tequila procesa alrededor de 1.5 millones de toneladas de plantas de *agave tequilana*, generando alrededor de 360 mil toneladas (peso seco) de bagazo, mientras que la industria del pulque produce cerca de 1.7 millones de toneladas. El aprovechamiento integral de esta biomasa representa una alternativa viable para su aplicación en la generación de etanol 2G (la primera generación corresponde al proveniente de la cadena alimenticia).

En este contexto, la empresa Comercializadora de Productos de Transformación Ecológica, en el marco del PEI, desarrolló y optimizó un nuevo proceso de producción de etanol de segunda generación, por medio del aprovechamiento integral del bagazo de *Agave tequilana*, disponiendo al día de hoy de un combustible limpio, ecológico y funcional.

Comercializadora de Productos de Transformación Ecológica inició operaciones en Tlaquepaque, Jalisco, en 2008, como respuesta a la inquietud de ingenieros mexicanos por aportar su conocimiento en la investigación y desarrollo de tecnologías ambientales. A través de los años, la empresa se ha caracterizado por ser altamente innovadora y dinámica en la búsqueda de nuevos procesos, productos y servicios que fortalezcan el mercado mexicano en materia de energías limpias (paneles solares, biocombustibles).

Para el desarrollo del proceso, la empresa se vinculó con la Universidad Autónoma de Coahuila y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con las que compartía enfoque y ánimo de investigación, y que le permitieron disponer de personal altamente especializado y de infraestructura científica de primer nivel. La empresa reconoce que la vinculación con universidades y centros de investigación es una actividad fundamental para alcanzar sus objetivos, toda vez que para una empresa de menor escala es imposible contar con grandes equipos de personal altamente calificado. Por ello, considera al PEI como una herramienta vital para las empresas comprometidas con la innovación e inclusive acepta que sin el programa no hubiera podido realizar el proyecto.

Actualmente, la empresa dispone de una patente en registro sobre el proceso de fermentación de este tipo de biomasa: una planta piloto en operación, en condiciones de suministrar biocombustible a cualquier tipo de vehículo en circulación en México con una mejora en rendimiento, eficiencia y reducción de contaminantes, sin contar el ahorro de los usuarios respecto al uso de cualquier combustible fósil.

Aun cuando el producto ya se encuentra en el mercado, se considera que el consumidor mexicano todavía tiene una resistencia al cambio, pero en la medida en que se incrementa la demanda, y con la posibilidad de disponer de recursos adicionales, la planta podría escalar a una dimensión industrial.

3. Una herramienta para el análisis e interpretación de datos¹⁴⁸

El mundo del internet introdujo ventajas con la posibilidad de intercambio, difusión y transferencia de datos, pero también generó desafíos en relación con el acceso, búsqueda, localización y recuperación de la información relevante dentro de grandes volúmenes de datos (*big data*).

Frente a este reto, la empresa Oracle, localizada en Jalisco, desarrolló un analizador de grafos que le permitirá ofrecer una herramienta de visualización y análisis con motor de búsquedas indexadas y un algoritmo para grafos en memoria, con aplicación en la industria farmacéutica, redes sociales, gobierno electrónico, sistemas de recomendación, entre otras.

Oracle es una empresa líder a nivel mundial en el campo de las tecnologías de información y ofrece todo un paquete de aplicaciones en la nube, servicios de plataforma y sistemas de ingeniería completos y totalmente integrados.

Actualmente, Oracle cuenta con una herramienta de software estable, completa y lista para ponerse en un ambiente productivo, que permite analizar la gran cantidad de información que se encuentra almacenada y que cumple con estándares internacionales utilizando modelos semánticos, que apoye a las empresas en la optimización de sus procesos, en la toma de decisiones y en la elaboración de su planeación, toda vez que hoy en día el análisis de datos de cualquier empresa u organización resulta un aspecto crucial en su vida productiva.

¹⁴⁸ **Proyecto 231673.** Analizador evolutivo de grafos. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

Si bien es cierto que la industria farmacéutica representa la principal área de aplicación de la herramienta, esta no es la única, ya que cualquiera que involucre el modelado de datos mediante grafos u ontologías puede beneficiarse del analizador desarrollado, como son las redes sociales (*social networking*), el gobierno electrónico (*e-government*) y los sistemas de recomendación (*recommender systems*), entre otras aplicaciones.

Con este desarrollo, el plan de negocios de la empresa se ha visto beneficiado al poder ofrecer a sus clientes una nueva herramienta con técnicas de visualización bastante robustas, que soporte el análisis de grandes modelos ontológicos.

4 . Prototipo de autobús mexicano de última generación¹⁴⁹

Los nuevos requerimientos de los usuarios, así como de las autoridades normativas (pesos y dimensiones, seguridad, ambiental, etc.) exigen a los fabricantes de vehículos pesados para el transporte de pasajeros mantenerse en constante evolución, atendiendo las demandas del mercado con mejores y más atractivos productos.

En este marco, la empresa mexicana Dina Camiones, como parte de su estrategia tecnológica generó un proyecto para el diseño y desarrollo de un prototipo de autobús Shuttle Bus. Este proyecto se integró en tres etapas, todas ellas con apoyo del PEI. Durante la primera (PEI 2014) se desarrolló un prototipo de autobús capaz de cumplir con la normatividad ambiental DOT y EPA, incorporando seguridad activa, pasiva, accesibilidad, calidad y confort, utilizando tecnología basada en modulación numérica. En la segunda (PEI 2015) se validó el prototipo y se incorporaron sensores e indicadores que optimizaran el uso y conducción del autobús, los tiempos de recorrido, el uso del combustible y la seguridad. Durante la tercera etapa (PEI 2016) se optimizó el prototipo y se incorporó un dispositivo denominado "caja negra", integrado por sensores y capaz de interactuar con el usuario para cumplir con las tareas de adquisición de información, procesamiento, almacenamiento y comunicación en tiempo real, lo que permite ofrecer viajes a la medida de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

DINA Camiones es una empresa ubicada en Jalisco, con más de 60 años de experiencia en la manufactura de

autobuses. Fabrica vehículos con tecnología de vanguardia que cumplan con las necesidades y requerimientos de diversos mercados en temas de eficiencia, emisiones, costos de mantenimiento, servicio posventa y diseño, entre otros.

Atendiendo la necesidad permanente de innovar, Dina instaló un Centro de Innovación, Investigación y Desarrollo Tecnológico en Guadalajara, el cual está enfocado en la investigación de nuevas estructuras, materiales y en la evaluación de diferentes componentes. El centro está encabezado por ingenieros y se forma con ingenieros y maestros en las áreas de mecánica, diseño automotriz, energías alternativas, manufactura e industriales. El capital humano proviene de instituciones de educación superior de la región, particularmente de la Universidad de Guadalajara, con la que han desarrollado esquemas de vinculación que han fructificado en proyectos tecnológicos.

Aunado a este Centro, y reconociendo la necesidad de apoyarse en expertos en temas eléctrico-electrónicos, durante la tercera etapa se contó con las capacidades, conocimiento y experiencia del Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Guadalajara, con el que Dina estableció una estrecha vinculación de largo alcance.

Al realizar esta vinculación se logró una transferencia de conocimiento amplia en seguridad activa y pasiva, así como en la línea de investigación de sistemas inteligentes. Esta sinergia ha sido de gran relevancia para fortalecer al Centro de la empresa, reconociendo que de no contar con el PEI hubieran requerido el doble de tiempo para la consecución del proyecto.

Actualmente, el prototipo de autobús Shuttle Bus continúa en pruebas estáticas y dinámicas, tanto al interior de la empresa como en el Instituto Mexicano del Transporte, a efecto de garantizar su debido desempeño, para su posterior escalamiento y explotación comercial.

5 . Prebióticos derivados del agave¹⁵⁰

Los alimentos funcionales son aquellos que promueven el bienestar y la posibilidad de reducción del riesgo de enfermedades. Uno de los principales tipos de prebióticos es

¹⁴⁹ **Proyecto 232909.** Diseño y desarrollo de un prototipo de autobús Shuttle Bus. Tercera etapa. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

¹⁵⁰ **Proyecto 230902.** Aplicación de ultrasonido y ultrafiltración en el procesamiento de productos diferenciados de fructanos de agave. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

la inulina de achicoria, que cubre más de 50% del mercado global; sin embargo, el efecto prebiótico de los fructanos de agave ha sido reportado en diversas investigaciones nacionales y extranjeras. Particularmente, el *Agave tequilana* exhibe un contenido medio de carbohidratos (principalmente fructanos) superior al reportado en la achicoria, lo cual abre una importante área de oportunidad para su explotación en beneficio de la salud humana.

Mieles Campos Azules fue creada en 2010 en el estado de Jalisco e inició operaciones en 2011 en la manufactura de derivados de agave, donde ha desarrollado dos líneas de productos generales: jarabe de agave y fructanos de agave en polvo, con una capacidad de producción de 40 y 30 toneladas al día, respectivamente. Es pionera en la integración de la producción desde el campo hasta el procesamiento, y en la actualidad cuenta con una superficie sembrada de agave de 1,600 hectáreas, y estima que para 2018 será autosuficiente en su suministro.

Uno de los retos de la industria de los fructanos de agave es lograr la manufactura consistente y diferenciada de los fructanos de cadena corta (conocidos como fructooligosacáridos) y de cadena larga, para que ambos cumplan con la calidad exigida en el mercado nacional e internacional, además de mejorar el proceso de extracción evitando la utilización de tecnologías que generen residuos y el uso excesivo de solventes, ácidos o enzimas, por medio del empleo de procesos físicos conservando así la producción de tipo orgánica.

Frente a este reto, y con el apoyo del PEI, el proyecto consistió en incorporar a la empresa la tecnología de extracción asistida por ultrasonido como una alternativa para aumentar el rendimiento de extracción con relación al proceso utilizado convencionalmente, basado en la extracción por percolación. En esta tarea contó con el apoyo de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A partir de este proyecto, Mieles Campos Azules logró mejorar el proceso de producción de fructanos de agave, mediante el uso de tecnologías de ultrasonido y/o ultrafiltración para la obtención de productos diferenciados.

6 · Tratamiento contra el EPOC¹⁵¹

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la quinta causa de muerte en el país y en 2020 ocupará el tercer lugar. Por la rapidez de su efecto, el requerir una menor dosis y generar menos efectos colaterales, la terapia inhalatoria es la vía de atención más adecuada para esta enfermedad. Se ha observado que el empleo de un broncodilatador en terapia combinada tiene un mejor efecto que su aplicación de forma separada; en sinergia con glucocorticoides, proporciona mayor efectividad broncodilatadora.

Aun y cuando se ha documentado que la unión de salmeterol con fluticasona es efectiva en la mejora de pacientes graves con EPOC, actualmente no existe un medicamento en aerosol con estos componentes que participe en las licitaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social, toda vez que los disponibles en el mercado son desarrollados y fabricados por laboratorios en el extranjero.

Bajo la cobertura del PEI, y con el apoyo la Universidad Autónoma de Guadalajara y la Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Laboratorios Cryopharma desarrolló el medicamento salmeterol-fluticasona, suspensión en aerosol, con un propulente HFA amigable con el medio ambiente, el cual permitirá reducir la dependencia del mercado internacional, con los beneficios correspondientes en precio y accesibilidad en el mercado.

Laboratorios Cryopharma es una empresa 100% mexicana, que inició sus actividades en la Ciudad de México en 1964 como maquiladora de productos farmacéuticos para el consumo humano, tanto para empresas nacionales como extranjeras. Posteriormente incursionó en la fabricación y venta de su propia línea de productos.

La estrategia de innovación de la empresa se basa en el empleo de tecnologías de punta en procesos sustantivos, así como en la inversión en tecnología especializada para la obtención de medicamentos con un alto margen de seguridad, bajo precio y valor agregado, características que le permiten obtener ventajas sustanciales al manejar productos de alto impacto en el mercado.

¹⁵¹ **Proyecto 231522.** β₂-agonista/corticosteroide en aerosol para tratamiento de la EPOC desarrollado con tecnología verde en sinergia con centros universitarios jaliscienses. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Con la ejecución de este proyecto, la empresa ha logrado posicionar el primer aerosol de Salmeterol-Fluticasona, fabricado y evaluado en México. Para este efecto, se instaló una planta piloto de aerosoles en la Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana de Guadalajara, la cual apoyará en satisfacer los requerimientos del departamento de ventas de la empresa para realizar pruebas de estabilidad acorde a los requerimientos de los clientes, con lo que se podrán fabricar lotes especiales.

El espíritu innovador de Laboratorios Cryopharma ha logrado atender con éxito un problema de salud pública, al poder ofrecer en el mercado nacional un medicamento eficiente y económicamente más accesible para el control del EPOC.



MICHOACÁN

Datos PEI Michoacán		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	406.19	15
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	87.77	27
Unidades económicas 2014	195,355	7
Total proyectos presentados	414	18
Total proyectos apoyados	157	16
Efectividad estatal	0.38	4
Calificaciones	86.59	11
Monto total invertido	999.69	19
Monto público invertido	491.65	19
Proporción privado / público	1.03	13
Proporción invertido en vinculación	0.28	18
Nivel de innovación promedio inicial	4.07	19
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.29	31
Avance en nivel de innovación	2.22	28

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Insertos troncales: tecnología innovadora para la nutrición vegetal en árboles de aguacate¹⁵²

Para quienes no están involucrados en la industria agroalimentaria parece increíble que un nuevo método para nutrir a los árboles pueda ser patentado. Sin embargo, esta es la historia del proyecto realizado por Sistemas Agrotec, cuya innovación en pruebas de campo ha logrado que los árboles de aguacate aprovechen al 100% los nutrientes aplicados a la planta, en lugar del 70% del pasado. Hay todavía pruebas por realizar en campo, pero los resultados iniciales son alentadores.

Agrotec desarrolló un proyecto que consiste en evaluar la seguridad y eficiencia del uso de insertos troncales de EPS (poliestireno expandido), y su efecto en la asimilación de nutrientes en los árboles de aguacate. Las mejoras fueron evaluadas mediante análisis foliares de microscopía electrónica y de fluorescencia del xilema contra las aplicaciones tradicionales en el suelo y foliar (explicadas más adelante).

Sistemas Agrotec, S.A. de C.V., es una empresa que inició sus operaciones en 1996, con la finalidad de aplicar tecnología para el campo de la agroindustria. La empresa tiene como objetivo desarrollar métodos innovadores para dar soluciones a necesidades específicas de los agricultores. Los paquetes tecnológicos comercializados son utilizados en la producción masiva de árboles destinados a la reforestación y uso en hortalizas de diversos tipos para la industria agroalimentaria.

Su decisión de incursionar en este proyecto se debió a los problemas que enfrentan los métodos tradicionales. Primero, la aplicación de micronutrientes en suelo para ser asimilados por la raíz de la planta a través del tallo y las hojas debe realizarse en cantidades superiores a la requerida para lograr la absorción suficiente de las mismas por parte de la planta, lo que eleva los costos y aumenta la contaminación de la superficie. Segundo, en el método foliar, los micronutrientes — como lo son boro, zinc, manganeso, molibdeno, cobre, cloro y silicio (elementos menores)— se disuelven en el agua y se aplican directamente sobre las hojas de las plantas con las mismas limitaciones que el método de suelo.

Por tanto, la empresa decidió generar un inserto troncal de EPS poroso que permitiera introducir los micronutrientes directamente en el tallo de la planta para optimizar la

absorción de los mismos. Dotar al inserto con esta característica de porosidad, que fue el mayor reto del proyecto, facilita el paso de los micronutrientes a través del xilema (tejido vegetal que transporta agua, sales minerales y otros nutrientes desde la raíz hasta las hojas de las plantas), que permite el transporte de la sustancia dentro de la planta de aguacate y evita una caída prematura de los frutos por deficiencia de boro y zinc.

Durante la puesta en marcha del proyecto se desarrollaron alianzas estratégicas, una de ellas fue con el Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, en donde se llevó a cabo el diseño y formación del molde para la fabricación del producto. Además, participó en la creación de una pequeña planta piloto que permitió la formación, relleno y sellado del inserto por medios mecánicos. Posteriormente, procesó un lote para demostrar que los insertos troncales son factibles en la producción de aguacate Hass.

Otra vinculación institucional clave fue la mantenida con El Colegio de Michoacán, que permitió que especialistas en el tema determinaran la dosis y tipo de quelato aplicado para la correcta nutrición del aguacate. También facilitó el uso de infraestructura especializada en el área de la microscopía analítica, en donde se realizaron los ensayos y pruebas, y se validó que la aplicación de micronutrientes mediante los insertos troncales se desarrollara de forma segura y eficiente.

Cabe mencionar que existen otras formas de utilizar insertos troncales y que en el estado de Michoacán actualmente se adoptó este método en general para los árboles de aguacate Hass como una de las mejores prácticas, esto en función del incremento en el aprovechamiento nutricional y eficiencia en el uso de insumos.

2. Desarrollo de paneles termoacústicos con alta resistencia al fuego y comportamiento superior antimicrobiano y fungistático¹⁵³

El crecimiento demográfico trae consigo la necesidad de desarrollar soluciones de vivienda digna. Las tendencias mundiales en la industria de la construcción en cuanto a la gama tecnológica de materiales apuntan hacia el diseño de

¹⁵² **Proyecto 231957.** Insertos troncales, tecnología innovadora, segura y eficaz para la nutrición vegetal en árboles de aguacate. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

¹⁵³ **Proyecto 231981.** Desarrollo de paneles termoacústicos con alta resistencia al fuego y comportamiento superior antimicrobiano y fungistático. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante del instituto de educación superior.

materiales inteligentes, compatibles con el medio ambiente. Estas tendencias dirigen las investigaciones y desarrollos tecnológicos hacia el enfoque holístico de servicio completo al cliente.

Industrias Marves, S.A. de C.V., se ha propuesto desarrollar para la industria de la construcción paneles rígidos de matriz polimérica combinada con fibras regeneradas naturales (estas fibras pueden venir incluso de material que otras industrias consideran de desecho) y sintéticas como refuerzo. El producto además cuenta con propiedades físicas y mecánicas funcionales, mayor desempeño acústico y térmico, así como mayor resistencia al fuego, comportamiento fungicida y barrera bacteriana y con insumos de muy bajo costo.

Industrias Marves es una empresa fundada en 1974 que se dedica a la fabricación de materiales textiles no tejidos con aplicación en una gran diversidad de industrias, principalmente en la automotriz, la colchonera y de la construcción.

Para el desarrollo experimental de los paneles se eligieron y probaron diferentes tipos de fibras, de tratamientos y ensimajes, de aislantes térmicos y acústicos. Se adaptó una línea piloto en los procesos de apertura y ensimaje de las fibras, y posteriormente se realizó una corrida de lotes prueba para analizar las características técnicas con base en los estudios de laboratorio. También, mediante la experimentación se llegó a las cantidades óptimas de retardantes de flama, fungicidas y antimoho requeridos para un producto optimizado. A la vez, tienen una alta resistencia a la degradación y a la corrosión.

Una de las mayores ventajas desarrolladas con las fibras naturales y fibras textiles regeneradas aplicadas a los paneles, ha sido su compatibilidad con el medio ambiente y disponibilidad en el proceso de degradación una vez que cumplen su vida útil.

Gracias a la vinculación con El Colegio de Michoacán fue posible realizar una cantidad importante de los experimentos requeridos en cuanto a las materias primas del panel, para que sus características finales y sus diversas formulaciones y componentes también resultaran en parámetros óptimos para la producción en serie. El resultado no sólo fue de importancia para la empresa, sino también para esta institución, pues el proyecto potencializó sus capacidades técnicas ante el amplio espectro de experimentos que terminaron en un producto de alto desempeño.

La industria de la construcción anticipa un crecimiento en el uso de materiales biocompuestos, como es el caso de los paneles que aborda el proyecto, por tanto, los costos de este producto han sido determinados por Industrias Marves en función de las necesidades del cliente. Su costo inicial puede oscilar entre \$3.00 y \$3.50 USD por kilogramo y, dependiendo de los materiales —fibras naturales o reciclables— que componen el panel para lograr las características mencionadas, pueden costar hasta \$6.00 USD por kilogramo.

En un futuro, industrias Marves quiere implementar la tecnología de sus paneles en la industria colchonera y automotriz, sin embargo, requiriere una línea adicional para soportar toda la demanda derivada de incursionar en este sector.

3. Validación científica de propiedades funcionales de productos liofilizados y análisis para la expansión en nuevos mercados de exportación¹⁵⁴

En la actualidad, la sociedad global enfrenta retos alimenticios a gran escala. Uno de ellos es conservar por periodos cada vez más largos los alimentos percederos sin que se pierdan sus características nutritivas, las propiedades organolépticas como el sabor, textura, etc. y la calidad de los mismos aún después del paso del tiempo. La liofilización —una técnica de deshidratación por frío— es precisamente uno de estos procesos, y en la actualidad existe una gran variedad de frutos liofilizados.

Si o Si Alimentos, empresa creada en 2006 y que tuvo como primer producto el polvo de pulpa natural de aguacate liofilizado, el cual fue escalado a partir de una tesis de licenciatura desarrollada en el Instituto Tecnológico de Morelia, decidió solicitar el apoyo del PEI para estudiar la liofilización de coco y aguacate y agregarlos a su cartera de productos liofilizados. Después de ejecutar el proyecto, la empresa pudo comercializar estos productos y los exporta ya a EUA, Australia y Corea del Sur.

La empresa decidió que el coco sería su siguiente producto en cartera. Éste ha sido estudiado anteriormente debido a sus propiedades nutrimentales y sus beneficios respecto del padecimiento enfermedades cardiovasculares. También se

¹⁵⁴ **Proyecto 232847.** Continuación de proyecto: validación científica de propiedades funcionales de productos liofilizados y análisis necesarios para la expansión en nuevos mercados de exportación. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante del centro de investigación.

ha encontrado que el coco liofilizado desgrasado aumenta la biodisponibilidad de aminoácidos en el organismo (al igual que cuando se encuentra en su estado natural).

El proyecto realizado obtuvo el apoyo del PEI en sus convocatorias 2015 y 2016. En el primer periodo se encontró que el consumo de coco liofilizado de manera intermitente promueve la estabilidad de la microbiota intestinal, indispensable para el correcto crecimiento corporal, el desarrollo de la inmunidad y la nutrición.¹⁵⁵ Sin embargo, también se descubrió que en este coco liofilizado hubo una falta de arginina y, por tanto, muerte de ciertas bifidobacterias que ayudan al funcionamiento del sistema digestivo. En 2016 se decidió agregar proteínas vegetales de alto valor de digestibilidad para observar si se corrige la falta de arginina descrita anteriormente en el coco liofilizado.

Una vez adicionadas las proteínas vegetales, se analizó su efectividad funcional mediante un software de simulación de tracto digestivo llamado ARIS. El software determinó la actividad antibiótica y antiinflamatoria en el organismo, así como el impacto de los microorganismos vivos residentes en el tubo digestivo. Lo anterior se realizó en conjunto con una de las instituciones vinculadas, el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. La otra institución vinculada, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, participó activamente en este proyecto con el análisis del comportamiento de microbiota al consumir el coco con proteínas vegetales y el aguacate después de ser liofilizados.

Como resultado, se obtuvo una mezcla de coco con proteína vegetal validada en cuanto a su actividad funcional. En el caso del aguacate se determinó la biodisponibilidad de ácidos grasos y la validación de sus efectos en niveles de colesterol y triglicéridos, algo sumamente positivo para el proyecto y la empresa.

4. Optimización de un equipo de control de velocidad vehicular inteligente¹⁵⁶

Se estima que cada año en México suceden más de 400 mil accidentes viales que causan entre 10 y 24 mil muertes y entre 20 y 40 mil discapacitados permanentes; 78% de los afectados son de sexo masculino, casi la mitad son peatones

y 42% no cuenta con seguro médico. La Comisión para la Seguridad Vial Mundial hizo un llamado en 2009 para la prevención de accidentes y la propuesta fue adoptada por la Asamblea General de Naciones Unidas. México creó la Iniciativa Mexicana de Seguridad Vial (IMESEVI) para generar proyectos que contrarresten dicha problemática.

Los topes son uno de los sistemas de control de velocidad más utilizados en México por su sencillez de funcionamiento. Sin embargo, para quienes sí respetan los límites de velocidad permitidos, este sistema no es lo más agradable para una conducción fluida.

Ante este contexto, Desarrolladora y Comercializadora de Ideas y Proyectos Gráficos, S.A. de C.V., desarrolló un proyecto de tope inteligente, el cual cuenta con un sistema de monitoreo que permite identificar cuándo debe ocultarse o mostrarse en la vialidad y cuenta también con un control peatonal manual.

Este dispositivo puede tener una configuración variable y una fija, es decir, que se elevará y bajará de manera intermitente si es requerido o, por el contrario, podrá determinar horas pico mediante un sistema de vigilancia, para que esté siempre arriba por un determinado tiempo, o en el caso que sea de madrugada, permanezca en forma plana para beneficio de los automovilistas.

Aunado a ello, por medio de los sensores se monitorea la cantidad de autos que pasan por el tope y, en consecuencia, por la vialidad, generando información que permite sacar reportes estadísticos por día y/o horario. Además, establece estrategias para mejorar el tránsito y el flujo de autos.

Dicho sistema cuenta con una comunicación vía internet, lo que permite que sea manipulado a distancia. De la misma forma para el control peatonal, tiene una interfaz manual en caso de que los usuarios lo necesiten. Además, soporta las inclemencias extremas de agua, polvo y temperatura.

Para llevar a cabo este proceso se realizó una vinculación con Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y la Universidad Internacional Jefferson. Este último realizó el estudio de mecánica de suelos y elaboró las pruebas de resistencia de materiales para la construcción del tope y de estructuras en el caso de los postes. Ambas instituciones compartieron sus instalaciones y laboratorios para la capacitación al personal de la empresa. En el ITESM se

¹⁵⁵ Descripción de la microbiota intestinal: <http://www.revistagastroenterologiamexico.org/es/microbiota-intestinal-salud-enfermedad/articulo/S0375090613001468/>

¹⁵⁶ **Proyecto 215220.** Optimización integral de un equipo innovador de control de velocidad vehicular inteligente que mejore la educación vial. Este artículo está basado en la entrevista realizada a un representante del centro de investigación.

creó el diseño de ingeniería en la interfaz entre el usuario-máquina de forma manual y vía internet.

Cabe resaltar, que el proyecto fue evaluado por 45 días a nivel prototipo para analizar los datos y generar mejoras finales antes del lanzamiento del producto.

5. *Future crafts 2015: sistema de interconexión entre la web 2.0 y el internet de las cosas para aplicaciones de marketing digital*¹⁵⁷

Por un lado, quizá uno de los cambios más importantes al pasar de la web 1.0 a la web 2.0 fue la facilidad con la que los consumidores de contenido se convirtieron en generadores del mismo. Si antes las páginas de internet servían para comunicar unidireccionalmente, en la web 2.0 se facilita ampliamente una comunicación bidireccional. Por el otro, el internet de las cosas permite llevar a internet las interacciones que tienen los usuarios con objetos o productos de uso cotidiano.

Estos dos cambios tuvieron un alto impacto en el marketing digital, pues para los usuarios y las marcas se abrieron una gran cantidad de posibilidades de interacción. El proyecto de Efecto Mescalina consistió en la implementación de un sistema que generó una matriz de herramientas digitales para campañas publicitarias.

Efecto Mescalina, S.A.P.I. de C.V., es una agencia de marketing digital que inició operaciones en 2012. Es una empresa 100% mexicana que mediante la tecnología se dedica a desarrollar nuevos productos, servicios, dispositivos, plataformas y diversos proyectos relacionados con la conceptualización de ideas por medio de campañas publicitarias.

Efecto Mescalina decidió ampliar sus servicios de gestión en la innovación y marketing para empresas, enfocándose en plataformas tecnológicas tales como: interfaces de proximidad, impresoras 3D, sensores biológicos, robótica, inteligencia artificial y *big data*, entre otros, con lo que apuesta fuertemente por el desarrollo de plataformas propias en el campo del marketing digital que afiancen las relaciones a largo plazo con sus clientes e incluso generen nuevos modelos de negocio.

Al inicio del proyecto se realizó un estudio de las plataformas de integración disponibles en la cartera de proyectos de investigación, desarrollo e innovación ya desarrollados por la empresa, lo que permitió tener un panorama más claro de lo que se necesitaba para lograr los alcances establecidos. Posteriormente se elaboró un plan de trabajo que estudiaba las posibilidades técnicas de aplicación de las plataformas tecnológicas seleccionadas en campañas de marketing. Como consecuencia, se diseñaron y desarrollaron tres prototipos beta, es decir, las herramientas y técnicas de marketing a emplear para elaborar un producto mínimo viable.

Los tres prototipos obtenidos de la implementación del sistema de interconexión habilitaron tres campañas publicitarias con una mayor interacción entre el usuario y las marcas (clientes de Mescalina). Finalmente, se determinó la viabilidad del prototipo resultante según las especificaciones y necesidades expresadas por los clientes potenciales.

Es importante mencionar que la vinculación fue clave en este proyecto, pues el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) contribuyó a la recopilación de las necesidades de los clientes, transformándolas en un esquema digital, y con ello realizó el diseño y arquitectura de las plataformas prototipo para su posterior validación.

Asimismo, el Instituto Tecnológico de Morelia desarrolló pruebas de los prototipos planteados para verificar la viabilidad del producto. También realizó la integración de la tecnología para cada campaña y corroboró su funcionamiento aplicado al campo del marketing digital mediante herramientas estadísticas.

A partir de lo anterior, se identificaron plataformas tecnológicas disponibles y futuras para la web 2.0, así como para el internet de las cosas en el campo del marketing digital. También se incrementó el acervo tecnológico de Efecto Mescalina, ya que se diseñaron e implementaron tres prototipos para aplicaciones en el campo de marketing digital.

Finalmente, se incrementó y fortaleció la oferta de servicios enfocados a la integración tecnológica, lo que permitió a Efecto Mescalina optimizar los tiempos de desarrollo de propuestas tecnológicas en 30 por ciento.

¹⁵⁷ **Proyecto 222952.** *Future crafts 2015: Sistema de interconexión entre la web 2.0 y el internet de las cosas, para aplicaciones de marketing digital.* Este caso está basado en la solicitud de apoyo al Programa de Estímulos a la Innovación.



Datos PEI Nayarit		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	119.11	30
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	95.58	24
Unidades económicas 2014	46,958	28
Total proyectos presentados	147	30
Total proyectos apoyados	49	28
Efectividad estatal	0.33	11
Calificaciones	85.39	15
Monto total invertido	290.94	32
Monto público invertido	169.62	32
Proporción privado / público	0.72	28
Proporción invertido en vinculación	0.30	14
Nivel de innovación promedio inicial	3.92	25
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.67	25
Avance en nivel de innovación	2.75	15

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Desarrollo de frijol procesado fortificado¹⁵⁸

En México, el frijol representa el segundo cultivo básico en importancia a nivel nacional y la principal fuente de proteínas en la dieta de amplios sectores de la población mexicana. En la actualidad, la dieta occidental presenta un muy bajo aporte de DHA, el cual promueve un adecuado desarrollo cerebral, agudeza visual y mejor rendimiento escolar. La fortificación de alimentos básicos que consume la mayoría de la población es la manera más eficaz de corregir las deficiencias de nutrientes esenciales, debido a su cobertura, biodisponibilidad y bajo costo.

En este contexto se ha identificado que en el mercado no existe la oferta de frijoles refritos adicionados con compuestos saludables como el DHA (ácido docosahexaenoico) y almacenados con un empaque de triple laminado.

De ahí que Agroindustrias San Blas, S.P.R. de R.L., decidió desarrollar una línea de producción a nivel planta piloto experimental de puré de frijol listo para su consumo fortificado con DHA, destinado a proveedores de alimentos.

El resultado del proyecto fue exitoso, logrando obtenerse un puré de frijol de origen natural fortificado para corregir las deficiencias de algunos nutrientes esenciales de la población, con características sensoriales aceptables, práctico en su transporte, manejo y conservación. La principal diferencia con los competidores es que este producto complementa la parte nutricional, aportando un ácido graso esencial en el desarrollo de infantes y de todo aquel individuo que lo consuma.

Agroindustrias San Blas es una empresa fundada en 2007, con la misión de producir, procesar y comercializar productos de frijol. Para el desarrollo de este proyecto unió esfuerzos con el Instituto Tecnológico de Tepic y la Universidad Autónoma de Nayarit, que cuentan con experiencia y conocimientos en la generación, procesamiento y conservación de nuevos productos de alimentos, en este caso, para desarrollar un producto fortificado de frijol.

Agroindustrias San Blas considera que el PEI otorga una importante contribución a los proyectos de innovación tecnológica incipientes al ser un acelerador en el desarrollo de negocios y ofrecer el beneficio que implica contar con las capacidades de centros de investigación o instituciones de

enseñanza superior. Actualmente, está abriendo canales de comercialización con empresas de autoservicio, las que mostraron gran interés debido al tipo de producto que se ofrece y que significa una diferenciación importante y ventajas respecto a sus competidores.

La empresa estima que sin el apoyo del PEI la generación del proyecto hubiera tomado aproximadamente 10 años. El siguiente paso en la innovación del frijol adicionado con DHA sería otro proyecto para completar la etapa industrial con la obtención de un empaque con mayor vida de anaquel.

2. Desarrollo de bebidas funcionales a base de fibra antioxidante de fuentes vegetales¹⁵⁹

La población mexicana se caracteriza por un consumo elevado de bebidas azucaradas y por ocupar lugares importantes en sobrepeso y obesidad a nivel mundial. Los objetivos nutricionales de consumo de al menos cinco porciones al día de frutas y vegetales distan mucho de ser alcanzados, situación que representa una oportunidad en la industria para desarrollar alimentos que inspiren al consumidor a realizar un cambio positivo a su dieta. Es aquí donde las bebidas se han utilizado para ofrecer altas concentraciones de ingredientes con propiedades funcionales; asimismo, en los últimos años han sido ampliamente reconocidas las propiedades saludables que la fibra dietética aporta al organismo, siendo un ingrediente muy utilizado en el desarrollo de alimentos funcionales.

En este contexto, Productos Naturales Alfa, S. de R.L. de C.V., propone el uso de tecnologías emergentes como las ondas ultrasónicas (ondas de sonido) que permiten conservar el alimento y/o bebida, y ofrecen además una mejor extracción y mayor estabilidad de compuestos bioactivos presentes en los ingredientes naturales utilizados.

Se cumplió con el objetivo de la investigación. Productos Naturales Alfa probó el uso de la ultrasonificación como método de conservación de bebidas y como potencializador de la biodisponibilidad de los micronutrientes, y desarrolló el proceso que permitió el escalamiento a nivel planta piloto del producto para así buscar su comercialización en el futuro. Para ese propósito, se adquirió equipo clave para el escalamiento a nivel piloto de los nuevos productos.

¹⁵⁸ **Proyecto 223194.** Desarrollo tecnológico de un producto innovador de frijol adicionado con DHA para zonas populares. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

¹⁵⁹ **Proyecto 230304.** Generación de un proceso con ultrasonificación para elaborar bebidas con fibra antioxidante. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

Así, las bebidas funcionales logradas utilizando la tecnología emergente presentan un beneficio importante para la salud, al incrementar la ingesta de fibra, y ofrece la posibilidad de disminuir el estrés oxidativo, el cual es un factor de riesgo de múltiples patologías.

Productos Naturales Alfa, empresa nayarita constituida en 2011, opera una línea de producción de suplementos sólidos, a base de mezcladoras de polvos en seco y dosificadoras para el envasado, etiquetado y empaclado de producto de manera manual. Su propósito es implementar procesos amigables con el medio ambiente, y en este proyecto buscó tener la primera bebida en el mercado tratada por la tecnología de ondas ultrasónicas que ha demostrado que puede incrementar el contenido de compuestos bioactivos en diversos sistemas.

Para cumplir con su cometido, la empresa se vinculó con el Instituto Tecnológico de Tepic (ITT) y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). El ITT desarrolló la formulación de las bebidas, los análisis químico proximales (niveles de grasas, proteínas, carbohidratos, entre otros), los análisis de fibra dietética, análisis sensoriales (medición de color, sabor y aroma de las bebidas), así como análisis de ultrasonidos (aplicación de ondas de sonido a las bebidas en diferentes niveles de potencia para medir la capacidad de antioxidantes y el nivel de vitaminas). Por su parte, el CIAD, experto en compuestos antioxidantes, participó en las evaluaciones de los diversos materiales, como la capacidad antioxidante de las materias primas para las bebidas y determinación de algunas vitaminas, así como en la asesoría de modificaciones a las formulaciones desarrolladas con el objetivo de favorecer una mayor concentración de compuestos bioactivos presentes en las mismas.

Productos Naturales Alfa refirió que se encuentra muy satisfecha de haber logrado esta innovación en el tiempo establecido por el PEI, ya que estiman que sin su apoyo les hubiera tomado de dos a tres años concretar la investigación. Considera que el programa es un excelente método para inducir a las empresas a generar vinculación con las instituciones educativas y centros de investigación y de esta manera desarrollar la cultura de la innovación.

Con la experiencia de este proyecto y la oportunidad de innovar en el uso de tecnologías emergentes para bebidas con aportaciones benéficas para los consumidores, Productos Naturales Alfa tiene contemplada una segunda etapa en la que se formulen bebidas y otros productos con nutrientes concentrados.

3. Mejoramiento genético de plantas de estevia¹⁶⁰

De la estevia se extrae un edulcorante natural sin calorías y con un índice glicémico igual a cero, siendo la materia prima de un edulcorante apto para todo consumidor y especialmente para diabéticos. Agrostevia, S.A.P.I. de C.V., es la organización mexicana con mayor extensión en el país para este cultivo y estaba enfrentando pérdida de productividad de los cultivos debido a desgaste de la planta.

Por ello, Agrostevia inició este proyecto, para alcanzar una mayor producción de plántulas de estevia mediante el mejoramiento genético. Se logró la innovación genética al aumentar la resistencia de la planta a patógenos, la capacidad de rebrote, la arquitectura de la planta, entre otros. Se concluyeron estudios de factibilidad técnica-económica para la estevia en México y ya se cuenta con un laboratorio de micropropagación de estevia y un macrotúnel experimental que se utilizó para la fase de pruebas en campo. Se avanzó en el dominio de la variedad de la planta, al producir cultivares de gran rendimiento de biomasa, con alto contenido de glicósidos de esteviol, con una arquitectura compatible con el proceso mecánico de la hoja y de una buena resistencia a enfermedades medioambientales.

Agrostevia se fundó en 2008 con el objetivo de cultivar y comercializar la variedad vegetal estevia e industrializar sus edulcorantes. Las hojas de la planta de estevia son aproximadamente 40 veces más dulce que el azúcar y el polvo endulzante que se obtiene es entre 200-300 veces más dulce y no genera adicción como el azúcar.

La empresa cuenta con programas de manejo del cultivo, pero existen deficiencias tecnológicas para lograr una buena producción, como la presencia de hongos que exterminan las plantas, para lo cual es necesario hacer replantes que ocasionan un encarecimiento en el cultivo y control de la floración, por ello la necesidad de innovar en la parte genética.

Para el desarrollo del proyecto, Agrostevia se articuló con el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), el cual tiene experiencia en desarrollo tecnológico en micropropagación de plantas.

En cuanto a la estrategia empresarial, Agrostevia buscará en el largo plazo también obtener los endulzantes de la hoja de estevia y destinarlos a la industria alimentaria. Actualmente, en México existe únicamente cultivo de estevia, pero no hay empresas procesadoras para generación

¹⁶⁰ Proyecto 222920. Innovación y desarrollo tecnológico en producción de estevia mediante micropropagación-producción de plantas mejoradas genéticamente. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

de valor agregado debido al costo de inversión. La estevia se consume artesanalmente o es comercializada a empresas extranjeras, las que después nos exportan sus productos finales para consumo, en sobrecitos, mediante distintas marcas comerciales.

4. Huevo recubierto que incrementa la calidad y vida en anaquel¹⁶¹

El huevo de gallina contiene una equilibrada proporción de proteínas, hidratos de carbono, grasa, mineral y vitaminas, además de ser fácilmente absorbible por el organismo. Sin embargo, su recubrimiento (cascarón) es demasiado frágil por lo que se requiere una estrategia tecnológica que sea capaz de preservarlo y mejorar la seguridad, calidad e inocuidad del mismo.

En este contexto, Agropecuaria el Avión, S. de P.R. de R.L., desarrolló un proceso de recubrimiento de la cáscara de huevo de gallina para aumentar la vida de anaquel, las propiedades mecánicas, mejorar el atractivo visual y la protección contra agentes externos, utilizando métodos científicos de evaluación físico-químicos, microbiológicos y sensoriales, con lo que se garantiza la obtención de un producto de óptima calidad, que cumple con las normas mexicanas establecidas de calidad e higiene y de acuerdo a las preferencias del consumidor de huevos sin presencia de imperfecciones, con superficie uniforme en la cáscara y de alto valor nutricional.

Agropecuaria el Avión es una empresa familiar con raíces tradicionales y una notable vocación de servicio al cliente, cuya actividad fue iniciada hace 26 años en la ciudad de Tepic, Nayarit, y que ha concentrado sus esfuerzos para adaptarse a los constantes cambios que se han producido en la industria. Cuenta con una amplia infraestructura productiva de sus diferentes procesos de producción como planta incubadora, planta procesadora de alimentos, granja de gallina ponedora, granjas de engorda de pollo, rastro municipal y bodega de huevo.

Para el logro de su objetivo, la empresa trabajó en conjunto con la Universidad Tecnológica de Nayarit, que participó brindando los conocimientos y tecnologías adecuadas en los análisis microbiológicos para contribuir en el aseguramiento de la calidad e inocuidad alimentaria.

La empresa va a manejar el plan de secreto industrial, con la finalidad de proteger datos muy específicos de las técnicas, material y tecnología que son esenciales para el desarrollo del nuevo producto y desarrollará un plan de mercadotecnia para obtener un buen posicionamiento del huevo recubierto, como el líder en precio y calidad en el mercado.

5. Aprovechamiento total del desecho de mango con la obtención de aceite de alta pureza¹⁶²

Existe una amplia producción de alimentos derivados de la industrialización del mango, como concentrados, purés, congelados y deshidratados, mismos que generan residuos o desechos. En Mexifrutas, S.A. de C.V., se generan volúmenes de hasta 15 mil toneladas de desechos de mango en cada una de sus plantas productivas en Nayarit y Chiapas, por lo que buscando diversas alternativas para su aprovechamiento, la empresa decidió desarrollar una tecnología que no existe en el mercado para obtener un valor agregado de la biomasa del mango.

En 2013, Mexifrutas desarrolló, con el apoyo de Conacyt, un proyecto donde se estudió el aprovechamiento de algunos desechos de mango (cáscara y pasta), confirmando su alto valor agregado y su factible incorporación en alimentos, por lo que posteriormente se pensó en el aprovechamiento total del desecho de concentrado y purés de la pulpa de mango, mediante la extracción del aceite del hueso de mango.

Como resultado de este proyecto se estableció una planta piloto para la extracción de aceite de mango, documentando el proceso y caracterizando el producto para generar un resultado estable y con valor agregado para su posible uso en la industria alimentaria y cosmética. De este proyecto también surgió una solicitud de registro de propiedad intelectual ante el IMPI.

Cabe destacar que con el aprovechamiento del hueso de mango disminuirá el impacto negativo hacia el medio ambiente y la empresa accederá a nuevos nichos de mercado dado que es la primera en obtener aceite de alta pureza, con aplicaciones en diferentes ramas. Se espera una obtención aproximada de 10 mil litros de aceite de hueso de mango.

¹⁶¹ **Proyecto 222259.** Desarrollo y evaluación de recubrimientos emulsionados para el incremento de calidad y vida de anaquel del huevo de gallina. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

¹⁶² **Proyecto 221038.** Desarrollo de producto innovador a partir del aprovechamiento del hueso de mango. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Mexifrutas es una empresa creada en 2002 con capital 100% nayarita, con la misión de elaborar con los productos del campo mexicano concentrados, pulpas de frutas y sus derivados con los más altos índices de calidad. Para el desarrollo del proyecto se vinculó con el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), conociendo que ambos han llevado a cabo estudios sobre el aprovechamiento del hueso de mango y ante la necesidad de darle valor agregado a los subproductos derivados del proceso de mango.

El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., participó con el asesoramiento técnico y acompañamiento para la puesta en marcha de una línea piloto de extracción de manteca de hueso de mango y la realización de un estudio exploratorio a nivel laboratorio para obtener aceite a partir de manteca de mango.

El CIAD realizó la caracterización antioxidante, lipídica y toxicológica del aceite obtenido, con el objetivo de tener un producto de alto valor agregado y con alto grado de pureza que permita su diferenciación en el mercado.

Ambos centros consideran que la diversidad de proyectos que demandan las empresas por medio del PEI, los llevan a desarrollar nuevos conocimientos y habilidades en procesos tecnológicos y biotecnológicos de alimentos. El apoyo del PEI es una manera de incentivar proyectos innovadores entre la academia y el sector empresarial.

En la empresa se está aplicando el conocimiento y tecnología desarrollada, mientras que el CIAD sigue trabajando en esta línea de investigación para todas las industrias procesadoras de mango de la región, como lo ha hecho desde hace más de 10 años.

D. REGIÓN CENTRO

La región Centro concentra la mayor cantidad de población y el mayor número de entidades (7). Alineado con estas características, es el área del país con más proyectos aprobados y más recursos recibidos de todo el programa: con un total de 1,990 proyectos y una inversión de 16,641 mdp en recursos públicos y privados.

Considerando tal inversión, la región Centro también presentó los mejores valores, en términos absolutos, en los indicadores considerados en este estudio.

La región Centro se caracteriza por una mezcla muy heterogénea de entidades, por ejemplo, incluye a la megalópolis formada por la Ciudad y el Estado de México, además de estados industriales como Querétaro y entidades con sectores comerciales importantes como Guerrero. Esta heterogeneidad se observa en los amplios apoyos a la industria de tecnologías de la información y en las buenas calificaciones en sectores como la cría y explotación de animales.

Los tres sectores¹⁶³ donde se realizaron las inversiones más vastas fueron:¹⁶⁴

- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos¹⁶⁵ (3,504 mdp, 463 proyectos).
- **325** Industria química (3,184 mdp, 390 proyectos).
- **336** Fabricación de equipo de transporte (1,626 mdp, 133 proyectos).

Los sectores mejor calificados fueron:¹⁶⁶

- **115** Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales (89.75, 23 proyectos).
- **112** Cría y explotación de animales (89.29, 19 proyectos).
- **335** Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica (89.1, 49 proyectos).

¹⁶³ Sin incluir aquellos proyectos que no tenían sector específico (ND en la base de datos).

¹⁶⁴ Incluye inversión pública y privada.

¹⁶⁵ Incluye tecnologías de la información, segundo subsector más apoyado por el PEI.

¹⁶⁶ Con al menos 10 proyectos evaluados.

D.1. Descripción de los casos de éxito



CIUDAD DE MÉXICO

Datos PEI Ciudad de México		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	2,974.07	1
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	336.68	2
Unidades económicas 2014	155,280	9
Total proyectos presentados	2,574	1
Total proyectos apoyados	549	2
Efectividad estatal	0.21	31
Calificaciones	86.41	12
Monto total invertido	4,816.70	3
Monto público invertido	2,009.79	3
Proporción privado / público	1.40	5
Proporción invertido en vinculación	0.21	27
Nivel de innovación promedio inicial	4.20	14
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.81	18
Avance en nivel de innovación	2.61	18

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. El reto de optimizar recursos en el proceso de la dispersión de pinturas¹⁶⁷

El dióxido de titanio (TiO₂) es un compuesto químico que se utiliza en la industria de cosméticos, alimentos, cerámicas y pinturas. Su alto costo y amplia gama de aplicaciones hacen necesario que las empresas busquen formas de optimizar su utilización al manufacturar productos dirigidos al cliente final.

Grupo COMEX es un gran consumidor de dióxido de titanio, el cual incluyen en la formulación de sus pinturas. Por lo anterior, y con ayuda de su Centro de Investigación en Polímeros (CIP), buscó eficientar la forma en que el TiO₂ es dispersado en las pinturas por medio de discos de corte implementados en su maquinaria. La función de este compuesto es proporcionar opacidad y durabilidad, a la vez ayuda a asegurar la larga duración de la pintura y la protección de la superficie pintada. El proyecto tuvo dos impactos: dejar de importar el disco de dispersión y disminuir el consumo de dióxido de titanio.

El CIP se constituyó como sociedad anónima en 1994 con la finalidad de convertirse en el centro de investigación y desarrollo de tecnología y procesos productivos de Grupo COMEX. Su misión es desarrollar y optimizar tecnologías competitivas de productos y procesos, que representen soluciones innovadoras y de alto impacto en el sector químico.

El proyecto requirió el desarrollo de una metodología para el diseño y la fabricación de discos dispersores de alto corte industriales. Para ello, fue preciso el uso de herramientas ópticas de última generación, desarrolladas en el CIP y la utilización de dinámica de fluidos computacional (CFD), con el objetivo de fortalecer su marco de calidad y reducir tiempos y costos en diferentes procesos. El proyecto implicó la fabricación de discos dispersores y la evaluación de su funcionamiento, de igual manera, el escalamiento del nivel laboratorio hasta el escenario industrial.

El proyecto contó con la participación de especialistas de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Azcapotzalco, quienes realizaron una capacitación en temas relacionados a la dispersión y optimización de pigmentos, en particular del TiO₂. Se llevó a cabo también una investigación mediante (CFD), a fin de estudiar el comportamiento del disco dispersor en un tanque cilíndrico.

EL Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ, A.C.), participó en la realización de los análisis dinámicos y estructurales de la propuesta del dispersor prototipo a nivel industrial, así como de la fabricación, pruebas y puesta en marcha para la validación del diseño seleccionado.

Los resultados de este proyecto han sido relevantes para cubrir las necesidades de PPG-COMEX, otorgando una ventaja con respecto a los competidores del ramo, ya que además se desarrollaron las siguientes metodologías:

- La medición del consumo de potencia de discos dispersores industriales comerciales utilizados para la dispersión del TiO₂.
- El desempeño hidrodinámico (mediante el uso de CFD) de discos dispersores industriales comerciales utilizados para la dispersión del TiO₂.

En términos económicos hay un resultado importante debido a la reducción de consumo de TiO₂ y de la sustitución del disco dispersor utilizado en las plantas de PPG-COMEX, que anteriormente se importaba con un costo aproximado de U.S. \$1,280,000.00, ~2% del consumo anual total de TiO₂.

“Optimizar la dispersión y la reducción de costos fueron los principales resultados de esta investigación”, menciona la Dra. Isabel Sáenz de Buruaga Yurramendi, Subdirectora de Nuevas Tecnologías del CIP, ya que se redujeron tiempos en la investigación y se vieron beneficiados becarios al ser parte de este proyecto. “El reto es utilizar la metodología desarrollada para optimizar otros procesos. En las próximas etapas se buscará nuevamente el apoyo de Conacyt”.

2. Diagnóstico genético en la nube¹⁶⁸

“Una gran cantidad de padecimientos tiene un fuerte contenido genético, por ejemplo, la esquizofrenia o el cáncer”, a decir de Ryosuke Watanabe, Director General de Winter Genomics. Por lo anterior, es fundamental en la nueva medicina de precisión, la identificación de variantes genéticas con impacto en la salud. Tan sólo en México, en 2012 fueron reportados 148 mil nuevos casos de cáncer, de los cuales

¹⁶⁷ **Proyecto 230331.** Diseño y fabricación de un nuevo disco dispersor de alto corte industrial utilizado para la dispersión del TiO₂. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.

¹⁶⁸ **Proyecto 230433.** Servicios bioinformáticos en la nube para la identificación de variantes genéticas, una aplicación para el diagnóstico molecular y la investigación genómica. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.

un porcentaje importante tiene un componente genético. He aquí la relevancia de involucrar a las ciencias genómicas en áreas de diagnóstico clínico. Por otra parte, los estudios de investigación genómica son una gran inversión para los gobiernos mundiales. Se estima que por cada dólar que el gobierno de los Estados Unidos invirtió en el proyecto del genoma humano, ha generado beneficios directos por 65 dólares.

El avance en las tecnologías de la información y comunicación ha permitido realizar procesamientos de cómputo para muchas actividades de la vida cotidiana por medio de dispositivos móviles. El proyecto de Winter Genomic llevó a estos dispositivos el análisis bioinformático del genoma humano, mediante una plataforma que podrá ser utilizada en dos modalidades: acceso en línea mediante la nube y aplicación móvil, ambas dirigidas a usuarios con diferentes niveles de conocimiento en bioinformática.

Winter Genomics nació hace ocho años, cuando inició el proceso de generación de equipos de secuenciación genética masiva. Es una división de Web Internet and Network Technologies for Enterprise Resources (WINTER), S.A. de C.V., compañía que tiene como objetivo ofrecer servicios bioinformáticos de alta especialidad, en particular para el análisis del gran volumen de datos de organismos y poblaciones generados con tecnologías NGS (*Next Generation Sequencing*).

Un estudio de genoma completo comúnmente produce cerca de 5 millones de variantes, por lo que el proyecto busca que instancias del ámbito académico, del sector salud y áreas de investigación, desarrollo e innovación públicas y privadas, puedan implementar análisis automatizados de búsqueda de variantes genéticas y su impacto funcional en la totalidad del genoma humano con datos de tecnologías de secuenciación de nueva generación (NGS) de forma remota y segura.

Para ello, Winter Genomics se vinculó con el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN), el cual fue clave para la construcción y consolidación de la plataforma, mediante la implementación de la metodología de búsqueda automatizada de análisis en diversos diagnósticos, con la ayuda de instituciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto Nacional de Pediatría (INP). La Universidad Anáhuac Mayab también colaboró activamente, con asesoría y apoyo para la transferencia de conocimiento en la evaluación del hardware óptimo para el desarrollo, así como para establecer la comunicación entre usuario y sistema informático.

Finalmente, Winter Genomics pretende continuar con la comercialización como siguiente paso del proyecto, para ello se detectaron dos nichos en que se centra el mercado de este proyecto: diagnóstico genómico e investigación clínica. El auge actual de los laboratorios genómicos representa un área de oportunidad para esta plataforma. Y el futuro es implementar el análisis en los retos del sector salud en la población mexicana.

3. Una mejor alternativa para el tratamiento de la diabetes Mellitus Tipo II¹⁶⁹

De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes, en el mundo hay 415 millones de adultos que padecen esta enfermedad. Para 2040 se prevé que esta cifra llegue a 642 millones, lo cual es un desafío enorme para los sistemas de salud, ya que implica un gran gasto económico y la reducción de la calidad de vida de las personas que viven con esta enfermedad.

Laboratorio Silanes, fundado en 1943, busca brindar soluciones integrales para la prevención, diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades. En 1959 lanzó su primer medicamento para el tratamiento de la diabetes y en la actualidad compite, mediante investigación y desarrollo de productos, directamente con empresas transnacionales como Novartis, Roche, entre otras, en áreas como diabetes, síndrome metabólico, vitaminas, mujer y dolor.

Con el fin de consolidar su posición, arrancó un proyecto para generar un nuevo medicamento basado en el desarrollo de la molécula DMMET, la cual ha demostrado tener mejores características bioquímicas y fisiológicas que otros fármacos, al disminuir los niveles de glucosa en la sangre, sin que se aumenten los efectos adversos. El fármaco se probó en animales de experimentación, en personas sanas y en pacientes con diabetes tipo 2, y se verificó que tiene un funcionamiento adecuado.

El proyecto implicó la evaluación del efecto y toxicidad de la molécula DMMET, la cual regula la señalización de insulina, así como el estudio de los efectos curativos en cultivos celulares humanos. Posteriormente se realizó el análisis estadístico del nuevo medicamento, se comparó el DMMET con el clorhidrato de metformina en pacientes latinoamericanos, para conocer su efectividad y sus efectos secundarios.

¹⁶⁹ **Proyecto 231635.** Validación del DMMET, molécula innovadora, como modulador de una nueva diana terapéutica para el tratamiento de la diabetes tipo 2. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.

Para desarrollar este proyecto, se realizó un trabajo colaborativo con el Instituto Nacional de Salud Pública, el cual revisó el protocolo de validación clínica, generó los documentos regulatorios para la aplicación de dicho protocolo y realizó la revisión clínica y de seguridad del DMMET, con el objetivo de gestionar las aprobaciones regulatorias para su autorización ante COFEPRIS.

Por su parte, la Universidad Autónoma de Nuevo León, por medio de su Departamento de Farmacología Clínica, llevó a cabo la gestión y el proceso de validación del perfil farmacológico de la molécula como nueva diana terapéutica en adultos mayores. Validaron también los procesos analíticos y la realización del control clínico, así como el control de la seguridad de los sujetos de investigación.

Finalmente, se obtuvo un nuevo medicamento, seguro y eficaz para la prevención y tratamiento de la diabetes tipo 2 y sus complicaciones, se evaluó la toxicidad de DMMET y se validó una nueva diana terapéutica para este padecimiento mediante la definición de dosis efectivas y seguras de la molécula con una aprobación clínica en pacientes de diagnóstico reciente.

México es uno de los países con mayor padecimiento de DM2 a nivel mundial, con una prevalencia de 9.4% entre la población mexicana mayor de 20 años. La comercialización de este nuevo tratamiento está planeada para 2019, primero a nivel nacional y, posteriormente, internacional.

4. Análisis big data aplicado a la tasación inmobiliaria¹⁷⁰

El alto crecimiento demográfico y la necesidad de vivienda en las grandes ciudades requieren del análisis de grandes volúmenes de datos para complementar la toma de decisiones en temas de construcción, tasación inmobiliaria y asentamiento urbano. Contar con sistemas que permitan realizar estimaciones estadísticas y den respuesta al diseño e implementación de soluciones tecnológicas en el ramo inmobiliario, es parte del objeto de Go4IT, empresa conformada por un grupo de consultores especializados en diversas áreas, tales como inteligencia artificial e incorporación de software —algoritmos adaptativos— en modelos de análisis para grandes cantidades de datos (*big data*).

El proyecto es una plataforma tecnológica que emite alertas potenciales sobre servicios orientados a la gestión, control y monitoreo en materia de avalúos inmobiliarios, aprobados y certificados por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) y el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSTE), entre otros.

La plataforma muestra de forma parametrizable recomendaciones y alertas en desviaciones de precios, donde la aplicación de algoritmos adaptativos es clave para generar modelos probabilísticos y retroalimentados del análisis de *big data*, que pueden ser visualizados en plataformas ubicuas como dispositivos inteligentes y portátiles.

Sus objetivos tecnológicos se enfocan en el análisis de la información de los diferentes avalúos generados por medio de la plataforma, con el fin de evitar riesgos en alteraciones de valor inmobiliario. La innovación del proyecto radica en el desarrollo de software, donde la implementación de algoritmos adaptativos permite: la construcción de modelos gráficos probabilísticos para representar las distribuciones con diversas variables y la realización de inferencias para valores inmobiliarios y generar comparaciones de valor para anticipar errores que resulten en potenciales riesgos crediticios.

Cabe destacar que la puesta en marcha de este proyecto parte de la vinculación con el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE). Un grupo de expertos de esta institución participó en el diseño de pruebas, desarrollo y documentación de aspectos relacionados con *Big Data* y modelos gráficos probabilistas para el algoritmo adaptativo, así como en la recomendación de mejores prácticas para el desarrollo de la versión móvil de la plataforma.

Sin la incorporación del proyecto al PEI, Go4IT hubiera tenido un retraso de 36 meses en la realización del proyecto. En palabras de un representante de la empresa: “Los principales resultados fueron la generación de empleos, ayudar al país en materia de competitividad y además el inicio de la solicitud de la patente”. El proyecto representa un gran potencial al ofrecer información en tiempo real, pronósticos y patrones de comportamiento que disminuyen los riesgos inherentes al mercado inmobiliario.

¹⁷⁰ Proyecto 233050. Desarrollo de un sistema ubicuo en algoritmo autoadaptativo, retroalimentado con las recomendaciones resultantes del análisis *big data* y emita valores de referencia de tasación inmobiliaria.

Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.

Actualmente, Go4IT se encuentra en proceso de comercialización mediante el pago de licencias y/o membresías por su plataforma tecnológica y busca expandirse a la región iberoamericana en el sector inmobiliario relacionado con la generación de avalúos, tasaciones electrónicas y timbrado digital, y con instituciones bancarias y financieras que ofrecen esquemas de autorización de créditos inmobiliarios.

5. Detección de aptitudes sobresalientes mediante el uso de ambientes virtuales de aprendizaje¹⁷¹

El aprendizaje se puede enriquecer mediante materiales digitales y metodologías pedagógicas innovadoras, por lo que los nuevos modelos educativos ven en la tecnología y la conectividad a internet pilares de desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, el abandono en el uso de entornos virtuales de aprendizaje es frecuente, pues si no se contempla un proceso adecuado de seguimiento y actualización que recompense de manera efectiva a los estudiantes, se pierde su interés para seguir ocupándolo y así tener acceso a más y mejor contenido educativo a fin de identificar aptitudes académicas sobresalientes en los alumnos. Esa problemática fue abordada por el Centro para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología del Valle de México mediante el desarrollo de la plataforma Natware.

Natware, desarrollada por esta empresa que “se ha enfocado desde sus inicios a la creación de herramientas tecnológicas en beneficio de la educación, que la modernicen y que permitan el desarrollo cognitivo de los alumnos”, es un espacio virtual *e-learning* compartido por docentes y alumnos. Su objetivo es evaluar técnicas pedagógicas diseñadas y personalizadas para cada estudiante, en función del uso de la plataforma. Para lo anterior se contó con la colaboración de expertos en pedagogía, psicología y desarrollo de software para abordar tanto la parte técnica como la de contenido.

A la plataforma se integraron estrategias para la detección de aptitudes sobresalientes y de motivación, mediante la incorporación de técnicas y recompensas para incentivar la adopción y continuidad de entornos virtuales educativos que complementen el crecimiento académico e intelectual de los estudiantes a nivel primaria, en los sectores público y privado.

Para cumplir con los objetivos del proyecto se requirieron de algunas investigaciones de parámetros que pudiesen afectar el aprendizaje, así como la investigación legal y de mercado, las cuales fueron realizadas por la Universidad Mayab. De la misma manera, la Universidad de Guadalajara aportó una serie de investigaciones de patrones motivacionales en el proceso enseñanza-aprendizaje. Por su parte, la Universidad Nacional Autónoma de México se encargó de los diseños conceptuales de variables, de métricas y objetos de aprendizaje del módulo de motivación, y la Universidad Tecnológica Metropolitana generó una serie de auditorías de cada fase del proyecto (planeación, investigación, diseño, construcción y pruebas), siendo responsable de la calidad de la innovación e investigaciones del sector educativo, correspondiente a normas o políticas vigentes y de las técnicas de motivación actuales para plataformas virtuales.

Entre los resultados destacan el desarrollo de técnicas de motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, adopción y recompensas, la caracterización de un mínimo de mil alumnos y lograr una plataforma escalable y adaptable que permite ampliar su uso en el mercado nacional en temas de comunicación educativa y gestión escolar.

En 2015, a fin de fomentar el uso de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA), el proyecto fue implementado en Aguascalientes (768 alumnos), Ciudad de México (916 alumnos) y Yucatán (1057 alumnos).

“El reto de este proyecto es la comercialización y la generación de alianzas con empresas que generen contenido para poder ofertarlo en la plataforma”, por lo que ya se define la estrategia de mercado y el modelo de negocio a nivel nacional.

¹⁷¹ **Proyecto 220436.** Diseño e implementación de estrategias para la detección de aptitudes sobresalientes y motivación. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.



ESTADO DE MÉXICO

Datos PEI Estado de México		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	1,478.59	2
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	86.37	28
Unidades económicas 2014	222,969	6
Total proyectos presentados	1,665	4
Total proyectos apoyados	427	3
Efectividad estatal	0.26	24
Calificaciones	88.73	2
Monto total invertido	4,288.63	4
Monto público invertido	1,893.69	4
Proporción privado / público	1.26	8
Proporción invertido en vinculación	0.20	29
Nivel de innovación promedio inicial	3.80	27
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.71	22
Avance en nivel de innovación	2.91	11

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Mejorar la calidad de frutales y hortalizas en postcosecha¹⁷²

Uno de los problemas a los que se enfrenta la agricultura mexicana es la incapacidad de abasto de productos para la población de nuestro país, dado que las frutas y hortalizas son altamente perecederos y los esfuerzos realizados para elevar la producción se pierden en las etapas posteriores a la cosecha.

Así, Esteripharma se enfocó en un proyecto para optimizar el manejo y evitar el desperdicio de los productos hortofrutícolas en la postcosecha por medio de un producto que reduzca la infección y la incidencia de enfermedades inducidas por hongos fitopatógenos y aumente la vida de anaquel de los productos. El producto resultante ha permitido reducir significativamente el volumen de frutas y hortalizas con daños en postcosecha.

Esteripharma, S.A. de C.V., se describe como una empresa comprometida con la innovación, tecnología, desarrollo e investigación de productos antisépticos y desinfectantes de alto nivel con pH neutro y de amplio espectro para la eliminación de bacterias y esporas. Esteripharma fue ganadora del Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2015 del Estado de México, en la categoría de Organización Industrial Mediana, precisamente en esta línea de trabajo.

El objetivo principal de este proyecto fue desarrollar un proceso tecnológico para validar y afinar el efecto germicida de la solución de superoxidación (SES) en frutas (papaya, mango, limón, fresa) y hortalizas (tomate y chile) en postcosecha con los objetivos mencionados anteriormente.

El proyecto fue conformado por tres etapas que dieron inicio en 2013. En la primera se generó una nueva tecnología y un nuevo germicida inocuo en el cultivo y postcosecha de jitomates; en la segunda, se amplió el estudio a los hongos más importantes que afectan las cosechas en México, aplicando la investigación en frutales y hortalizas de importancia económica. La tercera etapa del proyecto consistió en la aplicación de la SES con pH neutro en frutas y hortalizas de importancia económica en postcosecha en plantas piloto, para distintos estados en México, donde se recolectaron y aislaron los hongos fitopatógenos. Se monitoreó también la vida de anaquel de estos y se evaluó la eficacia de la SES para la eliminación de los hongos que más afectan los productos hortofrutícolas.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) contribuyó con la evaluación de la SES y los fungicidas para eliminar nueve hongos en cultivos de frutos y hortalizas de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Tabasco y Veracruz. Posterior, se comparó la efectividad biológica entre la SES y los fungicidas de acción sistémica y de contacto comúnmente usados para el control de diversos géneros de hongos fitopatógenos.

El Instituto Politécnico Nacional (IPN) realizó un aislamiento de hongos y evaluó las enfermedades causadas por cada uno de los hongos dentro de los cultivos. También realizó bioensayos para determinar la efectividad de los fungicidas y, a partir de esto, generó un análisis estadístico y de datos. Un representante de la empresa relata: "No podríamos haberlo logrado sin la ayuda de instituciones enfocadas en el mismo propósito".

Aunque este desarrollo todavía no se encuentra en etapa de generación de utilidades, los resultados de la investigación han generado beneficios concretos como:

- La creación de un nuevo proceso tecnológico y un producto para el control de enfermedades de postcosecha en frutas y hortalizas, replicable en condiciones de campo abierto o invernadero.
- La disminución de los riesgos microbiológicos en cuestiones de salud, promoviendo así una mayor confiabilidad al consumo de productos alimenticios.

2. Innovación para reducir afectaciones en cigüeñales¹⁷³

La industria automotriz tiene cada vez más injerencia económica en el país, es por ello que los factores de productividad y competitividad frente a otros mercados a nivel internacional son de vital importancia. Por tanto, en áreas como la manufactura la calidad se vuelve punto clave en el desarrollo y fortalecimiento de las empresas en el sector.

El proyecto de MACIMEX logró diseñar un proceso que le permitió, con apoyo del PEI, incrementar la producción y eficiencia de los cigüeñales, alargó la vida útil de las herramientas de corte y redujo el desgaste de la maquinaria, disminuyó así los esfuerzos residuales derivados del maquinado del cigüeñal para brindarle una mejor calidad superficial.

¹⁷² **Proyecto 220362.** Nuevo germicida que permite reducir antracnosis y pudriciones de frutales y hortalizas en postcosecha. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.

¹⁷³ **Proyecto 230240.** Diseño y desarrollo de un sistema de maquinado para reducir afectaciones en cigüeñales etapa 3 de 3. Este caso está basado en una entrevista realizada a representantes de la empresa y del centro de investigación.

Manufacturera de Cigüeñales de México, S.A. de C.V. (MACIMEX), es una empresa subsidiaria de Grupo Quimico para el suministro de cigüeñales a la industria automotriz en México. Nació en 1979 y desde entonces ha desarrollado actividades del sector manufacturero para grandes compañías como General Motors, Chrysler, Nissan, Mercedes Benz y Ford, entre otras. Además, se encuentra presente en el mercado marítimo y agrícola. MACIMEX cuenta con dos plantas caracterizadas por una capacidad instalada anual de más de dos millones de cigüeñales, que le permite atender a clientes en Sudamérica, Europa y Asia, mercados a los que exporta más del 50% de su producción.

La empresa participó desde 2010 con este proyecto. En esa primera etapa fue creado su Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Avanzado (i²DEAS); en las siguientes dos etapas logró desarrollar el proceso que le permitiera alcanzar los objetivos deseados. Para alcanzar estos resultados enfrentó el gran reto de integrar las diferentes áreas del conocimiento e ingeniería requeridas para analizar los datos y conformar un sistema multifuncional para el proceso de manufactura de cigüeñales.

Para llevar a cabo el proyecto, MACIMEX colaboró con distintas instituciones. El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) se enfocó en la constitución de los antecedentes del proyecto, necesidades técnicas para el desarrollo y las posibles soluciones. También se orientó al análisis dimensional y dinámico de cigüeñales V8 GM. Por su parte, el Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ) dirigió la instrumentación completa del sistema máquina-herramienta, la instalación del sistema para censar las vibraciones en tiempo real y arrojar un diagnóstico del estado de los instrumentales, así como las posibles mejoras. Asimismo, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Toluca, realizó los análisis de elementos finitos (MEF) y los diseños CAD de los sistemas de maquinado, generó hojas de procesos de los cigüeñales y capacitó a especialistas en el uso de software de ingeniería: diseño, manufactura y simulación asistida por computadora.

La integración de todos estos elementos permitió reducir las afectaciones superficiales y mecánicas ocasionadas por las vibraciones y estableció un mejor control del proceso de corte en la manufactura de los cigüeñales. También se desarrollaron programas de mantenimiento predictivo en zonas críticas del proceso que impactan en la mejora de la calidad del producto.

El proyecto ha beneficiado en múltiples aspectos a la empresa más allá de los puramente tecnológicos, como la generación de conocimiento y habilidades para el personal de MACIMEX. Además, desarrollaron procesos de vinculación académica, con el fin de fomentar el interés en estudiantes de licenciatura y posgrado.

La empresa tiene clara la prospectiva a seguir, pues en sus propias palabras: “Este proyecto nos presenta un potencial importante de optimización, mejoramiento y predicción en nuestros procesos de manufactura, lo cual además de reducir costos, nos permite entender y diseñar mejores procesos de manera que podamos agregar un mayor valor a nuestros clientes”.

3. Innovación en la aplicación de biotecnología para el sector agrícola¹⁷⁴

Por un lado, en el sector agrícola la producción y la comercialización de biorreguladores, bioestimulantes, biopesticidas, biocolorantes y fertilizantes es una demanda continua debido a su efectividad para elevar la productividad económica de los cultivos, a partir del enfoque sostenible con productos de bajo impacto ambiental; por el otro, existe una tendencia y una necesidad en el mercado de disponer de productos naturales para el sector agrícola y la biología sintética permite obtener diferentes compuestos naturales.

En este contexto y con el apoyo del PEI, Laboratorios Agroenzimas inició la preparación de diversos ingredientes activos para ser utilizados como base en las formulaciones piloto de sustancias que permitan intensificar el color o adelantar la madurez del corte del cultivo. Ya con estas bases se generaron dos nuevos productos, de los cuales obtuvo la notificación de la solicitud de registro oficial, se generó el diseño de formulación piloto de un nuevo producto para el mercado y se obtuvieron protocolos iniciales para la formulación de otros ingredientes activos que en esta etapa no contaron con los niveles óptimos para un proceso comercial.

Laboratorio Agroenzimas, S.A. de C.V., nació en 1990 con el objetivo de apoyar la competitividad del mercado agrícola. Primero se enfocó en las principales zonas de cultivo en México, en donde se buscó integrar materias primas e ingredientes activos obtenidos a partir de síntesis química, y desde el año 2000 generó filiales en Centro, Sudamérica y el Caribe.

¹⁷⁴ **Proyecto 232999.** Desarrollo de productos nuevos de biorreguladores, bioestimulantes, fertilizantes y antipatógenos para el sector agrícola y de productos nuevos para el sector colorantes. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.

Su modelo de negocios está basado en la investigación y desarrollo para el uso de biorreguladores, aplicados a la mejora de la producción, rendimiento y calidad de los cultivos frutales y de hortalizas de exportación.

Este proyecto siguió el objetivo de generar ingredientes activos con diversas propiedades (biorreguladoras, bioestimulantes, biopesticidas, biocolorantes) innovadoras y de efectividad consistente para los distintos cultivos frutales, hortalizas o granos. La aplicación de estos productos puede auxiliar a la planta para soportar ciertas condiciones adversas al crecimiento del cultivo o manipular algún evento en el crecimiento del mismo, como la maduración del fruto o la caída de la hoja.

Para arrancar este proyecto se llevó a cabo un análisis de mercado, factibilidad financiera y operativa para las propuestas de formulación de nuevos ingredientes. Asimismo, se establecieron las gestiones de convenios y se definieron los protocolos correspondientes para la obtención de ingredientes activos ya existentes, a fin de realizar pruebas piloto y evaluar en campo para dar certeza al desarrollo de los nuevos productos.

Posteriormente, se vinculó con instituciones como la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), la cual contribuyó en la optimización del rendimiento de los aminoácidos requeridos como inhibidores o catalizadores del proceso de cultivo, proponiendo nuevos catalizadores y modificando las condiciones de reacción a partir de metodologías de menor costo y de mayor efectividad para su generación. También participó el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), que colaboró en la síntesis química de ingredientes activos como biocolorantes y biorreguladores, para ellos seleccionó un "compuesto madurador" para integrarlo a los sistemas de producción de cultivos que requieren la hormona etileno y con ello regular la madurez, intensificar el color rojo en algunas frutas, o bien adelantar la madurez de corte en algunas frutas como la piña, entre otras.

Actualmente, Laboratorio Agroenzimas cuenta con una Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación apoyada por un grupo de investigadores especializados en la materia y vislumbra trabajar con una cartera de proyectos de innovación mediante la obtención de ingredientes activos vía microorganismos al sintetizar hormonas vegetales para actuar como biorreguladores y seguir creciendo en el mercado nacional e internacional.

4 · Una revolución de las nanotecnologías en la industria farmacéutica¹⁷⁵

El sector salud representa uno de los mayores gastos públicos para el país y una parte importante del presupuesto es destinada a la adquisición de productos intermedios (granel del medicamento final) o de productos terminados. Dentro de estos productos se encuentran aquellos basados en la nanotecnología, cuyo impacto se ha dicho es equiparable a la revolución industrial del siglo XVIII y a la introducción del internet a finales del XX.

La nanotecnología en el sector salud implica la manipulación de la materia a nivel molecular para la creación de nuevas medicinas y tratamientos médicos y muchas de las tecnologías de este tipo se importan de países desarrollados como EUA, Japón, Alemania, etc.

Emifarma, S.A. de C.V., dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de medicamentos que contribuyen a la salud y la calidad de vida del ser humano, además de proporcionar servicios especializados de apoyo a la industria farmacéutica nacional, llevó a cabo un proyecto para el diseño de nanocápsulas farmacéuticas que, basados en biopolímeros, logra la liberación sostenida del medicamento en un mes dentro del organismo para el tratamiento de enfermedades oncológicas gástricas con una distribución homogénea con el método de aspersión propio de la empresa. Adicionalmente, se logró un impacto en el precio de los medicamentos.

Los logros que ha tenido la empresa se deben a que ha incursionado en proyectos de innovación tecnológica apoyados por Conacyt, los cuales le han dado una visión a largo plazo. Actualmente su objetivo es desarrollar un *know-how* propio de la compañía con un sentido de aplicación en el mercado nacional y de exportación.

En este proyecto se desarrolló un proceso nanotecnológico farmacéutico específico, que cumpliera no sólo con los requerimientos a nivel nacional indicados en la NOM 059 SSA 2013, sino además con los estándares internacionales. Se requirió de un proceso para la síntesis de nanotecnología por el método de aspersión en un bioreactor (dispositivo o sistema para cultivar células o tejidos), en donde el objetivo principal fue una distribución de tamaño de partícula más uniforme que permita la liberación sostenida del activo durante un mes. Emifarma pretende ampliar la aplicación de esta tecnología en productos farmacéuticos de alta importancia farmacológica y comercial a nivel nacional e internacional.

¹⁷⁵ Proyecto 221934. IDT de biopolímeros nanotecnológicos y sistemas funcionales de liberación sostenida (1 mes) Este caso está basado en la solicitud de apoyo al Programa de Estímulos a la Innovación.

Para la generación de la tecnología, Emifarma se vinculó con el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER), el cual realizó y coordinó todas las pruebas necesarias tanto *in vivo* como *in vitro* para la evaluación de la liberación sostenida de un mes; elaboró metodologías estadísticas, analizó sus resultados y dio asesoría experimental en la ejecución de las actividades involucradas en el desarrollo tecnológico del proyecto. Al finalizar el proyecto se logró el diseño del proceso de manufactura de un bioreactor, el cual será patentado próximamente ante el Instituto Mexicano para la Protección Industrial (IMPI).

Actualmente, el proyecto de nanoencapsulación constituye la base de los trabajos de innovación tecnológica de la compañía durante los siguientes 10 años. Para su aplicación no sólo en principios activos de naturaleza peptídica, sino también con una visión de mediano plazo para la integración de principios activos recombinantes involucrados en medicamentos biotecnológicos.

5. Procedimiento de optimización en sistemas de aire acondicionado automotriz¹⁷⁶

El sector automotriz tiene el reto de ser cada vez más amigable con el medio ambiente y compite con tecnologías innovadoras en el área de transporte que buscan optimizar recursos y combustibles. En un mundo que actualmente vive una transición energética global, se vuelve relevante hacer uso de nuevas tecnológicas y metodologías para la optimización de combustibles en los diversos procesos integrados en la operación de vehículos automotores, como por ejemplo el aire acondicionado.

Ford Motor Company es una empresa multinacional estadounidense fundada en 1903. Las actividades clave de Ford México se basan en los diseños de componentes para sus vehículos, entre ellos, el desarrollo aplicado a tuberías de aire acondicionado. En la búsqueda de una mayor eficiencia en el funcionamiento del aire acondicionado, Ford México elaboró un procedimiento para la validación y optimización de intercambiadores de calor coaxiales (IHX), utilizando la dinámica de fluidos computacional (CDF), aplicada a sistemas de aire acondicionado automotriz para mejorar el rendimiento del sistema y reducir las emisiones del CO₂, que son causantes de los daños a la capa de ozono y el medio ambiente.

Cabe mencionar que este proyecto inició desde 2006, debido a requerimientos establecidos por organizaciones gubernamentales como la Agencia de Protección Ambiental (EPA), por lo que IHX se creó a partir de la necesidad de implementar una tecnología de esta índole a un vehículo.

Para la realización del proyecto se formó un vínculo estratégico con el Tecnológico de Monterrey (ITESM), Campus Estado de México, en donde sus especialistas capacitaron a ingenieros de Ford en relación al concepto de transferencia de calor, a fin de mejorar sus habilidades en torno al nuevo procedimiento. Además, el ITESM realizó un sistema de pruebas experimentales físicas, en donde se pudo observar el comportamiento del sistema con diferentes tipos de combustible y se obtuvieron resultados numéricos basados en la transferencia de calor.

Por su parte, Ford contó con ingenieros que ejecutaron el análisis computacional de la dinámica de fluidos para valorar las características, propiedades, viabilidad y rentabilidad del proyecto, así como el cumplimiento de estándares de calidad. De igual forma, se optimizó el desarrollo, costos de fabricación y reducción al máximo de las pruebas para la obtención del producto deseado.

Para la primera fase de este proyecto se generaron las bases del conocimiento mediante un sistema de medición que permite obtener parámetros cuantitativos sobre el comportamiento del fenómeno que sufre un intercambiador de calor (IHX) y posterior a ello se logró una correlación de un modelo virtual y uno experimental.

En la segunda etapa, se sometió a validación interna de Ford el procedimiento obtenido en la primera fase, donde se asentaron las bases del documento que se tomó como punto de partida para las futuras prácticas estandarizadas.

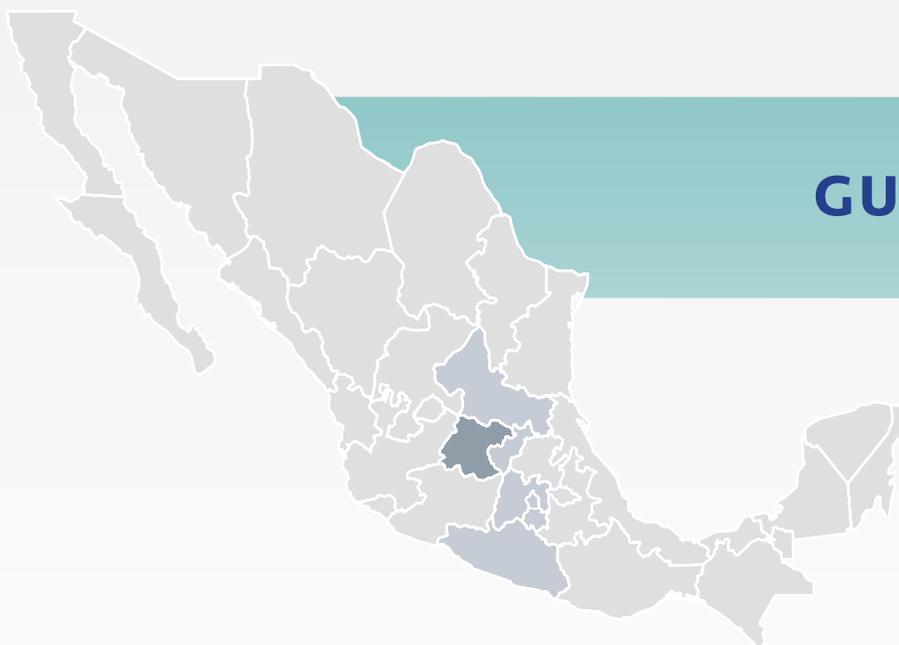
En la última fase se llegó a una metodología de optimización numérica para diseñar un IHX, aplicando los resultados en un vehículo de producción, lo que logró aumentar el confort de los automóviles y alcanzar niveles mejorados de ahorro de combustible, lo cual aporta al cuidado del medio ambiente.

El cliente principal de este procedimiento fue interno: el departamento AC Lines, de Ford, que incide en el área de diseño, donde se evaluaron los diseños propuestos de IHX. El cliente indirecto fue el consumidor, quien busca un vehículo que tenga un consumo de combustible eficiente, sin comprometer el confort ni el rendimiento.

¹⁷⁶ **Proyecto 222680.** Procedimiento para validación y optimización de intercambiadores de calor coaxiales, por medio de dinámica de fluidos computacionales aplicado a sistemas de aire acondicionado automotriz. Este caso está basado en la solicitud de apoyo al Programa de Estímulos a la Innovación.

Por ende, a partir de este proyecto es relevante resaltar como resultados: la generación de una herramienta virtual para diseñar intercambiadores de calor que se adaptan a la evolución de tecnologías verdes y a componentes dentro del ciclo de refrigeración. Asimismo, mediante la creación de

un procedimiento altamente efectivo, se desarrolló conocimiento que ayudó en la validación de los IHX empleados en el aire acondicionado. Además, se formaron investigadores con grado de maestría y doctorado con conocimientos suficientes para la implementación de la tecnología.



GUANAJUATO

Datos PEI Guanajuato		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	691.61	6
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	117.94	18
Unidades económicas 2014	135,564	10
Total proyectos presentados	1,227	5
Total proyectos apoyados	328	5
Efectividad estatal	0.27	19
Calificaciones	85.20	17
Monto total invertido	2,509.62	6
Monto público invertido	1,059.66	8
Proporción privado / público	1.37	7
Proporción invertido en vinculación	0.21	28
Nivel de innovación promedio inicial	4.26	13
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.12	8
Avance en nivel de innovación	2.86	12

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Calzado de seguridad con propiedad iridiscente¹⁷⁷

IncurSIONAR en nuevos mercados requiere de la innovación, con el fin de dar un diferenciador a los clientes potenciales. Es ahí donde la adopción de nuevas ideas y la creatividad se vuelen factores de implementación claves para que las empresas puedan encontrar nuevos horizontes comerciales, particularmente en industrias tradicionales como la del calzado.

Derivado de lo anterior, Calzado Blasito realizó un proyecto de diseño y desarrollo de un nuevo proceso productivo para la generación de un zapato de seguridad, a partir de piel retro reflectante que pueda ser visible de día, de noche y en cualquier otra situación de baja iluminación. Este calzado alcanza una visibilidad de 360° y con la posibilidad de ser visto hasta a 160 metros de distancia. A la fecha es posible encontrar calzado con reflejantes, pero en general necesitan una fuente de luz para que puedan funcionar.

Calzado Blasito, S.A. de C.V., es una empresa enfocada a la elaboración de calzado deportivo, casual, urbano y formal, principalmente para niños. Se distingue por su manufactura, su uso de alta tecnología y por su interés por generar productos innovadores, basados en la investigación y desarrollo en el sector. Actualmente, es considerada una de las principales productoras de calzado infantil en México, pues su capacidad de producción es de 100 mil pares mensuales.

En los últimos cinco años, esta empresa ha tenido el objetivo de consolidar una estructura operativa que le permita desarrollar métodos tecnológicos para mejorar sus operaciones de producción y poder ofrecer al mercado un zapato con características tecnológicas superiores.

Calzado Blasito, en vinculación con el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) de León, elaboraron las fórmulas y el proceso para el desarrollo de un nuevo material de piel con propiedades reflejantes y brillantes, así como desarrollaron la planta piloto para la producción de dicho producto. Adicionalmente, el CIATEC brindó los parámetros necesarios para lograr la reutilización de curtientes, con lo cual es posible disminuir el costo de producción y el impacto ambiental. La colaboración entre Calzado Blasito y CIATEC está muy arraigada y se basa en la participación en el PEI, al que aplican año tras año para soportar sus actividades de innovación. Por su parte, Blasito

fue la encargada de la adquisición de los materiales para las pruebas necesarias, la formación de la planta piloto, los servicios especializados y el desarrollo de prototipos. Con esto, se trató de asegurar la distribución del trabajo y responsabilidades de manera equilibrada, a fin de obtener los resultados deseados.

El proyecto se impulsó con base en una tecnología que es de alto grado de especialización en el sector calzado del país. Se transfirieron también conocimientos técnicos al personal, mediante la capacitación, por parte de CIATEC, en aplicaciones de cálculos y evaluación de insumos para la producción.

En síntesis, los resultados obtenidos a partir de la realización de este proyecto son:

- Desarrollo de los procesos y fórmulas para la obtención de los cueros con propiedad reflectante.
- Desarrollo de nuevo proceso productivo para elaboración de este calzado.
- Elaboración de prototipos de cuero con propiedad autorreflectante.
- Elaboración de prototipos de calzado de seguridad utilizando el cuero desarrollado y evaluado.

Hoy en día, Calzado Blasito ha logrado comercializar cada uno de sus proyectos elaborados, planeados con base en las necesidades detectadas al interior de la empresa y en el mercado.

2. No modificación genómica para una agricultura sostenible¹⁷⁸

Aplicar fertilizantes —naturales o artificiales— a un cultivo alimenticio es parte de los procesos agrícolas desde hace miles de años. Una de las limitaciones es que al aplicarlos son aprovechados por los cultivos alimenticios y por plantas nocivas, como la maleza, fomentando el crecimiento de ambos. StelaGenomics desarrolla una tecnología, sin modificar el genoma, que permite la generación de plantas capaces de metabolizar el fosfito como fuente de nutrientes y dejará a la maleza sin esta capacidad. Como resultado, el cultivo alimenticio crecerá y la maleza no podrá hacerlo, limitando su crecimiento.

¹⁷⁷ **Proyecto 222711.** Desarrollo de calzado de seguridad con propiedad iridiscente y fulgurante con efecto diurno y nocturno. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante del centro de investigación.

¹⁷⁸ **Proyecto 231004.** Desarrollo de una plataforma tecnológica para el modelado metabólico de plantas sin modificación de su genoma. Este caso está basado en una entrevista a un representante de la empresa.

StelaGenomics México, S. de R.L. de C.V., fundada por investigadores mexicanos, es la empresa encargada del desarrollo y despliegue de esta nueva tecnología que además del efecto ya mencionado, mejorará el uso de los recursos como el agua, los fertilizantes y el suelo mediante la implementación de este sistema de nutrición. La tecnología ya se aplica en áreas como la generación de plantas no transgénicas, biocombustibles y el uso de microalgas como biorreactores, además de haber logrado ya patentes en cuatro países—México, España, China y Nueva Zelanda— y tener otras 30 pendientes del registro.

El proyecto nació debido a que en cerca de 67% de los suelos cultivados la disponibilidad del ortofosfato para el crecimiento de la planta es limitada, ya que su alta reactividad con componentes del suelo y su conversión del mismo a formas orgánicas no pueden ser asimiladas por las plantas. Durante la fertilización, sólo 20% del ortofosfato aplicado es utilizado por las plantas; esta situación se agrava debido a la presencia de malezas que compiten con los cultivos por los recursos del suelo y que han desarrollado resistencia a herbicidas.

Para dar solución a la anterior problemática, StelaGenomics desarrolló un proyecto para generar una plataforma tecnológica para el modelado metabólico de plantas sin modificación de su genoma, la cual tiene el potencial para dar lugar a una nueva generación de plantas capaces de metabolizar fosfito como fuente de fósforo.

La plataforma tecnológica está basada en la capacidad de *Trichoderma*, un hongo benéfico que interactúa con las raíces de las plantas y que es ampliamente utilizado en la agricultura como biofertilizante y agente de control biológico, de secretar una gran cantidad de proteínas.

Ante ello, se generaron y emplearon cepas genéticamente modificadas de *Trichoderma* que metabolizan fosfito y tienen la capacidad de transferir a la planta la enzima fosfito oxidoreductasa activa, que confiere la capacidad de metabolizar fosfito. Esto evita la necesidad de modificar el genoma de la planta de interés.

Inicialmente, este proyecto estaba enfocado a cultivos de invernadero, con la finalidad de manejar el hongo transgénico en condiciones confinadas. Sin embargo, después se evaluó la estrategia para el uso comercial en campo, sin los riesgos inherentes del manejo de un microorganismo genéticamente modificado.

Para llevar a cabo el proyecto fue esencial la vinculación entre StelaGenomics y el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO), del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) de Irapuato, desde donde se ejecutó el proyecto de secuenciación genómica de las especies vegetales y microbianas más relevantes para el país.

LANGEBIO realizó la selección de cepas de diferentes especies de *Trichoderma* que interactuaron con las raíces de plantas, para su posterior transformación genética. Brindó también asesoría en diseño, síntesis y subclonación de construcciones en vectores idóneos para transformar genéticamente las cepas de *Trichoderma*.

Derivado del proceso de desarrollo se logró la generación de cepas de *Trichoderma* que transfieren la proteína funcional de la fosfito oxidoreductasa al cultivo de interés. De esta manera, el hongo confiere al cultivo la capacidad de asimilar el fosfito como nutriente, lo cual permitió utilizar el fosfito como fertilizante.

La empresa tiene todavía una ruta de dos o tres años más para hacer que esta plataforma tecnológica genere los retornos financieros esperados, sin embargo, con una nueva ronda de inversión privada está en camino de hacerlo.

3. Nanotecnología aplicada para detección y tratamiento de células cancerosas¹⁷⁹

Actualmente, la nanomedicina es ya una realidad que está produciendo avances en el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades. La sinergia entre medicina y nanotecnología se está convirtiendo en una herramienta imprescindible en contra del cáncer. Sin embargo, aún hay mucho por hacer, ya que sólo 16.1% del mercado de las nanopartículas es utilizado en aplicaciones biomédicas y farmacéuticas de acuerdo al análisis de factibilidad realizado por la empresa.

Lotto Bio-Nano-Laboratories creó un proyecto enfocado en el diseño y caracterización de nanopartículas de oro para localizar las células cancerosas y que a partir de ello se permita un tratamiento utilizando terapia con radionúclidos (radiación). Para ello se realizaron dos actividades:

¹⁷⁹ **Proyecto 233113.** Funcionalización de nanopartículas de oro y magnéticas para detección y tratamiento de células cancerosas. Segunda Etapa. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante del centro de investigación.

1. La funcionalización de nanopartículas de oro y magnéticas para el desarrollo de dos nano-bioconjugados que tengan la capacidad de detectar células específicas.
2. La evaluación de la eficiencia de los nano-bioconjugados por diferentes metodologías: la farmacocinética, que estudia los procesos a los que un fármaco es sometido a través de su paso por el organismo, y la biodistribución del mismo.

Lotto Bio-Nano-Laboratories es una empresa de base tecnológica que surge ante la oportunidad y visión del uso de conocimientos científicos y del aprovechamiento de capacidades técnicas en las áreas de la nanobiotecnología y nanotecnología para incursionar en el mercado con nuevas propuestas de productos y servicios en el área médica.

Para ello, se ha ido consolidando a nivel nacional en la síntesis de nanopartículas metálicas y de óxidos. También ha trabajado en las metodologías de síntesis biológicas de bajo costo, eficientes y con altos rendimientos.

El proyecto fue planteado para desarrollarse en tres años divididos en tres etapas. En esta segunda etapa se dio continuidad al proyecto, planteando la funcionalización de nanopartículas de oro (AuNps) y nanopartículas magnéticas (IONps), buscando generar valor agregado al producto mediante mercados más específicos, así como aumentar ventas, buscar aplicaciones y desarrollar colaboraciones internacionales.

Se realizó la funcionalización de las AuNps para formar nano-bioconjugados, con el objetivo de utilizarlas para tratamiento selectivo de células cancerosas, aprovechando los resultados de la primera etapa, en donde se funcionalizaron exitosamente AuNps para la detección selectiva de células cancerosa.

Para llevar a cabo lo anterior, este proyecto contó con el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), el cual colaboró en el estudio para la aplicación de las nanopartículas magnéticas, produjo los anticuerpos poli y monoclonales y desarrolló la técnica para acoplar los anticuerpos a las nanopartículas y así formar el nano-bioconjugado magnético, con el que se busca la propiedad de unirse específicamente a las células tumorales que sobre-expresan la proteína HER2+ en el organismo, las cuales se encuentran presentes en la superficie de células de cáncer de mama. La tecnología empleada en el proyecto

es funcional para otras aplicaciones como el tratamiento de la leucemia. Para la tercera etapa del proyecto, se pretenden integrar prospectos viables de tecnología y de mercados que puedan atraer inversionistas e incursionar en actividades económicas más complejas.

Lotto-Labs también se vinculó con el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IF-UNAM) y el Instituto Nacional de Cancerología (INCAN). Llevan cuatro años trabajando en proyectos para la aplicación de la nanotecnología en biomedicina, específicamente en cáncer. El IF-INCAN desarrolló el radio marcador de las nanopartículas de oro para su posterior estudio. De igual manera, realizó los estudios preclínicos y clínicos, lo que permitió contar con los protocolos establecidos por la institución para llevar a buen término el proyecto.

A partir del desarrollo de este proyecto se incrementó la gama de nanopartículas disponibles para comercialización, se desarrolló una metodología de ingeniería en producto para funcionalizar nanopartículas, la cual dará información al sistema de salud, referente a la detección oportuna de un proceso metastásico inicial o incipiente.

4 . De la forja de cigüeñales a la innovación tecnológica en México¹⁸⁰

“Hasta hace tres años logramos consolidar un nuevo negocio que no tiene que ver con estampado de partes, sino con forja en caliente de cigüeñales para motores. Este nuevo negocio trajo consigo nuevos retos, sobre todo de asimilación e incorporación tecnológica relacionado a metodologías de diseño y resolución de problemáticas”: esta es la historia de la expansión de PEMSA.

Pintura Estampado y Montaje, S.A.P.I. de C.V. (PEMSA), es una empresa parte del grupo CIE Automotriz, la cual desde 1982 ha suministrado partes a la industria automotriz, principalmente los componentes y subensambles de componentes estampados, así como pintado de componentes plásticos y metálicos. A partir de esto, la empresa decidió realizar importantes inversiones para implementar la forja en caliente con una nueva aleación de acero para la forja de cigüeñales, validarla en términos de calidad y desempeño mecánico para motores a gasolina de alto rendimiento y suministrarla a General Motors.

¹⁸⁰ **Proyecto 231116.** Forja moderna de cigüeñales con aceros especiales para motores de alto rendimiento. Etapa II. Este caso está basado en una entrevista realizada a representantes de la empresa y de cada centro de investigación.

El proyecto se desarrolló a partir de una metodología para el diseño de procesos de forja en caliente no disponible en México. De igual manera, busca la ofrecer productos forjados mejorados mediante el uso de aceros especiales tipo AFP-S, que presenten una ventaja competitiva para la empresa en el mercado automotriz.

El objetivo del proyecto fue determinar las mejoras en condiciones de calidad y de desempeño funcional de cigüeñales forjados con acero 38MnV11+Ca, así como evaluar las implicaciones técnicas de su proceso de producción. Para ello, PEMSA utilizó su Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT), donde se realizan actividades de investigación, innovación y resolución de diversas problemáticas tecnológicas relacionadas con potenciales nichos de negocio.

El cigüeñal tiene que ser forjado en caliente para mantener propiedades específicas de dureza, por lo que primeramente se tuvo que diseñar un plastómetro, un equipo innovador en México, el cual permite conocer las curvas de flujo y coeficientes de fricción a elevadas temperaturas del acero, de entre 900°C y 1,300°C. Esto permitió caracterizar el material para tener resultados apropiados de simulación y entender las implicaciones en el uso de nuevos materiales para la aleación, respecto a modos de falla en el proceso y estimar también la vida operativa de los herramientas que lo forjan.

Posteriormente, se evaluó la nueva aleación de acero en el proceso forja mediante simulación virtual en busca de fallas, como la formación de pliegues o falta de llenado en molde de fundición y en el desgaste que puede sufrir el herramienta de maquinado con este nuevo material.

Durante la ejecución del proyecto, PEMSA se vinculó con la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), la cual diseñó y caracterizó el acero con materiales adicionales como titanio, tierras raras y calcio, para la forja de cigüeñales, en su laboratorio de fundición de aceros y de maquinado. La UAEH también realizó el análisis de estos materiales y sus pruebas mecánicas de acuerdo a los estándares definidos por PEMSA.

Asimismo, la División de Ingeniería de la Universidad de Guanajuato (DICIS-UG) del Campus Irapuato-Salamanca realizó una validación estadística de los resultados preliminares del proyecto y fue responsable del diseño, fabricación y validación funcional del plastómetro, equipo que tiene en proceso un registro de patente.

A partir de este proyecto, la UAEH piensa participar nuevamente en la más reciente convocatoria PEI, de la mano con PEMSA, para la fabricación de herramientas de los cigüeñales, tomar aceros comerciales y realizar un agregado de oro y de titanio, área donde no se ha incursionado.

5. Detección y diagnóstico oportuno, binomio VPH-CACU¹⁸¹

En México, la segunda causa de mortalidad general en mujeres en edad reproductiva es el cáncer cervicouterino (CACU), el cual está relacionado entre 80 y 90% con la presencia del virus del papiloma humano (VPH). La primera entidad es totalmente prevenible si la segunda se detecta a tiempo, sin embargo, en nuestro país existen diversas determinantes sociales que fungen como barreras para la detección precoz y el diagnóstico oportuno de ambas enfermedades. De ahí la importancia de brindar alternativas tecnológicas con un mínimo de invasión a la privacidad, que funcionen como incentivos para la búsqueda de diagnósticos certeros y tratamientos eficaces.

Para dar solución a esta problemática, Genes2Life generó un proyecto basado en el desarrollo y escalamiento de la producción de un dispositivo portátil y efectivo para la detección temprana de la infección por VPH y CACU, que incluya tecnología de aptámeros (ácidos nucleicos de cadena sencilla) de alta sensibilidad, para su introducción en el mercado.

Genes2Life, S.A.P.I. de C.V., pretende convertirse en el principal proveedor de sistemas de diagnósticos portátiles y de bajo costo en México y América Latina. La empresa, constituida en 2001, ha desarrollado diversos proyectos de innovación para el sector privado entre los que se encuentran:

- Desarrollo de marcadores genéticos específicos para la trazabilidad por huella génica, de productos cárnicos y su seguimiento hasta la cadena de producción.
- Desarrollo de un kit de diagnóstico para la identificación de tuberculosis y brucelosis bovina.

El proyecto PEI en cuestión surgió como una siguiente fase de uno anterior, el cual fue reconocido por el PEI en 2015, con el que se logró desarrollar una prueba portátil, de bajo costo y de alta tecnología para la detección de la infección por el VPH. Para esta segunda etapa se propuso que el

¹⁸¹ **Proyecto 233617.** Optimización y escalamiento de paquete tecnológico consistente en un dispositivo portátil de bajo costo para la detección temprana de cáncer cervicouterino e infección por virus del papiloma humano. Este caso está basado en la solicitud de apoyo al Programa de Estímulos a la Innovación.

proyecto fuera encaminado a optimizar y aumentar el alcance del prototipo desarrollado, añadiéndole la capacidad de detectar, además de la infección por VPH, la presencia de CACU mediante una prueba rápida, portátil, sensible y también de bajo costo.

Este nuevo sistema se fundamenta en biosensores basados en aptámeros sintéticos, acoplados a un fluoróforo y un fluorescente que presentan emisión de color al ser irradiados por un dispositivo LED. Cuando los aptámeros estén en presencia de partículas virales de VPH de alto riesgo y/o la proteína E7 (considerada un marcador de CACU), esta tecnología permitirá saber a las usuarias sobre la presencia de VPH y/o CACU en cuestión de minutos, mediante una muestra ya sea autoobtenida por el paciente, o bien revisada por un ginecólogo.

Para llevar a cabo este segundo proceso se conjuntaron Gene2Life y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) de la Unidad Irapuato, lo cual permitió aprovechar sus capacidades técnicas en el laboratorio de escalamiento de procesos, a fin de determinar los protocolos necesarios para obtener, en alto volumen, los componentes reactivos del dispositivo, además de realizarse las pruebas de validación en laboratorio.

Mediante el trabajo colaborativo, los resultados obtenidos de este proyecto son:

- La obtención de un prototipo en fase pre comercial avanzada para la detección portátil y personalizada de la infección por VPH y CACU, utilizando aptámeros y un dispositivo portátil LED.
- El escalamiento de procesos de planta piloto para la producción de aptámeros, nanoesferas, fluoróforos, buffers y fluorescentes del sistema, así como la generación de un manual de usuario sobre la metodología a seguir para el diagnóstico de VPH utilizando el producto.
- También se elaboró un manual de calidad y buenas prácticas de manufactura, para que, en una tercera etapa, se obtenga el registro sanitario por parte de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.

La empresa tiene clara su prospectiva: seguir con la generación de investigación, desarrollo y manufactura de equipos para diagnóstico genético en áreas potenciales como: agricultura, salud humana, veterinaria, entre otros.



GUERRERO

Datos PEI Guerrero		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	238.47	24
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	66.46	30
Unidades económicas 2014	98,567	13
Total proyectos presentados	104	31
Total proyectos apoyados	32	32
Efectividad estatal	0.31	13
Calificaciones	85.38	16
Monto total invertido	396.04	27
Monto público invertido	213.32	27
Proporción privado / público	0.86	20
Proporción invertido en vinculación	0.26	20
Nivel de innovación promedio inicial	4.54	7
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.62	27
Avance en nivel de innovación	2.08	30

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Tecnología de micro propagación de un híbrido de la palma de coco¹⁸²

El estado de Guerrero es el principal productor de palma de coco (*cocos nucifera L.*) del país, con ejemplares muy adaptados a las condiciones climáticas y edafológicas. Éste es un cultivo muy importante en las regiones tropicales costeras, ya que su explotación permite su integración en cadenas productivas de la industria alimenticia, farmacéutica, de la construcción, de detergentes y jabones, de aceites y combustibles, entre otras.

El problema actual que enfrenta el estado de Guerrero es que sus plantaciones de palma de coco están desapareciendo debido a su vejez y a la presencia de enfermedades como el amarillamiento letal, por lo que es urgente diseñar nuevas estrategias que permitan su producción masiva en México, con características que le permitan su resistencia a las enfermedades y una adecuada productividad de subproductos útiles para la industria.

En este contexto, Grupo Comercial Navarrete y Asociados, en colaboración con el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), planteó en 2014 un plan estratégico que busca identificar las condiciones ideales de micro propagación de un híbrido de Alto del Pacífico con Enano Malayo que permitan generar un millón de plantas de coco por año.

El objetivo específico del proyecto fue establecer un protocolo óptimo y rentable para la micropropagación por embriogénesis somática de un híbrido de la palma de coco, resistente a enfermedades letales y con alto rendimiento productivo que sea la base tecnológica para el diseño y establecimiento de un laboratorio de producción de tejidos vegetales en el estado de Guerrero.

El proyecto permitió crear una oportunidad de desarrollo para 3 mil productores y la reforestación de 8,000 hectáreas con un millón de palmeras.

Asimismo, con los recursos otorgados por el PEI se logró establecer la vinculación con la Facultad de Química de la UNAM y un grupo de investigadores con amplia experiencia en tecnologías de micropropagación. La vinculación de la empresa con los centros de investigación ha permitido

el desarrollo del proyecto mediante la elaboración de protocolos de embriogénesis somática de palma de coco y el diseño de un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales en Guerrero.

El proyecto tiene como uno de sus objetivos consolidar a la empresa como proveedora de ejemplares de palma de coco para productores nacionales. Anteriormente, el grupo comercializaba ejemplares generados con métodos tradicionales de siembra, con lo que no se lograba cubrir las necesidades del mercado. Con la implementación del proyecto se generará un incremento en la producción y las ventas lo que también permitirá a la empresa explorar otros mercados diferentes a los de la palma de coco.

2. Aprovechar los vehículos aéreos no tripulados para asistir a los productores agrícolas¹⁸³

La finalidad del proyecto es proveer de información relevante y confiable a productores agrícolas con la cual se puedan tomar mejores decisiones en cuanto a la aplicación de acciones correctivas y/o preventivas. Esta información se capturará por medio de un vehículo aéreo no tripulado con rutas programadas que contará con diferentes tipos de sensores abordo para la captura de datos e imágenes.

La generación del sistema para agricultura de precisión y del asistente técnico inteligente impactará en el rendimiento de la utilización de insumos dentro de los procesos agrícolas, el margen de utilidades, la producción, así como en el desarrollo de una agroindustria más competitiva.

El proyecto desarrolla un modelo de negocio con una propuesta de valor altamente diferenciada para los clientes, la formación de recursos humanos especializados, el establecimiento de una red de apoyo con universidades y centros de investigación, así como la generación y apropiación de propiedad intelectual como barrera de entrada a la competencia desleal.

El Centro de Desarrollo Electrónico de Guerrero, S.A. de C.V. (CTEG), es una empresa que cuenta con más de seis años de experiencia en el diseño, fabricación y mantenimiento de vehículos aéreos no tripulados para uso recreativo y para fotografía aérea, sistemas de estabilización de cámaras

¹⁸² **Proyecto 212865.** Renovación de plantaciones de coco en Guerrero, mediante el uso del cultivo de tejidos vegetales, una herramienta biotecnológica. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

¹⁸³ **Proyecto 231041.** Desarrollo de tecnología en vehículos aéreos no tripulados para asistencia inteligente en agricultura de precisión. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

para captura de imágenes y sistemas inerciales para estimación de posición.

La vinculación del CTEG con la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) estableció un ecosistema de innovación en este campo tecnológico. El CTEG fue responsable de las áreas de pruebas, óptica y procesamiento de imágenes. Por su parte, el Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco se encargará de la protección de la propiedad intelectual desarrollada en el proyecto y la Universidad de Chapingo tendrá dos principales áreas de desarrollo dentro de su grupo.

El producto se irá robusteciendo al añadirle una funcionalidad superior que permita tener una solución efectiva más completa para ofrecer a un mayor número de participantes en el sector de la agricultura en el país. La creciente demanda de tecnología avanzada para el análisis de los cultivos agrícolas coadyuvará al crecimiento de los ingresos y dará un resultado inmediato comparado con el uso de las tradicionales tecnologías.

3. Generar energía eléctrica renovable aprovechando las condiciones naturales¹⁸⁴

El estado de Guerrero cuenta con un gran recurso hidráulico y sus condiciones climáticas y orográficas permiten la generación de energía eléctrica a un menor costo. La franja comprendida dentro de los municipios Ayutla de los Libres, Florencio Villareal y Tecoaapa es una zona con las condiciones óptimas para la implementación del proyecto: zonas lluviosas por donde circulan ríos caudalosos.

El objetivo del proyecto es generar energía limpia que permita reducir el consumo de combustibles fósiles, contribuyendo a la disminución de importaciones de combustibles, así como a la reducción en aproximadamente 95,000 toneladas anuales de emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera con el beneficio de ofrecer energía a precios menores en el mercado nacional, lo que dará mayor competitividad a los usuarios finales de energía.

La empresa Hidroatlxico se especializa en la generación de energía hidroeléctrica mediante el diseño y el desarrollo de ingenierías y tecnologías para aprovechar el movimiento del agua. Dicha tecnología tiene cada vez mayor importancia dado el auge de la generación de energías renovables en el futuro inmediato a nivel mundial.

Para lograr lo anterior desarrolló una turbina con características y dimensiones específicas que se adecua a las condiciones, hidráulicas y topográficas, lo que permitirán maximizar la generación de energía eléctrica. La turbina estará acoplada a un generador que deberá cumplir con los requerimientos de acuerdo a ciertas especificaciones, para lo cual se ha desarrollado la ingeniería conceptual del equipo para que se pueda utilizar en la generación de energía limpia.

La ventaja principal respecto a otras energías renovables es que se puede controlar el momento en que se genere la energía mediante la apertura de la válvula, permitiendo generar energía en el momento en que se requiere, situación que no se puede controlar con otro tipo de energías, como la solar o eólica.

El desarrollo de este tipo de proyectos es de alta prioridad para Hidroatlxico, ya que por medio del desarrollo de tecnología para la generación de energías limpias se fortalece la infraestructura física y los recursos humanos especializados. Asimismo, con el apoyo del PEI se fortalecieron las actividades de investigación y desarrollo tecnológico de la empresa.

4. Invernaderos que combinan la generación de energía eléctrica con la protección de los cultivos¹⁸⁵

La combinación de tierra ociosa en México, la importancia de aumentar la productividad del campo y las posibilidades de generar energía limpia mediante la utilización de un recurso renovable abundante en nuestro país permiten generar conceptos y productos innovadores.

El objetivo del proyecto consiste en el desarrollo de un producto de vinculación entre una tecnología de generación de energía limpia (paneles fotovoltaicos) y el de una estructura modular y de bajo costo que brinde protección climática para los cultivos. El sistema implicó la creación de un

¹⁸⁴ **Proyecto 219218.** Diseño, desarrollo e ingeniería de tecnología para la generación de energía renovable en el estado de Guerrero. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

¹⁸⁵ **Proyecto 222542.** Sistema de soporte estructural de bajo costo para aprovechamiento y generación fotovoltaica en desarrollos agrícolas con protección climática. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

invernadero fotovoltaico que permitiera aprovechar la tierra de una manera innovadora y productiva tanto para el campo como para la generación de energía eléctrica.

Como parte del proyecto, Skabe México desarrolló un sistema de soporte estructural de bajo costo para el aprovechamiento y generación fotovoltaica en desarrollos agrícolas con protección climática, el cual se ancla sobre la tierra y tiene una capacidad para soportar hasta 40 módulos fotovoltaicos.

En ese contexto, el principal resultado técnico y comercial del proyecto implicó la incorporación y vinculación de una tecnología de generación de energía limpia con el soporte estructural diseñado y adecuado para brindar una protección climática de acuerdo a las necesidades de ciertos cultivos.

El invernadero incluyó las características de modularidad y universalidad para poderse adaptar a distintos tipos de celdas fotovoltaicas y para adecuarse a las condiciones ambientales de los sitios de instalación de los invernaderos. Gracias a esto, ofrece una gran adaptabilidad para poder integrar e implementar las tecnologías antes mencionadas a las distintas regiones del país.

Skabe se creó en 2008 con el objetivo de crear diseños industriales de alto impacto mediante la utilización de materiales ligeros, de alta resistencia y amigables con el medio ambiente. Dentro de este contexto, la empresa cuenta con la experiencia de haber desarrollado ya algunas estructuras prototipo para paneles fotovoltaicos que pueden ser instalados en sistemas de gran escala.

El desarrollo de este proyecto se enmarca en la estrategia de Skabe de conformar grupos de especialistas que puedan complementar con su experiencia el desarrollo de distintos productos innovadores, en este caso, una estructura tubular ultraligera.

En este entorno, el financiamiento y el apoyo que se obtuvo del PEI fueron clave para continuar con esta estrategia y vincular a la empresa con la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGRO), que realizó una investigación e inventario de las zonas ociosas del país, así como investigó el potencial que estas tierras pudieran tener para su reactivación agrícola y de generación de energía eléctrica a gran escala. También colaboró con la Universidad Politécnica de Tlaxcala, que fue responsable del desarrollo de la estructura de carga, instrumentación y adquisición de datos en sistemas prototipo.

La incorporación de un sistema de invernadero fotovoltaico que permita al cliente la venta de energía eléctrica y en paralelo la protección a los cultivos, coadyuvará al desarrollo de nuevos negocios y aceleración en el retorno de la inversión hecha por el cliente que adquiera este producto.

5. Plataforma inteligente e integral para dar soporte a los procesos de enseñanza-aprendizaje¹⁸⁶

Integrar las tecnologías de la información y comunicación al proceso de enseñanza y aprendizaje se ha convertido en una necesidad en todos los niveles de la educación. Las herramientas actualmente disponibles permiten no sólo tener acceso a la información en varios formatos, sino también compartir opiniones e, incluso, generar conocimiento de alto nivel. En consecuencia, y como parte de este proceso, la educación en línea o *e-learning* gana cada vez más aceptación y se extiende tanto en el campo de la enseñanza formal como en el campo de la formación corporativa.

En el ámbito docente, hay tecnologías que ya existen pero que no se han implementado en una plataforma educativa, por ejemplo, el reconocimiento por voz. Actualmente no hay una herramienta disponible que utilice el reconocimiento por voz para la agilización de procesos y para automatizar servicios dentro de una plataforma educativa en México.

En este contexto, el objetivo de este proyecto de la empresa Soluciones Digitales consistió en dar continuidad y complementar el desarrollo de la prueba piloto de la plataforma inteligente, integral e interactiva de ámbito educativo y lingüístico (EduManager) para brindar soporte a los procesos de enseñanza, aprendizaje, control escolar y procesos administrativos.

Diferentes etapas de este proyecto se han llevado a cabo con el apoyo del PEI entre 2013 y 2015. Estas investigaciones han contribuido al incremento del acervo tecnológico y experiencia de la empresa y muestra de ello es la plataforma educativa (EduManager), así como una importante sinergia entre los miembros del equipo de trabajo de la empresa y los equipos de trabajo de las universidades con las que se ha mantenido una vinculación exitosa por más de cinco años.

Con la implementación de este proyecto se logró cubrir las principales tareas educativas de forma virtual y presencial, con soporte al área administrativa, control escolar y

¹⁸⁶ **Proyecto 231397.** Plataforma inteligente, integral e interactiva de ámbito educativo y lingüístico (EduManager). Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

capital humano mediante un prototipo funcional de software probado bajo condiciones reales con los pilotos propuestos, con lo cual se puede iniciar su comercialización. Un aspecto a destacar es el registro de las marcas diseñadas en el proyecto, así como los derechos de autor de los códigos fuente de la plataforma inteligente, integral e interactiva de ámbito educativo y lingüístico (EduManager) y sus nuevas funcionalidades.

En México existen aún muchos lugares geográficamente aislados, en donde este tipo de plataforma educativa será una herramienta poderosa el aprendizaje de alumnos.

Soluciones Digitales se creó en 2009, como resultado del proceso de incubación dentro del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey campus Ciudad de México, con la participación de ingenieros en sistemas computacionales con experiencia en el desarrollo de software, todo ello con la finalidad de crear soluciones tecnológicas orientadas a las organizaciones gubernamentales, así como a las privadas.

6. Una nueva forma aprovechar el coco¹⁸⁷

Dentro del campo alimenticio a nivel nacional encontramos cremas para untar a base de coco que son utilizadas en la industria de panificación, sin embargo, a partir de las nuevas preferencias alimenticias, las personas poco a poco han comenzado a buscar opciones orgánicas que no dependan de un proceso industrial de producción, sino natural, sin azúcar, bajo en grasas y preferentemente con bajo riesgo de presentar grasas trans.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un producto a partir de grasa de coco, con amplio potencial de aplicación en varias industrias, como la de panificación, así como aprovechar el agua de coco para producir una bebida enriquecida dirigida al mercado infantil.

Como resultado final del proyecto se obtuvieron dos productos desarrollados, sus especificaciones y su proceso. A partir de la investigación realizada para los nuevos productos, mezcla de grasa de coco con cacao y agua de coco enriquecida, se realizó el escalamiento a nivel piloto, se definieron las especificaciones de producto y proceso, así como el desarrollo de pruebas de aceptación de este con clientes potenciales. Adicionalmente, se desarrollaron proyectos ejecutivos para el dimensionamiento de plantas para su producción, así como especificaciones nutrimentales, diseños de envase, embalaje y etiquetado atendiendo la normatividad aplicable.

Innovaciones Tecnológicas Kokoc, S.A. de C.V., es una firma de ingeniería creada por empresarios mexicanos con una trayectoria de trabajo de más de 10 años participando en diferentes emprendimientos de alto impacto, desarrollando su componente de innovación tecnológica y negocio.

Kokoc surgió de la idea de enfocar esfuerzos de negocio en dos pilares fundamentales: servicios de innovación e ingeniería a la industria y consultoría de negocio, de manera transversal. Enfoca sus esfuerzos en el desarrollo de empresas particularmente de base tecnológica en la región sursureste del país, aprovechando el amplio potencial de recursos naturales, energéticos, de residuos y de materias primas que esta zona representa, así como alianzas estratégicas con universidades que permitan generar riqueza para la región con impactos tecnológicos, económicos y sociales.

El origen de la tecnología para implementar el proyecto provino del conocimiento desarrollado por la empresa con base en las oportunidades identificadas de mercado, un desarrollo interno que fue potenciado con alianzas con la Universidad Iberoamericana en Puebla y la Universidad Politécnica de Pachuca (UPP).

Finalmente, un efecto derivado del proyecto fue la cohesión social mediante el fortalecimiento de la cadena productiva del cultivo de palma de coco.

¹⁸⁷ **Proyecto 232962.** Desarrollo de dos nuevos productos con aporte nutricional para el aprovechamiento integral del coco en Guerrero. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.



MORELOS

Datos PEI Morelos		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de peso, constantes 2013)	191.80	27
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	98.71	23
Unidades económicas 2014	84,651	20
Total proyectos presentados	467	17
Total proyectos apoyados	176	14
Efectividad estatal	0.38	5
Calificaciones	87.82	8
Monto total invertido	1,058.34	18
Monto público invertido	582.75	17
Proporción privado / público	0.82	24
Proporción invertido en vinculación	0.29	15
Nivel de innovación promedio inicial	4.20	16
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.45	29
Avance en nivel de innovación	2.25	25

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Regulador de viscosidad (Lavin X1.1) para la manufactura de cosméticos¹⁸⁸

El Programa de Estímulos a la Innovación sumado a la larga trayectoria de éxito en Industrias Lavín, su compromiso con la comunidad y el interés en aprovechar la investigación que se desarrolla en centros y universidades, llevaron a la pregunta “¿qué proponemos?”. Este proyecto contesta esta incógnita, mediante la creación del LavinX1.1 y de un centro de investigación en el estado de Morelos. El Lavin X1.1 es la versión mexicana y mejorada de una materia prima para la industria de cosméticos, que le otorga mayor viscosidad a los productos de belleza y que actualmente no se produce en el país.

Este desarrollo permitirá a Industrias Lavín comercializar esta sustancia con un ahorro de entre 20 y 25% respecto del producto extranjero, lo que ayudará a desarrollar una industria de cosméticos más competitiva en el país, disminuyendo importaciones y aumentando exportaciones.

Industrias Lavín de México, S.A. de C.V., y su innovación están lejos de ser producto de la casualidad. Esta empresa mexicana ha logrado fabricar, comercializar y distribuir productos de belleza, cuidado personal y del hogar desde 1986. Actualmente exporta a EUA y Centroamérica, y tiene planes de incursionar en Europa.

El proyecto se desarrolló a partir de la necesidad de sustituir el uso del benceno, el cual es un hidrocarburo poliinsaturado que, según estudios de años recientes, puede tener efectos adversos en la salud y medioambiente, que funciona como disolvente y materia prima de numerosas síntesis orgánicas.

El benceno no está prohibido actualmente en México, pero sí en algunos países de Europa. Por lo tanto, ha sido necesario desarrollar una fórmula alineada con las principales regulaciones internacionales con respecto a la fabricación de productos químicos, a fin de poder aprovecharse también en nuestro país a corto plazo. Una fórmula sin benceno requiere, para su factibilidad comercial, de un proceso de optimización a nivel laboratorio previo a su escalamiento a planta piloto.

Uno de los objetivos de este proyecto fue reemplazar el benceno por otro disolvente a partir de la síntesis del

polímero (poliacrilato) cuyo nombre interno es LavinX1.1. Este compuesto es de gran importancia ya que es una materia prima de importación en el sector.

El primer paso para llevar a cabo el proyecto fue optimizar la síntesis de LavinX1.1 sin benceno a nivel laboratorio, lo que se logró en lotes de 5 litros y, finalmente, 50 litros en planta piloto.

El proyecto contó con la participación del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) y sus grupos académicos especializados en síntesis de polímeros y diseño de ingeniería de procesos poliméricos, quienes desarrollaron la síntesis en hidrogel del poliacrilato de acuerdo a las especificaciones de la empresa.

Luis Martínez Lavín, Presidente del Consejo de Administración de Industrias Lavín, recuerda: “el proyecto fue muy interesante, desde su etapa a nivel laboratorio hasta la instalación de una planta piloto a nivel precomercial”. La innovación no debe detenerse en el desarrollo comercial de Lavin X1.1. El plan es que los fondos que genere su comercialización hagan autosuficiente su centro de investigación.

Para la instalación de la planta piloto precomercial se contó con el Parque Científico y Tecnológico de Morelos y el apoyo del CIQA para establecer los parámetros de escalamiento y la ingeniería básica para la instalación. Una vez terminadas las instalaciones se realizarán las pruebas en la planta piloto, para validar la síntesis y el proceso de fabricación de LavinX1.1, un producto libre de benceno y con presentación en polvo para su fácil comercialización.

Al final del proyecto se cuenta con método de síntesis de Lavin X1.1 sin benceno validado y reproducible en los laboratorios de investigación de Industrias Lavín. Dicho producto cumple con las especificaciones técnicas para su posterior escalamiento precomercial

2. Desarrollo de sensores electrónicos para la industria automotriz¹⁸⁹

El automóvil es uno de los sistemas con más sensores que se usa comúnmente. Entre los más frecuentes se encuentran los acelerómetros de las bolsas de aire, los sensores

¹⁸⁸ **Proyecto 232057.** Prototipo pre-comercial para producción del regulador de viscosidad (Lavin X1.1) en ambiente relevante. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

¹⁸⁹ **Proyecto 232248.** Desarrollo de nuevos sensores electrónicos automotrices, utilizando la reingeniería en el proceso de fabricación. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

de presión de los neumáticos y los de velocidad de rotación. Las últimas generaciones de sensores disparan alertas sonoras que avisan que los ocupantes no se han colocado el cinturón de seguridad o que el vehículo en reversa está a punto de golpear algo.

El proyecto de Flota Mex, S.A. de C.V., tuvo el objetivo de fabricar 20 nuevos sensores electrónicos, 18 de temperatura del anticongelante y dos de presión absoluta del múltiple. Estas inversiones redefinieron la estrategia y la cartera de productos de la empresa y abrieron una nueva etapa de crecimiento de la misma al aprovechar la tendencia de incluir más sensores en los vehículos. Hoy el mayor reto es satisfacer una creciente demanda de sus clientes, los sensores son producidos entre 10 y 20% más baratos que los competidores de importación y lograron disminuir la contaminación atmosférica, al influir en el desempeño y consumo de combustible de los automóviles, propiciando la elevación de los estándares de calidad en el funcionamiento de los autos.

Flota Mex, S.A. de C.V., nació en 1969 en el estado de Morelos y su primer producto fue el flotador para medir el nivel de gasolina en el tanque de combustible. Desde hace varios años, los dueños ya habían visualizado que el cambio hacia los autos eléctricos requeriría innovación en el sector pues se eliminaría el tanque de combustible.

“Un gerente de ventas decía que teníamos que producir sensores, porque los sensores se estaban multiplicando en la industria”, comenta el representante de la empresa. “Un día llegó el director de la empresa y le dijo que había conseguido una persona que ya había trabajado en ello”, fue entonces que empezó a desarrollarse esta línea de negocio.

La travesía no fue fácil. Flota Mex tardó tres años en el desarrollo de los productos. Era común escuchar a la dirección que se había invertido mucho, que no había resultados y que la inversión ya había sido demasiada.

Durante su desarrollo, la Universidad Politécnica del Estado de Morelos participó en el análisis y validación del diseño de los prototipos para cada sensor, así como en la documentación del banco de pruebas en el desempeño funcional. También elaboró un manual técnico con base al proceso de validación de los sensores, un manual de ensamble y uno de mantenimiento.

Este tipo de vinculación en la parte de desarrollo es poco común para empresas como Flota Mex. Normalmente, al

desarrollar un producto se recurre a personal que ha estado trabajando directamente en la industria y no a investigadores que se encuentran relativamente lejos de la misma. Sin embargo, la vinculación tuvo excelentes resultados pues la empresa no contaba con el personal calificado para el desarrollo interno.

Tras el cumplimiento de los objetivos de este proyecto la empresa se ha propuesto ampliar la línea de productos a mejorar en los próximos cinco años, como los sensores de posición de cigüeñal, oxígeno y flujo de masa de aire por mencionar algunos, los cuales marcarán una tendencia en el desarrollo tecnológico de Flota Mex y ayudarán a mantener sus esfuerzos para disminuir de costos. Algunos de los nuevos desarrollos de innovación están siendo financiados directamente por la empresa, una buena señal para la inversión en innovación en México.

El mercado global de sensores automotrices asciende a más de 250 mil millones de pesos,¹⁹⁰ tanto el mercado de equipo original como el de repuesto. Flota Mex deberá ir abriendo estas oportunidades en el mediano plazo.

3. Intubación orotraqueal con menos complicaciones¹⁹¹

La intubación orotraqueal es un procedimiento médico en el que se coloca una cánula o sonda en la tráquea con la finalidad de asistir la respiración, suministrar medicamentos o anestesia. Sin embargo, este procedimiento puede provocar lesiones traqueales que ocurren con mayor frecuencia en pacientes que requieren el uso prolongado de un equipo de intubación. Las complicaciones más comunes son la laringitis, ulceración de mucosa, dilatación de la tráquea y neumonía nosocomial (complicación infecciosa).

Este proyecto consistió en el desarrollo de un equipo médico orotraqueal formado por tubos de material compuesto con rigidez variable, que se adapta a la tráquea de los pacientes y que es colocado por medio de un sistema de video. Como resultado final se desarrolló una línea de manufactura y ensamble del prototipo orotraqueal exitoso y se han aplicado a 20 patentes, de las cuales dos ya han sido otorgadas.

Equipos Médicos Vizcarra, S.A., es una empresa mexicana fundada en 1964. Desde entonces se dedica a la fabricación

¹⁹⁰ Cálculos de la empresa con información de *Forbes*.

¹⁹¹ **Proyecto 220565.** Desarrollo de equipo orotraqueal formado por tubos autoconformables y colocación dirigida por video. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante del centro de investigación.

de equipos médicos de los cuales coloca 55% en el sector público, 30% en el sector privado y 15% en el mercado de equipo de diseño específico.

El equipo de intubación orotraqueal fue un proyecto orientado a satisfacer a dos clientes: el primero, es el personal médico encargado de realizar la técnica de intubación, y el segundo, el paciente que recibe el procedimiento como tratamiento a afecciones médicas que le imposibilitan el ingreso de aire a los pulmones por medios propios.

Uno de los procedimientos utilizados hoy en día y que no satisface a estos clientes es la utilización de un balón distal que se inserta en la tráquea y que tiene la función de evitar la aspiración de secreciones y posibilita la ventilación pulmonar para realizar la intubación. Sin embargo, por este método se puede crear una isquemia traqueal (falta de circulación de sangre) debido al uso prolongado y a que el balón es inflado con altas presiones.

Para desarrollar esta nueva tecnología se realizaron dos vinculaciones para diseñar un laringoscopio integrado a un sistema de video interno que facilita la intubación del paciente que reduce las lesiones ocasionadas por su instalación y desarrollar el prototipo funcional con el que se obtuvieron resultados favorables.

La primera vinculación fue con el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), que colaboró en el análisis y diseño estructural correspondiente al producto desde el tema tribológico (fricción y lubricación) de los materiales compuestos e investigó las características biomecánicas de la laringe. Asimismo, ayudó en el asesoramiento de los equipos experimentales de manufactura y su evaluación.

La segunda fue con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, a través de su Centro en Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIIPAP), el cual participó en trabajos de investigación sobre procesos experimentales para la manufactura de los componentes requeridos, desarrolló las guías para la generación de una línea de producción y para el escalamiento experimental en procesos productivos.

El resultado de este proyecto fue la creación de un nuevo equipo de intubación orotraqueal que solucionó las problemáticas relacionadas con el equipo médico tradicional. Al igual que presentó mejoras en los materiales, recubrimientos y tratamientos de superficies lubricantes, elementos que le permitieron adaptarse a la laringe del paciente, reduciendo las complicaciones médicas más comunes.

De igual manera, se resolvió la necesidad de mantener una vía aérea libre hacia los pulmones con el uso de medios de fijación. En cuanto al desarrollo del video laringoscopio, se consideró la morfología del ser humano, por lo que se evitó el daño a los tejidos blandos de los pacientes y se minimizó significativamente el coeficiente de fricción.

Equipos Médicos Vizcarra, S.A., ya está lista para realizar las corridas piloto para ser probadas en la industria médica, aunque aún se necesita una gran inversión económica para esta fase de desarrollo.

4. Sistema tecnológico para evaluar el desempeño de polímeros plásticos¹⁹²

En México no existen laboratorios orientados a la evaluación de polímeros plásticos para diversas aplicaciones bajo condiciones climatológicas particulares. En otros países, los laboratorios hacen uso de dos tipos de sistemas de evaluación: acelerado y natural. Los del tipo acelerado se llevan a cabo en espacios diseñados para emular las condiciones ambientales, sin embargo, no es posible correlacionar de manera precisa los resultados obtenidos con el desempeño de los materiales en condiciones reales. Los de tipo natural se refieren a condiciones ambientales reales (no simuladas) directamente en un ambiente natural.

Este proyecto se enfocó en la creación de un laboratorio de experimentación de tipo natural para la evaluación de los cambios en las características de diversos materiales expuestos a la intemperie, bajo las condiciones atmosféricas predominantes en el municipio de Xochitepec, Morelos, y actualmente ya comercializa estos servicios.

El Centro de Caracterización e Investigación en Materiales (CECIM) nació en 2011 con el fin de brindar servicios especializados de laboratorio a diferentes tipos de industria de materiales, en particular en plásticos. El CECIM ha constituido un centro de desarrollo e innovación tecnológica para la elaboración de proyectos, en conjunto con la vinculación de instituciones públicas y del sector privado.

En el intemperismo natural se generan datos que plasman auténticamente el desempeño de los materiales en condiciones ambientales reales, que resultan irremplazables por cualquier otro método de evaluación. Estos estudios no son tan comunes debido a que requieren un mayor

¹⁹² **Proyecto 231134.** Sistema de intemperismo natural para evaluar el desempeño de polímeros plásticos. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

espacio de evaluación, tiempos largos de análisis y necesitan estar instalados en regiones con condiciones ambientales propicias (alta temperatura, humedad e incidencia solar).

El laboratorio se ubicó en el Parque Científico y Tecnológico del Estado de Morelos, y su infraestructura consta de los siguientes componentes: área de pruebas a la intemperie, sistema meteorológico, sistema de almacenamiento de energía solar para el funcionamiento eléctrico y sistema de monitoreo y medición inalámbrico y georreferenciado. Al realizar las pruebas de los materiales, la información obtenida es concentrada para dar seguimiento al funcionamiento de equipos de medición y a los cambios que presentaron las evaluaciones. Posteriormente, es a través de una interfaz de consulta vía dispositivo móvil, donde el cliente puede observar el análisis de manera remota.

Actualmente, el laboratorio funciona con base en sus protocolos internos y la normatividad vigente para realizar sus experimentos y ofrece un catálogo que resume los nuevos servicios disponibles, técnicas, análisis y procedimientos a los clientes potenciales de la empresa.

En el proyecto participó el Instituto de Ciencias Físicas y el Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México, los que diseñaron y construyeron los monitores de medición, en términos de temperatura, humedad, incidencia solar e imágenes. Además de un sistema de interface que permitió reunir los datos obtenidos por dichos monitores de la estación meteorológica. Por último, realizaron el análisis metodológico sobre como los datos pueden ordenarse, correlacionarse y visualizarse en una computadora o equipo móvil. Como resultado, se aumentó el acervo tecnológico de la empresa en infraestructura, personal capacitado, adecuación de instalaciones, todo con la finalidad de ampliar el mercado meta con que actualmente cuenta la empresa.

5. Producción continua de energía eólica mediante aerogeneradores¹⁹³

Un generador eléctrico convierte el movimiento mecánico de las aspas en una turbina eólica en energía eléctrica, en función de la oscilación del viento. Un generador eficiente debe adaptarse a dichas variaciones en el viento, acoplando la energía mecánica en la turbina con la producida por el generador, logrando una constante entre la cantidad y calidad de la energía eléctrica producida.

Por ello, Somerset Technologies ha desarrollado un sistema híbrido de generación de energía que permite la incorporación de generadores eléctricos de corriente alterna de media y baja potencia, con interconexión directa a la red eléctrica, mediante un sistema mejorado de transmisión hidrostática —el cual conduce energía mediante líquidos o gases—, junto con un sistema de almacenamiento de energía, permitiendo la continuidad de la producción eléctrica.

Somerset Technologies, S.A. de C.V., es una empresa mexicana que forma parte de un clúster tecnológico, Clusmex Holding Group, donde se diversifican inversiones en innovación, investigación y desarrollo tecnológico para los sectores de energía y medio ambiente.

Esta empresa busca insertarse en la cadena productiva del sector eólico y de servicios para infraestructura de turbinas eólicas, mediante el desarrollo e implementación comercial de tecnología nacional que ayude a realizar de una manera eficaz, la inspección, diagnóstico y mantenimiento de aspas, torres, tubos y góndolas de turbinas eólicas, en cuanto a eficiencia, tiempo, calidad, confiabilidad y demanda actual de la industria eólica mundial.

El proyecto se estableció a partir del uso de un sistema de transmisión de potencia al generador por medio de un circuito hidráulico, el cual consta de una bomba hidráulica que recibe energía desde el rotor y que impulsa un motor de desplazamiento variable para producir torque y accionar el generador eléctrico.

Este nuevo sistema fue integrado por cuatro elementos principales:

1. Sistema de acoplamiento o sistema eléctrico de energía para la activación de un generador de corriente alterna AEROKIT.
2. Software con algoritmos de comunicación para el control de los elementos mecánicos del sistema hidráulico.
3. Transmisión de potencia del sistema hidráulico con almacenamiento de energía; en este componente se realizó el diseño industrial del sistema de transmisión, el cual cuenta con el registro de patente.
4. Manuales de operación y mantenimiento.

¹⁹³ **Proyecto 232246.** AEROKIT. Sistema híbrido regenerativo para la producción continua de energía eólica en aerogeneradores. Este caso está basado en la solicitud de apoyo al Programa de Estímulos a la Innovación.

Cabe resaltar, que el valor de las instituciones vinculadas fue el pilar medular para el desarrollo de este proyecto, en el cual participó el Instituto de Investigaciones Eléctricas de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual diseñó un sistema eléctrico para la generación de energía a través de un generador síncrono, es decir, con un periodo de rotación igual al de la corriente eléctrica y su incorporación a las redes eléctricas. Por su parte, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos generó el sistema hidráulico, los montajes y adaptaciones necesarias para la instalación del AEROKIT en un aerogenerador comercial de 20 kilowatts.

Como resultado, se construyó e integró un prototipo de generador (AEROKIT) en una turbina comercial de 20 kilowatts. Se elaboró también un banco de pruebas para realizar comprobaciones operativas y ajustes que ofrezcan generación de energía eléctrica renovable, continua y amigable con la red de la Comisión Federal de Electricidad.

A su vez, se maximizó el tiempo operativo del aerogenerador a diferentes regímenes de viento, logrando una capacidad operativa mucho mayor al de los sistemas convencionales, por lo que aumentó la capacidad de generación de energía eléctrica que puede producir un parque eólico.



QUERÉTARO

Datos PEI Querétaro		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	385.62	16
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	189.59	7
Unidades económicas 2014	69,022	22
Total proyectos presentados	1,124	7
Total proyectos apoyados	273	8
Efectividad estatal	0.24	26
Calificaciones	88.11	5
Monto total invertido	2,051.52	10
Monto público invertido	1,031.08	9
Proporción privado / público	0.99	14
Proporción invertido en vinculación	0.35	8
Nivel de innovación promedio inicial	4.42	9
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.86	17
Avance en nivel de innovación	2.44	22

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Automatización en la reproducción de rana *forreri* para fines de investigación¹⁹⁴

Aquanimals inició como una empresa proveedora del sector alimentario con la producción de ancas de rana. En 2012 recibió la llamada de uno de sus clientes en EUA para adquirir ranas toro para el mercado de educación e investigación de ese país y un año después les pidieron proveer la rana *forreri* para el mismo uso.

Al realizar su investigación inicial, Aquanimals se dio cuenta de que la proveeduría se realizaba a partir de la captura de la rana *forreri* en la naturaleza y no de su reproducción en cautiverio, ese fue el nacimiento del proyecto. El producir en granja permite hacer una proveeduría estable durante todo el año y también estandarizar el tamaño del animal, algo que es altamente valorado por el cliente final. Durante el primer año de desarrollo del proyecto se produjeron aproximadamente 4,500 ranas, un año después fueron 25 mil y actualmente se producen 75 mil ejemplares. Este crecimiento se reflejó finalmente en este año en las ventas y utilidades de la empresa.

Aquanimals comenzó a operar en 2006 y se constituyó formalmente como sociedad en 2007, con la producción de 3 mil ejemplares. La primera especie producida en sus instalaciones fue la rana toro en el 2008, con 120 mil ejemplares. En 2012, inició con la exportación de ranas a los EUA.

Aquanimals cuenta con el registro para el establecimiento de una unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y con un laboratorio de investigación con una superficie de 4,400 metros cuadrados de infraestructura y cuatro patentes desarrolladas de sus procesos productivos.

En el proyecto PEI, Aquanimals planteó el desarrollo de una planta piloto automatizada para la reproducción intensiva de rana *forreri* en condiciones de cautiverio. El sistema de reproducción estaba formado por:

- Un espacio de adecuación para la reproducción de las ranas.
- Un sistema de control automatizado para poder monitorear las condiciones ambientales.

- El sistema de manejo de las puestas y el seguimiento de las mismas hasta su fecundación para posteriormente pasarlas a la zona de incubación.

- El espacio de engorda de los organismos.

El proyecto se realizó con una importante vinculación con la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), la cual diseñó y desarrolló la puesta en marcha de la planta piloto modular automatizada de rana *forreri*, instaló el sistema prototipo en una granja comercial dentro de la empresa, capacitó y llevó a cabo la transferencia de tecnología a Aquanimals. Esta alianza permitió que el proyecto avanzara en términos tecnológicos.

El reto más importante para ambas entidades fue adaptar a la rana *forreri* al ambiente en cautiverio. Esta adaptación fue tan difícil que murieron más de 80% de los organismos introducidos a la granja en una primera instancia. Lo anterior debido a que los organismos venían ya enfermos desde su llegada a Querétaro, algunos no se adaptaron a estar dentro de un estanque de concreto y otros más no se habituaron al tipo de alimentación de granja, por lo que se tomó la decisión de crear un área específica para producir alimento vivo a fin de que la rana lo capturara y consumiera.

La perspectiva de Aquanimals y sus aliados es enfocarse al mercado mundial de la rana, el cual está dominado no sólo por EUA, el mayor importador a nivel mundial (10,000 toneladas por año), seguido por Francia (2,000 toneladas) e Italia (500 toneladas), y cuyas demandas son cubiertas con organismos que provienen principalmente de las capturas silvestres de países como Bangladesh, Indonesia, Albania, Turquía, Egipto, China, Malasia y Brasil, lo cual ocasiona la sobreexplotación de estos anfibios, cuyo papel en la cadena alimenticia es determinante.

Para lograrlo, no sólo se requiere seguir innovando en los diferentes aspectos productivos de la especie, sino que es necesaria una coordinación importante con el sector público. Aquanimals ha tenido ya expresiones de interés de exportación de organismos a la Unión Europea para el mercado alimentario, sin embargo, en México no existen rastros tipo inspección federal (TIF) que puedan sacrificar ranas. Aquanimals ha iniciado ya pláticas con Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) para explorar cómo solucionar este reto. La innovación es lo único que jamás se detiene.

¹⁹⁴ **Proyecto 222849.** Planta piloto automatizada para la reproducción intensiva de rana *forreri* en condiciones de cautiverio. Este caso está basado en la entrevista realizada a un representante de la empresa.

2. Desarrollo e integración de sistemas microelectromecánicos en electrodomésticos¹⁹⁵

En 2012 la producción global de la industria de electrodomésticos significó 429,239 millones de dólares. Se espera que para 2020 el valor de producción alcance un monto de 852,037 millones de dólares, con una tasa media de crecimiento anual de 8.9% para el periodo 2012-2020.¹⁹⁶ El mercado global de electrodomésticos ha estado mayormente liderado por países desarrollados, en donde la demanda es impulsada por el ciclo de sustitución, mientras que en los países emergentes ocurre por la urbanización, el aumento del ingreso per cápita y el crecimiento de la clase media.

Ante el escenario y para el fortalecimiento de sus objetivos, Mabe desarrolló e integró sistemas micro-electro-mecánicos (MEMS) a un refrigerador y a una estufa, permitiendo monitorear constantemente el proceso de enfriamiento/conservación y cocción de los alimentos, en donde se utiliza la información recolectada por medio de sensores, lo cual permite al aparato realizar automáticamente ajustes de operación, ahorros en energía, tiempo y brindar una mejor experiencia de uso del producto.

Mabe es una empresa multinacional que diseña, produce y distribuye electrodomésticos a más de 70 países alrededor del mundo. Cuenta con más de 60 años de historia. En 2005, Mabe compró CAMCO, el mayor fabricante de electrodomésticos de Canadá, y para tener presencia en Centroamérica adquirió Atlas Eléctrica. Actualmente, la empresa se encuentra principalmente enfocada en los mercados norteamericano y latinoamericano.

Derivado de la inteligencia tecnológica que ha venido desarrollando y la cual se plasma en un mapa de ruta tecnológico, se identificaron varias líneas estrategias para el área de electrónica, y una de ellas fue la de los sensores, integrar sensores MEMS a los productos. Mabe ha realizado ejercicios para prever el futuro tecnológico y como tiene que adaptarse a esos cambios.

Los sistemas MEMS son definidos como dispositivos de pequeñas dimensiones, compuestos por elementos activos y pasivos microfabricados que realizan diferentes funciones como percepción, procesamiento de datos, comunicación y actuación sobre el entorno.

Los tipos de dispositivos MEMS pueden variar, desde estructuras relativamente simples que no tienen ninguna parte móvil hasta sistemas electromecánicos muy complejos en los que múltiples elementos se mueven bajo el control de la electrónica integrada.

Los retos del proyecto fueron la integración técnica de los dispositivos sobre los productos, para no interferir con la configuración del mismo y mantener las señales útiles e íntegras de las lecturas de los dispositivos y, obviamente, convertir este dispositivo técnico en algo de valor para el usuario final del electrodoméstico.

Para llevar a cabo el proyecto, Mabe se vinculó con el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), con la intención de desarrollar e implementar la plataforma tecnológica que le permitiera lograr el desarrollo de la tecnología MEMS en electrodomésticos.

Por ello, el CIDESI realizó el análisis sobre tecnologías de sistemas microelectromecánicos en electrónica de consumo y electrodomésticos. Formó recursos humanos en tecnologías, métodos y procesos de desarrollo e integración de sistemas microelectromecánicos. Desarrolló los prototipos de un refrigerador y una estufa con capacidad para integrar cuatro sistemas microelectromecánicos sobre cada producto y realizó las pruebas de validación de los prototipos con los microsistemas de sensado integrados, incorporando el módulo electrónico para la lectura de información.

Este proyecto forma parte de una estrategia global hacia 2020 que busca integrar a los electrodomésticos dentro del "internet de las cosas", por lo que fue esencial potenciar la integración de MEMS en sus productos.

3. Proceso innovador para el ensamblado de componentes de un motor eléctrico¹⁹⁷

De acuerdo a la Agencia Global de Energía, 2016 marcó un récord más en el número de carros eléctricos vendidos alrededor del mundo: 750 mil unidades, con lo que el total de vehículos eléctricos en el mundo es ya de 2 millones de unidades. La industrialización de estos vehículos llevará a

¹⁹⁵ **Proyecto 232652.** Desarrollo e integración de sistemas microelectromecánicos en electrodomésticos. Este caso está basado en entrevistas a un representante de la empresa y del centro de investigación.

¹⁹⁶ ProMéxico, *Industria de electrodomésticos 2013*, Ciudad de México, Unidad de Inteligencia de Negocios-Secretaría de Economía, 2013.

¹⁹⁷ **Proyecto 232861.** Localización de un proceso innovador para la fabricación de componentes de un motor híbrido con el desarrollo de herramientas y transferencia tecnológica entre Japón y México. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante del centro de investigación.

nuevas morfologías de motores eléctricos: más ligeros y con menor consumo de materias primas.

Partiendo de lo anterior, el proyecto de Eurotranciatuara en México tiene como objetivo ofrecer al mercado una alternativa de proceso de fabricación por troquelado de componentes para motores eléctricos con una tecnología nueva basada en adhesivos que mantienen la misma capacidad de producción y logran un mayor desempeño del producto final.

Eurotranciatuara México pertenece al grupo empresarial de origen italiano Euro Group, dedicado a la fabricación de componentes de motores eléctricos y generadores. Tiene presencia a nivel global en países tan diversos como: China, Rusia, Italia, Túnez y Estados Unidos. Eurotranciatuara realiza troqueles, laminados en grandes volúmenes, laminados especiales en bajo volumen y rotores por inyección de aluminio.

Cabe mencionar que la planta Eurotranciatuara de México lleva en operación desde 2006. Sin embargo, en 2014 mostró un crecimiento sobresaliente. Hasta el día de hoy brinda empleo a más de 320 personas y sus instalaciones cuentan con siete líneas de proceso fundamentales: línea de troquelado, ranurado, ensamblado en espiral, recocido, inyección de aluminio, mantenimiento y fabricación de troqueles y refacciones.

Eurotranciatuara es un proveedor automotriz de componentes de motores eléctricos que usan tecnología de troquelado suelto o con engrapado. Participa con los ensambladores de motores en el desarrollo de nueva tecnología y productos para el mercado, pues las tendencias tecnológicas están orientadas a una disminución de la masa de los componentes y al aumento de la eficiencia electromagnética, para un mayor rendimiento de los motores y una disminución de los costos de producción con procesos ambientalmente amigables.

Este proyecto surge a partir de que un socio comercial de Eurotranciatuara desarrolló una alternativa (en proceso de prueba) para eliminar el engrapado de componentes en el ensamble de motores eléctricos por medio de un adhesivo entre láminas, por lo que el reto tecnológico consistió en conservar la productividad actual del proceso de troquelado, implementando el depósito, reacción y solidificación de un compuesto adhesivo con los mismos parámetros de producción (velocidades de máquina, *output* de piezas por hora).

El proyecto contempló la transferencia tecnológica del proceso experimental desarrollado por la empresa japonesa

Koruda Precision Industries Ltd. Se desarrollaron pruebas que permitieron verificar la viabilidad de elevar la metodología a nivel de una planta industrial, así como del desarrollo de herramientas especializados para su adaptación al troquelado.

Para llevar a cabo lo anterior, participaron dos instituciones, la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ) y el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), lo que permitió el proceso de adopción de la tecnología y el desarrollo del proceso de fabricación para que sea más rápido y confiable.

La UNAQ apoyó con el desarrollo de las pruebas de los prototipos, realizando la verificación térmica y electromecánica. Posteriormente, transfirió el conocimiento necesario para que dichas pruebas puedan ser realizadas dentro de la empresa. Asimismo, brindó asesoría durante el desarrollo del proceso de ensamblaje para el motor híbrido usando adhesivo.

El CIDESI, por su parte, participó con la definición de los parámetros industriales de aplicación y uso del adhesivo, así como en el desarrollo de pruebas de compatibilidad aceite/adhesivo con la finalidad de probar la afinidad de la nueva tecnología con el proceso industrial.

Como parte de los resultados de este proyecto se validó el proceso de manufactura desarrollado y se comprobó la factibilidad técnico-comercial del proceso de fabricación con adhesivo. En 2017, Eurotranciatuara dio inicio a la producción masiva de componentes para General Motors con este proceso de fabricación.

Por ende, la empresa busca mejorar integralmente sus sistemas de control de calidad de manera simultánea en todos los segmentos que atiende actualmente, lo que desarrollará posteriormente en su estrategia de internalización de procesos y proyectos innovadores para México.

4. Desarrollo de un recubrimiento de aluminio de nueva generación para bujes de trenes de aterrizaje¹⁹⁸

Los recubrimientos electrolíticos de cadmio se emplean para proteger al hierro y al acero contra la corrosión en la

¹⁹⁸ **Proyecto 232684.** Desarrollo de un recubrimiento de aluminio de nueva generación por medio de un proceso de *ion vapor deposition* para bujes de trenes de aterrizaje. Este caso está basado en la solicitud de apoyo al Programa de Estímulos a la Innovación.

industria aeronáutica, sin embargo, resultaban altamente tóxicos. Este proceso se aplicaba a componentes de los trenes de aterrizaje, lo que conllevaba un gasto importante en el tratamiento de la pieza por la compra de reactivos y tiempos de proceso y de entrega. Recientemente, el uso del cadmio fue prohibido por las normas internacionales y ya no puede ser aplicado en ningún componente aeronáutico.

Este proyecto, apoyado por el PEI, buscó la generación de tecnologías alternas de sustitución y gestó el proceso de aplicación de aluminio por vía seca, es decir, a través de un proceso de *Ion Vapor Deposition* (IVD). Por tanto, fue preciso el desarrollo de un recubrimiento de aluminio de nueva generación que confiere una excelente protección contra la corrosión y que es más amigable con el medio ambiente al cumplir con las normas nacionales e internacionales y su aplicación a las piezas fabricadas en planta.

Grupo Safran no contaba con este proceso en ninguna de sus plantas a nivel mundial, lo que era muy importante para no depender de tecnologías extranjeras y estar a la vanguardia en sus procesos. Por ello, este proyecto representó el reto de adaptar el recubrimiento a las características particulares de componentes de trenes de aterrizaje. Debido a ello, necesitó ser validado en las propiedades funcionales de las piezas para que cumpliera con las estrictas normas de seguridad aeronáutica.

Safran es un grupo internacional de alta tecnología, dedicado principalmente a la industria aeroespacial, integrado por 55 mil empleados en el mundo y con ventas anuales de más de 15 billones de dólares. Algunas de las divisiones que componen el grupo son: motores de aviones comerciales, motores de helicópteros comerciales y militares, y sistemas de aterrizaje y freno de aeronaves comerciales y militares. Dentro de esta última división se encuentra la selección de talleres de trenes de aterrizaje, los cuales se encuentran estratégicamente localizados a nivel mundial por tipo de aeronave y región.

Messier Services Américas, S.A. de C.V., parte del Grupo Safran, está ubicado en la ciudad de Querétaro desde 2007. Es el líder en el mercado del continente americano en la reparación de trenes de aterrizaje y de componentes hidráulicos de aeronaves comerciales y cuenta con la capacidad instalada de procesos especiales como la aplicación de recubrimientos electrolíticos (cadmio, cromo y níquel), inspecciones no destructivas, recubrimiento cerámico y fabricación de bujes.

Con esta infraestructura se desarrollaron tanto el recubrimiento de aluminio y la aplicación de la técnica IVD en una

cámara sin emisiones al aire ni al agua, lo cual lo hace atractivo desde el punto de vista ambiental, y es de fácil aplicación. Fue imperativo, entonces, diseñar, aplicar, caracterizar y validar este nuevo recubrimiento desde su etapa de laboratorio, etapa piloto y, finalmente, en su aplicación a nivel comercial siguiendo las estrictas normas de la industria aeronáutica.

Este proyecto fue propuesto por una alianza entre Messier Services Americas y el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), con el objetivo en común de incrementar el nivel del *know-how* aeronáutico del estado de Querétaro. El CIDETEQ participó con las pruebas a nivel laboratorio del recubrimiento sobre el material de base (acero 300M), identificó además las variables críticas del proceso piloto e industrial, determinando los parámetros óptimos. Realizó también la validación de las propiedades de acuerdo a especificaciones internacionales y elaboró el informe final sobre los recubrimientos de aluminio obtenidos por el proceso piloto.

Además de constituir una innovación en la empresa, la implementación de este proyecto permitió el ahorro de tiempos para realizar el recubrimiento en los componentes, redujo el impacto ambiental al eliminar el uso de soluciones tóxicas y disminuyó el gasto de agua debido a los enjuagues utilizados en dichos procesos.

Finalmente, la comercialización de este nuevo servicio es a escala internacional y, potencialmente, podría triplicarse en los primeros cinco años en función de la aceptación de este nuevo servicio en el mercado de refacciones aeronáuticas a nivel mundial. Por otra parte, se estima un crecimiento de 6.8% anual, efecto del crecimiento del Grupo Safran globalmente y del incremento de volumen en reparaciones de trenes de aterrizaje.

5. Diseño y fabricación de estructura radial para motor turborreactor¹⁹⁹

ITP I+F ejecutó un proyecto que tuvo como objetivo diseñar y desarrollar la estructura intermedia de turbina (MTF), es decir, el módulo ubicado entre la turbina de alta presión y la turbina de baja presión, proporcionando el conducto aerodinámico que une ambas turbinas para motores de aviación de negocios (privados). Con ello, pretende establecer una relación comercial con suministradores de estos motores demostrando la capacidad en el desarrollo de un producto orientado específicamente a este mercado.

¹⁹⁹ **Proyecto 222057.** Diseño y fabricación de estructura radial (Módulo MTF PW812) para motor turborreactor. Este caso está basado en la solicitud de apoyo al Programa de Estímulos a la Innovación.

En la actualidad, prácticamente la totalidad de motores en los que ITP I+F está contribuyendo están relacionados con aviones bipasillo del sector comercial. Sin embargo, en los próximos 20 años se espera que estas aplicaciones representen tan sólo 15% del total de entregas. El mayor volumen de entregas corresponderá a la aviación de negocios, que representará hasta 35% de los aviones en dicho período.

En 2012, el Corporativo ITP decidió dividir su filial en tres empresas, con el objetivo de desarrollar una gestión más eficiente y optimizar los procesos industriales. Las tres filiales de ITP suman un total de 500 trabajadores en las instalaciones que comparten en el estado de Querétaro.

De este modo, nació Industria de Turbopropulsores Ingeniería y fabricación S.A. de C.V. (ITP I+F), una filial del grupo español ITP (Industria de Turbo Propulsores), el cual desarrolla la actividad de diseño, ingeniería, desarrollo y fabricación de módulos y componentes de turborreactores de aplicación aeronáutica o industrial.

De acuerdo a los números presentados anteriormente y para servir a la industria de aviación de negocios, ITP I+F identificó la necesidad de cambiar la configuración de los motores para ajustarse a aeronaves de un solo pasillo en lugar de aquellas de dos pasillos normalmente atendidas por la empresa. Para lograrlo fue necesario el diseño y manufactura de una estructura radial que sostiene los ejes del motor para proporcionar la rigidez adecuada, un aspecto clave para el funcionamiento dinámico de los ejes del motor.

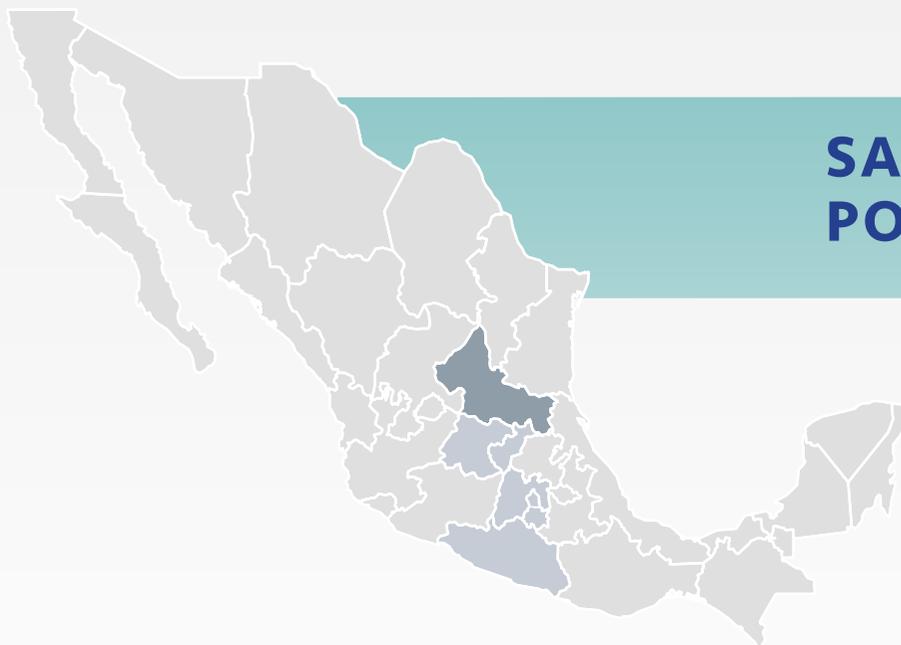
ITP I+F diseñó y desarrolló esta estructura radial para el motor de dos ejes y turbofan frontal PW812 (motor caracterizado por tener un ventilador en la parte delantera). La estructura radial aloja dos rodamientos que soportan los ejes de alta y baja presión. Además, forma parte del sistema de anclaje del motor al avión por medio de ocho barras que unen el motor a la estructura de la aeronave.

Para llevar a cabo este proyecto, ITP I+F consiguió vincularse con el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), el cual aportó los especialistas en el tema para llevar a cabo el desarrollo y caracterización de los materiales MAR 247, CM 247LC, aleaciones base titanio, Inco 718 y aleaciones base níquel, y así determinar las propiedades mecánicas de los materiales a varias temperaturas.

Después de este proyecto, la empresa podrá iniciar con la capacitación tecnológica en otros módulos del motor para desarrollarlos y ajustar el resto del producto a la aviación de negocio. Como resultado del mismo, se desarrollaron capacidades y conocimiento en México en temas de diseño aeronáutico y estructuras radiales, así como se incentivó el fortalecimiento de proveedores locales en componentes aeronáuticos e integración de centros académicos, tecnológicos y de investigación. De igual forma, se analizó la colaboración con nuevos socios comerciales en el negocio de aviación civil. Entre los resultados técnicos, se inició la certificación del módulo MTF y su entrada en producción.

Actualmente, ITP I+F lleva a práctica un plan estratégico que orientará a la compañía durante los próximos cinco años según las siguientes líneas de acción:

1. Reforzar el desarrollo de tecnología propia y la inversión en nuevas oportunidades y áreas de negocio para tener fuerte crecimiento, sobre todo en la ampliación de la base de sus clientes.
2. Incrementar la participación en el segmento de aviación de negocios y regional, identificado como el de mayor dinamismo en el próximo ciclo y clave para una posible entrada posterior al segmento del avión de pasillo único.



SAN LUIS POTOSÍ

Datos PEI San Luis Potosí		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	346.38	18
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	124.69	17
Unidades económicas 2014	88,154	19
Total proyectos presentados	521	15
Total proyectos apoyados	205	12
Efectividad estatal	0.39	1
Calificaciones	84.02	26
Monto total invertido	1,519.75	14
Monto público invertido	772.36	13
Proporción privado / público	0.97	15
Proporción invertido en vinculación	0.31	12
Nivel de innovación promedio inicial	3.82	26
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.67	25
Avance en nivel de innovación	2.85	13

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1 . Un chicle cuyo proceso productivo es eficiente y amigable con el medio ambiente²⁰⁰

Cuando masticamos un chicle ponemos atención a su presentación, textura y, sobre todo, a su sabor, pero desconocemos el conjunto de procesos que deben pasar antes de que la goma de mascar llegue a nuestra boca y, más aún, todos los residuos que se generan en su producción y que podrían atender contra el medio ambiente, en caso de que el productor no disponga de procesos sostenibles.

Canel's es un grupo industrial con tradición que data de 1925, comprometido con la satisfacción óptima del consumidor, ofreciendo productos de alta calidad. Durante sus casi 90 años de presencia en el mercado, Grupo Canel's ha demostrado ser una empresa innovadora caracterizada por el desarrollo constante de productos y su preocupación por el cuidado del medio ambiente.

Bajo esta lógica, en 2015 la empresa decidió implantar una plataforma tecnológica que le permitiera mejorar las propiedades físicas y organolépticas de la goma de mascar, para darle mayor calidad y optimizar su proceso de fabricación. Con este propósito, se consideraba necesario disponer de un prototipo innovador para el conformado de los pellets (centro plástico de la goma de mascar), el cual permitiera, de forma secuenciada y sincronizada, facilitar el control automático de las principales variables del proceso, tales como temperatura, humedad, velocidad y posición, de manera que, a su vez, impactara en las propiedades del producto, como son la textura, fluidez, maleabilidad, entre otras.

La empresa tenía como prioridad lograr una producción de pellets uniformes, con mismas dimensiones, que evitara desperdicios y no afectara procesos subsecuentes como el confitado, la incorporación del jarabe e incluso el empaque mismo, en virtud de que, al encontrarse al inicio del proceso productivo, los pellets con imperfecciones alteraban el desempeño del resto de la cadena, con el consecuente impacto en costos, calidad (tamaño, forma) e inocuidad de su producto líder.

La magnitud de este nuevo reto rebasaba sus capacidades internas, motivo por el que comenzó a evaluar vincularse con algún centro de investigación que tuviera el capital humano para desarrollar el prototipo. Así, en el marco de una feria tecnológica, se contactó con el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICIT), particularmente con su División de Matemáticas Aplicadas.

Muchos fueron los retos que debieron enfrentarse durante el proceso de concepción y construcción del prototipo. En principio, lograr empatar las mentalidades entre el personal de la empresa y los investigadores, toda vez que era la primera vez que ambas partes participaban en un proyecto vinculado. Sin embargo, el reto mayor consistió en el desarrollo mismo del prototipo, toda vez que la laminación de la goma de mascar se efectúa bajo altas temperaturas y debe garantizarse que a su paso por el túnel de enfriamiento no registre un choque térmico, lo que implica conocimiento en controles de sistemas dinámicos, variables y procesos.

Los resultados fueron altamente favorables. Hoy el proceso de laminación de la goma de mascar es totalmente uniforme, evitando así la generación de desperdicios y garantizando un flujo de producción con estrictos niveles de control, que permiten reducir tiempos y garantizar la calidad del producto. Es decir, este proyecto tuvo un impacto en la eficiencia productiva de la empresa y, simultáneamente, en la protección del medio ambiente al eliminar importantes cantidades de residuos y requerir un menor uso de energía en su proceso productivo.

Si bien este proyecto logró los objetivos técnicos planteados, tal vez su resultado más valioso fue la valoración, tanto por parte del centro de investigación como por la empresa, de la importancia de la vinculación en el desarrollo de sus actividades. Para el IPICIT este proyecto representó una oportunidad bidireccional: por una parte, aplicar las teorías y el conocimiento con que contaba en sus aulas, y por otra, modelar soluciones para atender problemas reales de la planta productiva. Por su parte, Canel's fortaleció su capital humano en materia de investigación, pero continuó vinculándose con centros de investigación en la búsqueda de soluciones ante nuevas inquietudes en sus productos y procesos. Ambas partes reconocen a esta interacción como un logro derivado del PEI, sin el cual el proyecto hubiera tenido un ritmo más lento de ejecución.

La satisfacción del personal de la empresa y del centro de investigación con los resultados del proyecto es notoria. Como bien dicen, a partir del PEI lograron una interacción que les permitió *ganar-ganar*.

²⁰⁰ **Proyecto 220159.** Prototipo secuenciado para laminación de goma de mascar: textura y mezcla homogénea. Este caso está basado en la entrevista a representantes de la empresa y del centro de investigación.

2. Una herramienta para la detección temprana del dengue²⁰¹

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, en las últimas décadas ha aumentado enormemente la incidencia

a de dengue en el mundo. Más de 2,500 millones de personas están en riesgo de contraer la enfermedad, y se calcula que cada año se producen entre 50 y 100 millones de infecciones, de las cuales 500 mil presentan la fase grave de dengue, estimando que entre 2.5 y 5.4% de los pacientes muere.

Asimismo, se ha observado que los métodos actuales para la detección y confirmación del virus dengue se emplean cuando se presentan los síntomas más severos en el paciente, es decir, durante los 5-12 días después del periodo de incubación, los cuales son identificados mediante pruebas de laboratorio que no son concluyentes, pues presentan ciertos rasgos que disminuyen la confiabilidad. Existe la posibilidad de presentar falsos negativos debido a las reacciones cruzadas con otros flavivirus que se relacionan con la generación de los anticuerpos correspondientes.

En el marco del PEI, la empresa I+D Bio desarrolló una herramienta para la detección y confirmación de infección por virus dengue e identificación del grado de severidad mediante proteínas específicas del hospedero. Este método permite la detección temprana del virus durante los primeros días de contagio (días 1-4), anticipando la aparición de los síntomas físicos, con lo que puede ser tratado oportunamente. En el caso de que ya se presenten los síntomas (días 5-12), es posible confirmar la infección y brindar un pronóstico de severidad para administrar el tratamiento adecuado al paciente.

I+D BIO, empresa perteneciente al grupo empresarial OMICS, tiene como objetivo el diseño y mejoramiento de herramientas biotecnológicas para apoyar en la detección de enfermedades infecciosas y crónicas degenerativas, mediante el uso de las herramientas de la bioinformática. Por ende, sus líneas de investigación y desarrollo de productos se enfocan principalmente en cinco grandes temas: cáncer, síndrome metabólico y diabetes mellitus, enfermedades infecciosas, farmacogenómica y huella genética.

El proyecto, desarrollado en conjunto con la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad del Mayab, propone el uso de proteínas específicas de la infección por virus dengue para la detección, confirmación oportuna y

pronóstico de grado de severidad de la infección. Esto le permitirá al profesional de la salud contar con mayor información para ofrecer un tratamiento oportuno al paciente y, a la vez, coadyuvar al sector salud en la vigilancia epidemiológica de la enfermedad.

3. Autopartes reciclables²⁰²

Una prioridad de la industria automotriz a nivel mundial es reducir el peso de los vehículos sin demeritar su resistencia, incrementar su eficiencia y rendimiento y reducir al máximo sus emisiones de contaminantes.

En esta tendencia, Industrias en Servicios Plásticos Central, empresa alojada en San Luis Potosí, logró incorporar el uso de materiales compuestos de matriz polimérica reforzados con fibras naturales en la fabricación de piezas con aplicaciones automotrices, mediante el desarrollo de un proceso sostenible que permite incrementar el reciclaje al final del ciclo de vida del producto.

Este proyecto, realizado con cobertura del PEI, pretende sustituir partes automotrices fabricadas actualmente por medio de inyección de plástico por un material de matriz polimérica reforzado con fibras naturales. Esta sustitución permitirá la producción de partes automotrices con un potencial de reciclaje de 100% al término de su vida útil. Adicionalmente, se tendrá una disminución de peso debido al decremento en la densidad por el uso de las fibras naturales, lo que reducirá las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Este tipo de fibras son menos densas, lo que asegura en este sector un menor gasto de combustible y una menor emisión de gases. Además, son muy poco agresivas con los equipos y herramientas de procesado comparadas con las fibras sintéticas.

Industrias en Servicios Plásticos Central es una empresa especializada en la fabricación y ensamble de componentes derivados del plástico para los sectores de autopartes, electrodomésticos y de consumo. Ha sido proveedor de más de cinco marcas automotrices reconocidas a nivel mundial, con una excelente calidad y un alto nivel de servicio.

Para desarrollar el material compuesto, la empresa apostó por la vinculación con la Universidad Autónoma de

²⁰¹ **Proyecto 2308133.** Herramienta para la detección del virus y grado de severidad en infecciones por dengue basada en proteínas. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

²⁰² **Proyecto 231288.** Desarrollo de partes automotrices en materiales compuestos de matriz polimérica a base de fibras naturales renovables. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Nuevo León y el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, considerando todo el desarrollo tecnológico de la cadena de producción, desde la obtención de las fibras naturales, la producción del material compuesto y el proceso de manufactura a nivel piloto para asegurar la calidad del producto final.

Actualmente, las fibras naturales ya están siendo empleadas por diversas empresas como agente de refuerzo de matrices poliméricas. Las principales aplicaciones de estos materiales se encuentran en la industria automotriz, de la construcción, deportiva y de la construcción de mobiliario.

Este proyecto presenta grandes beneficios para la empresa, así como para el desarrollo de proveeduría nacional para la producción de los materiales compuestos. La sustitución de materiales como la fibra de vidrio y plásticos por materiales compuestos sostenibles en industrias como la automotriz traerá grandes beneficios sociales, económicos y ambientales.

4. Pruebas para pedales automotrices²⁰³

Es responsabilidad de las empresas fabricantes de autopartes garantizar a sus clientes un producto que cumpla con las especificaciones, requisitos de seguridad y normas aplicables en todas las fases del producto, desde el diseño y prototipos, hasta la validación del producto y producción en serie.

Batz Mexicana, empresa ubicada en San Luis Potosí, fue fundada en 1963, iniciando como fabricante de herramientas, especializada en la producción de troqueles para estampación. En la década de 1980 empezó a fabricar sistemas automotrices; actualmente, una de sus principales líneas de productos son los módulos de pedales.

Ante las diferentes normas de las empresas de la industria automotriz terminal, Batz reconoció la necesidad de contar con medios de ensayo específicos de alto nivel tecnológico para módulos de pedales, que permitan llevar a cabo pruebas de durabilidad y eficiencia, de manera que esté en condiciones de adaptarse a cada una de ellas. Normalmente, estos ensayos son realizados en la casa matriz de Batz Igorre, en España, lo que incrementa los costos de desarrollo y reduce la competitividad de la empresa.

En consecuencia, bajo la cobertura del PEI, Batz llevó a cabo el diseño y desarrollo tecnológico de un medio de ensayos apropiado para la realización de pruebas de validación para módulos de pedales, evaluando el desempeño durante la vida del producto. También desarrolló un sistema para emular las condiciones de frenado del vehículo en la pedanera, consiguiendo así hacer pruebas reales de durabilidad y eficiencia.

El proyecto consideró diferentes fases, iniciando con la conceptualización y diseño, hasta la fabricación y validación, contando con el valioso apoyo del Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ).

Este banco de ensayos permitirá realizar las pruebas de validación de producto en la etapa de industrialización dentro de Batz Mexicana. Además, permitirá realizar las pruebas de validación de cambios de ingeniería solicitados por el cliente, las cuales son un proceso recurrente durante los primeros años de los proyectos.

Contar con un equipo apto para hacer las validaciones para sus clientes fortalecerá la imagen de Batz en el mercado, lo cual a su vez abrirá la posibilidad de nuevos proyectos, lo que generará más empleos, mayor competitividad y el crecimiento de la planta y sus proveedores.

5. Producción de fluorita con menos agua y energía²⁰⁴

Mexichem Flúor se ha dado a la tarea de avanzar en la investigación y desarrollo de productos de mayor valor agregado, empleando las capacidades y recursos humanos del área de I+D dedicados a este rubro y del aprovechamiento de materias primas, así como de residuos de desecho.

Esta empresa desarrolló un proceso alterno, competitivo e innovador, que incluye impactos positivos al medio ambiente en ahorros de agua y de energía, para incrementar la concentración de mineral desde concentraciones bajas hasta lograr un grado cerámico (superior a 95%) en la primera etapa y grado ácido (superior a 97%) en la fluorita en la segunda etapa.

Dentro de la realización del proyecto se desarrolló un proceso alterno de producción de mineral concentrado

²⁰³ **Proyecto 222836.** Diseño y desarrollo tecnológico de banco modular de ensayos dinámicos para analizar el desempeño de módulos de pedales automotrices. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

²⁰⁴ **Proyecto 222290.** IDT de proceso piloto alterno de beneficio de fluorita, para concentraciones mayores a 95% de FCa2. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

grado ácido a partir de mineral grado metalúrgico, aplicando la tecnología de clasificadores ópticos, reduciendo el consumo de agua, energía y reactivos que utiliza el proceso tradicional de concentración por medio de plantas de beneficio. El proyecto, realizado en estrecha vinculación con la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, contempló la evaluación y validación de procesos y condiciones de operación, el diseño, desarrollo y pruebas de diferentes trenes de proceso para la eliminación de carbonato y sílice, el análisis del material de rechazo para determinar su composición, así como la investigación y desarrollo de procesos que permitan convertir dicho material.

Al igual que otros procesos de concentrado de mineral, Mexichem Flúor tiene ubicados los procesos de flotación en donde el consumo de agua, energía y reactivos resulta crítico

para la operación. Al desarrollar un proceso de concentrado de mineral en seco, la empresa se verá beneficiada al lograr ahorros significantes en el consumo de estos insumos, lo que le generará una ventaja en su posicionamiento en el mercado.

Este proyecto contempló una planta piloto con una capacidad suficiente para probar la tecnología y encontrar todos aquellos parámetros de operación que permitan un nuevo proceso de concentrado de mineral en seco, y que incluyen el uso de las tecnologías de clasificadores con una preparación previa del mineral para ajustar al tamaño requerido por los equipos, un reciclaje del mismo, una clasificación para reducir el contenido de carbonatos y sílice, así como la investigación que permita desarrollar mercados que puedan utilizar el material identificado como rechazo o relave.

E. REGIÓN SUR ORIENTE

La región Sur Oriente concentró un total de 712 proyectos aprobados por el PEI, los cuales representaron una inversión total de 6,924 millones de pesos.

Esta región fue la única en cruzar el umbral de las 3 innovaciones en promedio por proyecto. Asimismo, la región Sur Oriente ocupó la segunda posición en cuanto a número de empleos creados por proyecto, así como en el indicador promedio sobre registros de propiedad intelectual.

Además, la región Sur Oriente presentó uno de los mejores desempeños en lo que respecta a proporción de recursos privados/públicos totales durante la vida del programa, con 1.23 pesos privados invertidos por cada peso del sector público de apoyo.

Los tres sectores²⁰⁵ donde se realizaron las inversiones más vastas fueron:²⁰⁶

- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos²⁰⁷ (1,130 mdp, 209 proyectos).
- **336** Fabricación de equipo de transporte (1,497 mdp, 68 proyectos).
- **311** Industria alimentaria (730 mdp, 75 proyectos).

Los sectores mejor calificados fueron:²⁰⁸

- **333** Fabricación de maquinaria y equipo (87.3, 33 proyectos).
- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos (87.0, 209 proyectos).
- **336** Fabricación de equipo de transporte (86.7, 68 proyectos).

²⁰⁵ Sin incluir aquellos proyectos que no tenían sector específico (ND en la base de datos).

²⁰⁶ Incluye inversión pública y privada.

²⁰⁷ Incluye tecnologías de la información, segundo subsector más apoyado por el PEI.

²⁰⁸ Con al menos 10 proyectos evaluados.

E. 1. Descripción de los casos de éxito



Datos PEI Hidalgo		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	264.24	20
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	90.71	25
Unidades económicas 2014	313,013	3
Total proyectos presentados	604	13
Total proyectos apoyados	219	10
Efectividad estatal	0.36	6
Calificaciones	83.91	28
Monto total invertido	1,571.98	13
Monto público invertido	821.56	12
Proporción privado / público	0.91	17
Proporción invertido en vinculación	0.29	16
Nivel de innovación promedio inicial	4.17	17
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.80	19
Avance en nivel de innovación	2.63	17

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Diseño, prototipo de amortiguador de vibraciones por resortes para maquinaria de 10 toneladas²⁰⁹

En el campo de las vibraciones mecánicas, la amortiguación es el fenómeno por el cual la energía mecánica se disipa en los sistemas dinámicos. Ejemplo de ello son los vehículos que día con día utilizamos para desplazarnos: cuanto mayor es la disipación de energía menor será la probabilidad de grandes amplitudes de vibración o altas radiaciones de ruido.

Al estudiar el amortiguamiento, es necesario considerar las distintas configuraciones de los elementos mecánicos o de materiales con el fin de lograr disipar una cantidad de energía suficiente para disminuir las fallas de los elementos sometidos a vibraciones por causa de deformaciones cíclicas y que provocan la fatiga de materiales.

Resortes de Hidalgo, S.A. de C.V. (REHISA), decidió ampliar su cartera de productos y desarrollar un nuevo sistema de amortiguador de vibraciones por resortes para soportar maquinaria de hasta 10 toneladas, el cual permite cumplir con especificaciones técnicas como la resistencia a la masa de la máquina, la resistencia a la fricción y recubrimientos superficiales como autoparte que permita eliminar el vencimiento de resortes. Estas características son diferenciadores importantes y brindan ventajas comparativas a la empresa frente a otras empresas del sector.

REHISA es una empresa mexicana fundada en 1988, pionera en el diseño, desarrollo y fabricación de varios tipos de resortes, muelles, troquelados, maquinados y productos metálicos especiales para alta producción y mantenimiento. Tiene como principales clientes empresas de la industria automotriz, alimenticia y minera.

Actualmente, REHISA cuenta con un área de investigación y desarrollo, un departamento de ingeniería y tres departamentos de producción, donde son diseñadas y fabricadas piezas de acuerdo a los requerimientos de los clientes, las cuales son verificadas mediante pruebas de fuerza, resistencia, dureza, análisis de composición química, etc.

Por las características de este nuevo sistema, fue necesario diseñar un prototipo de equipo para evaluar el vencimiento de los resortes que estarán incorporados en el

amortiguador. Esta máquina permite medir las deformaciones del resorte al llevarlo momentáneamente a la posición de máxima compresión posible de manera automática (un proceso que se hacía de forma semiautomática).

Después se realizó el diseño conceptual del resorte del sistema mediante la generación de modelos 3D, la fabricación de muestras físicas para el sistema de amortiguamiento y finalmente se hicieron las pruebas con el prototipo de máquina de medición que se describió en el párrafo anterior, para entonces integrar estos resortes al resto del sistema (placa y buje).

En la vinculación se contó con la participación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), para el diseño y desarrollo del prototipo de evaluación de vencimiento de los resortes; asimismo, la realización de diferentes análisis: dimensiones de los diferentes tipos de resortes, fuerza requerida para la compresión de los resortes, entre otros.

El proyecto también contó con la ayuda de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepéji, que llevó a cabo los estudios y análisis de los diseños de los dispositivos para centrado y unión del ensamble placa-buje del amortiguador.

La realización del proyecto permitió la formación de capital humano en el área de investigación y desarrollo de la empresa, particularmente en la transferencia de conocimientos sobre el proceso de unión de la placa-buje del amortiguador conforme a especificaciones dadas.

Este proyecto ha generado para la empresa ventajas comparativas en el mercado, y ha despertado su interés por seguir trabajando en la creación de nuevas tecnologías y productos para ampliar su participación de mercado.

2. Sistema de escaneo corporal en 3D con aplicaciones biomédicas²¹⁰

La ingeniería biomédica es la integración de tecnologías aplicadas al sector salud en forma de equipos, prótesis y dispositivos médicos. PH Devices R&D desarrolló una aplicación biomédica basada en un sistema de escaneo corporal en 3D, que tiene como objetivo mejorar la fase de diagnóstico y seguimiento de tratamientos nutricionales.

²⁰⁹ **Proyecto 221323.** Diseño, prototipo de amortiguador de vibraciones por resortes para maquinaria de 10 toneladas. Este caso está basado en una entrevista realizada a representantes de la empresa y de cada institución de educación superior.

²¹⁰ **Proyecto 230362.** Desarrollo e integración de una plataforma automática giratoria, gestor en la nube y nuevos algoritmos de reconstrucción para un sistema portable de escaneo corporal en 3D con aplicaciones biomédicas. Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa y un representante del centro de investigación.

Este proyecto supera en calidad los instrumentos empleados actualmente, pues tanto en la fase diagnóstica, como en el seguimiento de enfermedades derivadas de la obesidad, recurren a una valoración nutricional con antropometría (estudio de las proporciones y las medidas del cuerpo humano).

El nuevo sistema planteado permite determinar el diagnóstico, tratamiento y seguimiento a partir del escaneo tridimensional del cuerpo, así como la colocación automática de puntos anatómicos sobre el modelo resultante y la derivación de medidas antropométricas homologadas internacionalmente. Este proyecto derivó en la obtención de un prototipo funcional del sistema de escaneo corporal 3D v2.0, con notorias mejoras principalmente en los algoritmos para establecer métricas, optimizar la energía y encriptar los datos obtenidos.

PH Devices R&D nació como empresa a partir de la necesidad de concretar diversas ideas tecnológicas enfocadas al desarrollo de nuevos productos y servicios de innovación que den un valor agregado al consumidor. Sus líneas estratégicas son: sistemas de monitoreo de actividad física, escáner corporal 3D y biosensores. Su misión es utilizar estratégicamente las nuevas tecnologías para incrementar el beneficio social con productos innovadores de alto impacto tecnológico a un bajo costo.

Cabe resaltar que el proyecto ha sido desarrollado desde 2015 con apoyo del PEI, finalizando ya una primera versión portable de escaneo corporal 3D, que actualmente se encuentra a la venta. Esta primera versión tenía muchas áreas de oportunidad en función de nuevos avances tecnológicos y un mayor conocimiento de la empresa, que son incorporados en este proyecto. Por ejemplo, la utilización de un sensor 3D de última generación y mayor resolución, nuevos algoritmos de reconstrucción 3D que agilizarán el procesamiento digital y un sistema de administración multiplataforma en la nube con visualización 3D para un mejor diagnóstico.

El sistema de escaneo en 3D que aborda el proyecto cuenta con un módulo de comunicación y autosostenibilidad energética, un sistema digital para el monitoreo de alarmas y control de carga. Asimismo, fueron implementados nuevos sensores de posición angular que combinados con una plataforma automática giratoria eliminan el ruido en la captura de datos.

El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo a partir de la vinculación de PH Devices R&D con el Instituto Tecnológico

Superior de Huichapan (ITESHU) y la Universidad Politécnica de Pachuca (UPP), las cuales enfocaron sus esfuerzos en el sistema de escaneo corporal v2.0, en el cual se llevó a cabo el diseño de una interfaz de comunicación escáner-procesador, la puesta en marcha del sistema operativo y librerías para escaneo 3D; el desarrollo del software para obtención de datos del sensor y del código de los puntos de referencia sobre el modelo de la persona reconstruida, la visualización de resultados y de valores estadísticos obtenidos, así como de los diseños de interfaz gráfica.

Dichos resultados dieron pauta a la publicación de resultados en distintos congresos nacionales y el trámite de registro de la patente del dispositivo, así como la contratación de posiciones especializadas de trabajo en PH Devices R&D.

3. Revista digital interactiva 3D con realidad aumentada para los pueblos mágicos de México. Segunda etapa²¹¹

El Programa de Pueblos Mágicos y Destinos Prioritarios (PROMÁGICO) fue establecido por la SECTUR para otorgar subsidios a las entidades federativas con el objetivo de diversificar y mejorar la calidad de estos destinos, productos y servicios turísticos, así como estimular y fomentar la inversión pública y privada, para generar derrama económica, empleo, desarrollo social y económico en beneficio de la comunidad receptora, así como mejorar la infraestructura e imagen urbana de las localidades.

“El turismo es un ramo prioritario en Hidalgo y México, principalmente en sus Pueblos Mágicos que resaltan por su belleza y cultura”. Esta fue el área de oportunidad que Learning by Digital Technologies, S. de R.L de C.V., observó en 2015. Desde ese año y con apoyo del PEI crearon 15 revistas digitales interactivas 3D para algunos de los pueblos mágicos de México, situados en diferentes estados de la República Mexicana, disponibles para los sistemas operativos IOS y Android, como primera etapa.

Learning by Digital Technologies es una empresa creada por especialistas en el área tecnológica de la animación y software para dar soporte a proyectos orientados a los sectores turístico, educativo, empresarial y social del país. La empresa ha realizado aplicaciones especializadas para distintos sectores utilizando realidad aumentada y modelado 3D con la utilización de software.

²¹¹ **Proyecto 230146.** Revista digital interactiva 3D con realidad aumentada para los pueblos mágicos de México. Segunda etapa. Este caso está basado en una entrevista realizada a representantes de la empresa y de cada institución de educación superior.

Como segunda etapa, que también fue apoyada por el PEI, se realizó un proceso de actualización de software y hardware de la empresa, lo que permitió el desarrollo de 16 revistas interactivas más y así completar los pueblos mágicos de los estados faltantes.

Dentro del proyecto, se implementó el uso del GPS en tiempo real, la presentación auditiva de cada estado con su principal lengua, se adicionaron elementos gráficos para los contenidos existentes y se sumó un asistente virtual a contenidos de las etapas primera y segunda.

El desarrollo tecnológico está disponible para *smartphones* y *tablets*. Cada revista está desarrollada en los idiomas de inglés y español, lo que permitirá tener un atractivo más para la atracción de turismo en el corto y mediano plazo.

Como parte de la vinculación, en la Universidad Politécnica de Pachuca se realizaron actividades de programación y estructura de cada revista, así como textos, audio recorridos, edición, pantallas, entre otros. Se utilizó también un laboratorio especializado, para realizar el renderizado de imágenes y elementos en RA y 3D, a partir de la coordinación de doctores y maestros especializados en el área tecnológica para creación de aplicaciones móviles y software.

La Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo puso a disposición sus conocimientos en el modelado 3D y animación, participó activamente en conjunto con Learning by Digital Technologies y se encargó de proveer los monumentos representativos de los pueblos mágicos en realidad aumentada, artesanías y otros elementos 3D, incluyendo la creación de un asistente animado que se colocó en las revistas.

Los resultados del proyecto son los siguientes:

- Dar a conocer mediante un instrumento tecnológico a turistas extranjeros y nacionales la historia y la cultura de los distintos pueblos mágicos que tiene México.
- La obtención de la protección intelectual, industrial y de modelo de utilidad, por medio del Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual y el Instituto Nacional del Derecho de Autor, para esta segunda etapa del proyecto.
- Se realizaron conferencias para la promoción del desarrollo tecnológico en el campo del turismo, contribuyendo a la consolidación de la empresa en dicho sector.

4 · Nuevos procesos técnicos para la elaboración de helados²¹²

En la producción de helados y paletas un ingrediente fundamental es la base mix o base para helado, que generalmente contiene agua, sólidos lácteos, grasas vegetales, azúcares, estabilizadores y conservadores. Para lograr las propiedades fisicoquímicas y sensoriales adecuadas del producto, las grasas y azúcares se añaden en porcentajes elevados y esto limita su consumo por parte de sectores específicos de la población tales como diabéticos, hipertensos, intolerantes a la lactosa y personas con sobrepeso y obesidad, que son patologías que encabezan las listas de morbilidad en el nuestro país.

Helados Milky Mich, S.A. de C.V., desarrolló una estrategia para contribuir a la disminución de riesgos para la salud ocasionados por el consumo de azúcares. Para lo anterior diseñaron productos con la finalidad de eliminar la lactosa presente, su aporte calórico, contenido de grasas y la sustitución parcial o total de sacarosa. Todo ello en la búsqueda de que estas nuevas formulaciones tengan las mismas percepciones sensoriales que las originales con la incorporación de nuevos componentes. Con el proyecto, se completó una planta piloto experimental para la fabricación y comercialización de las bases para helado a nivel nacional e internacional.

Helados Milky Mich es una empresa dedicada a la producción y comercialización de bases para helado y congelados. Actualmente cuenta con cuatro centros de distribución: Tocombo, Michoacán; Ciudad Sahagún, Hidalgo; Puebla, Puebla, y Ciudad de México. Su misión es posicionarse como una empresa altamente competitiva en la comercialización de helados y paletas, mediante el desarrollo de una red de ventas eficiente y productiva.

Debido a que la tendencia en la industria alimentaria es la elaboración de productos bajos en calorías, con propiedades que proporcionen algún beneficio al organismo, Milky Mich realizó el proyecto de tecnificación del proceso de elaboración de bases lácteas, en donde se obtuvieron tres fórmulas de bases para helado funcionales (*light*, deslactosada y con probióticos), para diversificar los productos que ofrece la empresa en el mercado alimenticio. "Nuestro principal reto fue iniciar el trabajo con enzimas y sus aplicaciones ya que no teníamos experiencia tecnológica", a decir de un representante de la empresa.

Milky Mich trabajó en conjunto con la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), hizo uso de su

²¹² **Proyecto 230857.** Tecnificación del proceso para la elaboración de helados funcionales. Este caso está basado en una entrevista realizada a representantes de la empresa y del instituto de educación superior.

infraestructura de laboratorio y otros equipos necesarios para llevar a cabo la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la materia prima y del producto terminado.

Los especialistas vinculados realizaron el proceso para la fabricación de helados con probióticos definiendo el microorganismo ideal. Se estudiaron distintas combinaciones de temperatura y tiempo para el proceso de pasteurización, factor clave para disminuir toda la flora de microorganismos y la totalidad de los agentes microbianos patógenos, alterando en lo mínimo posible la estructura física y química de la leche y las sustancias con actividad biológica, tales como enzimas y vitaminas.

Este proyecto marcó la pauta para tener una extensión del sistema de gestión de inocuidad y calidad ISO 22000. La tecnificación del proceso dotó a la empresa de nuevas fórmulas, las cuales abren otra rama de productos nuevos, para finalmente buscar un crecimiento de 8% en ventas durante 2017, al mismo tiempo que se obtuvieron los cuadros nutricionales de los helados funcionales.

5. Reducción de acrilamidas en proceso de botanas fritas²¹³

La acrilamida es una sustancia química útil en diversos procesos industriales: para el tratamiento de agua, en las industrias del papel y textil, en la manufactura de sustancias químicas orgánicas y colorantes, entre otras.²¹⁴ Según el Instituto Nacional de Cáncer de EUA, se ha estudiado la relación que este compuesto y sus concentraciones tienen con el padecimiento del cáncer, pero sin alcanzar evidencia concluyente. Así, tanto la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) declararon que las concentraciones de acrilamida en los alimentos representan una “gran preocupación y es necesario llevar a cabo más investigaciones para determinar el riesgo de la exposición a la acrilamida en los alimentos”.

Con la necesidad de ser una marca nacional con perfil saludable e iniciar exportaciones que cumplan con normativas y legislaciones, Fritos Totis, S.A. de C.V., creó un proyecto para optimizar procesos tecnológicos de producción de botanas, el cual permite alinear sus productos a un mejor perfil

nutricional, tener un menor impacto ambiental y desarrollar una técnica propia para la medición de acrilamida. Lo anterior le permitió la disminución de concentraciones de acrilamida en 50% en sus productos.

Fritos Totis es una empresa mexicana, fundada en 1987 y que se ubica actualmente en el Tizayuca, Hidalgo, con dos plantas de producción. Su objetivo es elaborar y comercializar productos alimenticios con altos estándares de calidad; en 2014 lanzó su primer producto de la línea de papas fritas: Pap's.

Para el proyecto se generaron dos técnicas: la primera basada en la cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) con detector de fluorescencia, el cual es un análisis que permite la separación de gases o líquidos de una mezcla por absorción selectiva, produciendo manchas en el medio absorbente para determinar la presencia de acrilamida; la segunda, una calorimetría diferencial de barrido, basada en el monitoreo de aceites para limitar la aparición de acrilamida y optimizar tiempos de freído (los rastros de acrilamida se generan en ciertos alimentos calentados a más de 120°C).

La vinculación con el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo fue esencial para la realización de este proyecto, ya que a partir de su amplia experiencia en el área de alimentos y técnicas analíticas, se realizó el proceso de optimización en la extracción y purificación de acrilamida. De igual manera, se optimizaron equipos cromatográficos con distintos detectores para el desarrollo de una técnica analítica basada en HPLC.

Como resultado final, surgió el proceso que permitió la reducción de las cantidades de acrilamida en papas fritas. Asimismo, se logró perfeccionar la técnica analítica basada en HPLC con detector de fluorescencia que permite determinaciones de la concentración de acrilamida.

A decir del representante de la empresa: “Cumplimos nuestro objetivo, pero también tuvimos otros resultados que no sólo ayudaron a la empresa sino a la investigación”, ya que se publicaron artículos científicos sobre la reducción de acrilamida y la investigación de calorimetría diferencial de barrido (DSC), como técnica termoanalítica en el monitoreo de deterioro de aceites.

La puesta en marcha de este proyecto ha permitido que la empresa de Fritos Totis visualice versiones mejoradas de

²¹³ **Proyecto 232271.** Reducción de acrilamidas en proceso de botanas fritas y desarrollo de técnicas de bajo impacto ambiental para monitoreo de acrilamida y degradación de aceite.

Este caso está basado en una entrevista realizada a un representante de la empresa.

²¹⁴ Agencia de Protección Ambiental de los EUA: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/acrylamide.pdf>.

sus productos, a fin de proteger los ingresos y ventas actuales para evitar pérdidas derivadas de nuevas regulaciones y problemas de vida de anaquel por malos controles operativos.

Estos productos serán distribuidos a nivel nacional y también en los siguientes países: Estados Unidos, China, Guatemala, Honduras y El Salvador.



OAXACA

Datos PEI Oaxaca		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	257.15	22
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	63.69	31
Unidades económicas 2014	177,954	8
Total proyectos presentados	215	25
Total proyectos apoyados	84	22
Efectividad estatal	0.39	2
Calificaciones	84.73	22
Monto total invertido	457.85	25
Monto público invertido	252.46	24
Proporción privado / público	0.81	25
Proporción invertido en vinculación	0.31	10
Nivel de innovación promedio inicial	3.97	23
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.38	30
Avance en nivel de innovación	2.41	24

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Mejorar la producción artesanal del mezcal mediante procesos ecológicos²¹⁵

El objetivo de este proyecto es mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ecológico en el proceso artesanal para la obtención del mezcal.

Para alcanzar este objetivo se trabajó de manera coordinada con Universidad José Vasconcelos de Oaxaca, institución con la que la empresa Mezcalería Chagoya tiene una vinculación integral que ha permitido mejorar los procesos de producción, envase y presentación del mezcal, gracias que cuenta con personal especializado y experimentado, además de la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto.

El proyecto contribuyó a la ampliación de la capacidad instalada en la fábrica, la instalación de la envasadora, la construcción de la cava de añejamiento, así como la diversificación de productos. Mezcalería Chagoya se constituyó en 2013, y sus actividades datan desde 1896 en Santo Domingo del Valle (hoy Villa de Díaz Ordaz) Tlacolula, Oaxaca. Su misión es ofrecer productos de calidad para todos los niveles y estratos socioeconómicos a partir de productos de alto valor agregado mediante la innovación.

Asimismo, la infraestructura y el personal especializado que aportó la Universidad Autónoma de Oaxaca fueron de gran valor debido a que respondieron con eficiencia a las necesidades de la empresa y los requerimientos del mercado para la producción de agave mezcalero.

Mezcalería Chagoya enfrentó retos en el desarrollo del proyecto, los cuales se solventaron conforme el avance de las etapas implementadas: recopilación de información bibliográfica para el desarrollo del proyecto, el proceso de producción artesanal, el rediseño de los procesos y los flujos de la materia prima que preserven la cualidad de artesanal.

Bajo esta modalidad, se logró disminuir el consumo de energía y el impacto ecológico, y se desarrollaron protocolos para disponer de los residuos como son: cenizas, bagazo, vinazas, hojas de agave y agua de refrigeración. También se logró cuantificar el impacto de las modificaciones en los procesos de producción e identificar nuevas áreas de mejora.

Actualmente, la empresa cuenta con un plan para protección industrial no sólo de sus procesos sino de los productos elaborados.

La meta de Mezcalería Chagoya es consolidarse como una empresa líder en México, abriendo nuevos mercados como España, Brasil, Italia y China, a fin de aprovechar el creciente gusto por el mezcal en los mercados internacionales.

2. Desarrollo de plantas *in vitro* para la preservación y reproducción del agave mezcalero²¹⁶

El objetivo de este proyecto es establecer un banco de germoplasma *in vitro* de agaves mezcateros para garantizar la conservación de aquellas especies que se encuentran amenazadas por causas, tanto naturales como económico y sociales. Este desarrollo permitirá a las empresas productoras de mezcal aumentar sus niveles de producción debido a que las actuales cosechas de agave limitan el ritmo de crecimiento.

Actualmente no hay ninguna empresa que aplique investigación a procesos de producción de maguey para la fabricación de mezcal artesanal. La tecnología existente es la que se encuentra aplicada a la producción de maguey para la obtención de tequila.

No existen en el mercado empresas que estén realizando una investigación similar, lo que daría a la empresa Los Danzantes la ventaja competitiva de tener presencia única como productores de agaves.

Los Danzantes tiene como misión ofrecer un producto artesanal basado en un proceso de producción tradicional de elaboración a base de distintas variedades de agave de la región de Oaxaca. Con el apoyo y financiamiento del PEI, la empresa ha alcanzado su objetivo de desarrollar investigaciones sobre la micropropagación y conservación de germoplasma de agaves mezcateros del estado de Oaxaca para su preservación y reproducción.

El desarrollo de este proyecto fue posible con la colaboración del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY), y la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), los cuales han contribuido al desarrollo de la tecnología de

²¹⁵ **Proyecto 230247.** Mejora de la eficiencia energética y reducción de la huella ecológica en el proceso artesanal de obtención de mezcal. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

²¹⁶ **Proyecto 231163.** Conservación y propagación de germoplasma de agaves mezcateros en el estado de Oaxaca. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

la empresa desde 2014. Con el apoyo de estudiantes e investigadores se amplió el espectro de estudios sobre la propagación y conservación de germoplasma mezcalero. De esta manera, la cooperación empresa-academia ha resultado exitosa para la implementación del proyecto.

Los Danzantes enfrentó diversos retos que se resolvieron mediante la vinculación y el trabajo conjunto con las instituciones, las cuales coadyuvaron en las líneas de investigación de las especies en peligro de extinción, estableciendo protocolos de micropropagación para la conservación y reproducción de las plántulas. Con ello se desarrolló un modelo en el que se relacionaron tanto la reforestación como la multiplicación *in vitro* del producto.

Con los resultados de este proyecto se logró establecer protocolos óptimos para la propagación de variedades y especies de agave, la generación de una cadena productiva sostenible, que asegure la disponibilidad de materia prima para la elaboración de mezcal de agaves silvestres en el mediano y largo plazo, promover la producción de agaves con la calidad y eficacia que exigen los mercados, así como disminuir la migración al incrementar el empleo y la derrama económica de las regiones mezcateras.

El apoyo del PEI permitirá a Los Danzantes consolidarse como una empresa líder en el mercado, siendo la principal abastecedora de plántulas de calidad a los productores de mezcal, contribuyendo al aumento de la producción en México y asimismo atender posteriormente la demanda del mercado internacional.

3. Elaboración de un sistema de construcción de prefabricado para vivienda de interés social²¹⁷

Este proyecto consiste en el desarrollo de un sistema de construcción para vivienda con base en la elaboración de tabletas prefabricadas mediante concreto ligero y columnas que se unen a las tabletas, las cuales tienen un diseño especial en el que se utiliza acero estructural y concreto. El objetivo es hacer más eficientes las configuraciones en términos de resistencia, disminución de materiales y de tiempos de construcción, acorde a las necesidades actuales del mercado.

Existe un gran mercado por atender tanto a nivel regional como nacional, por lo que la construcción de viviendas

de interés social se ha convertido en un factor importante de crecimiento de la economía mexicana. Se estima que la tasa de crecimiento anual de este segmento es de 30% y anualmente se genera una necesidad de entre 600 mil y 700 mil nuevas viviendas.

Para la empresa NOVALOSA esta situación representa una gran oportunidad, considerando que cuenta con la experiencia de proyectos desarrollados con el apoyo del Conacyt desde 2012 y que han generado soluciones eficientes para las necesidades detectadas en el mercado de la construcción en el estado de Oaxaca y en el territorio nacional.

El trabajo conjunto de la empresa con la Universidad Anáhuac de Oaxaca y la Universidad Autónoma de Chiapas ha permitido una vinculación integral que se traduce en fortalecimiento y en el cumplimiento de los objetivos establecidos. Las instituciones educativas realizaron la validación teórica y experimental de las mejoras de materiales, caracterizando su comportamiento estructural. El sistema mejorado a base de estructuras compuestas o mixtas (acero estructural y concreto) continúa representando un área de innovación en el sector de la construcción.

El apoyo y financiamiento del PEI permitió a la empresa concluir el proyecto en un periodo de 12 meses. Sin este apoyo, las circunstancias y el desarrollo del mismo hubieran tomado un periodo mucho mayor para concretarse.

Los resultados de este proyecto han permitido mejorar el diseño del sistema construcción prefabricado para viviendas a base de elementos especiales mixtos de acero estructural y concreto, lo cual brindará mayores ventajas en resistencia, seguridad, durabilidad, comodidad, vida útil y economía. Además de facilitar el sistema de autoconstrucción, se considera que el proyecto tendrá un impacto importante en el sector social de bajos recursos, el cual podrá acceder a esta tecnología gracias a sus costos reducidos.

Con la optimización de este sistema la empresa tiene contemplado ofrecerlo en el mercado bajo un sistema de comercialización directo y dirigido principalmente a la industria de la construcción de viviendas de interés social. Este proyecto también representó un avance importante en el modelo de negocio de Novalosa, así como para el estado de Oaxaca, donde se requiere de nueva tecnología para cubrir la demanda creciente de vivienda para la población de bajos recursos.

²¹⁷ Proyecto 222576. Optimización del sistema constructivo prefabricado mixto a base muros y elementos especiales de soporte para la construcción de viviendas de desarrollo social. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

4. Elaboración de suplementos alimenticios en base al amaranto²¹⁸

El objetivo del proyecto es incrementar la oferta de productos con mayor valor nutricional, mediante la mejora de los procesos de producción y elaboración del amaranto con fundamento en el desarrollo y la innovación tecnológica de la empresa.

Para la implementación de este proyecto se construyó un prototipo de máquina semiautomatizada para fabricar diferentes productos de amaranto con diseños distintivos, así como la investigación tecnológica para el desarrollo los procesos que faciliten la obtención de resultados y que tengan un mayor impacto en el mercado.

La vinculación que realizó la empresa Amaranto de Mesoamérica para el Mundo con los centros de investigación y las universidades permitieron desarrollar el proyecto en un menor tiempo y con mejores resultados. Con el Departamento de Investigación en Ingeniería de la Universidad Anáhuac de Oaxaca se trabajó en el diseño y fabricación de dos prototipos de máquinas para tecnificar el proceso de elaboración de la alegría de amaranto, mientras que con la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca, mediante el uso de sus laboratorios, se trabajó en aumentar las capacidades creativas y tecnológicas para la elaboración del producto.

En este proceso, los retos que enfrentó la empresa fueron diversos. Los principales fueron el desarrollo de una bebida reformulada para analizar su reacción a la implementación de ingredientes y que fuera apta para el consumo humano, y el diseño de una maquinaria acorde a las especificidades del producto y su proceso de elaboración.

Amaranto de Mesoamérica para el Mundo es una sociedad pequeña que trabaja con productores de los Valles Centrales y Sierra Sur de Oaxaca, para aprovechar el amaranto en la producción de alimentos de alto valor nutrimental. Con el apoyo y financiamiento del PEI, la empresa cumplió sus dos objetivos: lograr la elaboración de una nueva línea de productos tipo suplemento alimenticio y la construcción de dos equipos prototipo que forman y envasan los productos de amaranto.

El apoyo y financiamiento del PEI no sólo contribuyó a concluir el proyecto reduciendo sus costos, sino que permitió abreviar el tiempo a un periodo de un año, lo que en otras circunstancias hubiera tomado un periodo más largo. Derivado de la vinculación que realizó la empresa con las instituciones académicas arrancó el proceso de proteger la propiedad industrial generada, a partir de herramientas legales para salvaguardar la investigación y los conocimientos adquiridos.

El resultado del proyecto permite a Amaranto de Mesoamérica producir variedad, buen diseño en la presentación y calidad nutricional de sus productos, lo que los hace más atractivos en el mercado. La empresa tiene como propósito continuar trabajando en la vinculación con instituciones de educación superior para elevar el sustento científico del proyecto.

5. Elaboración de un producto lácteo fermentado para una buena salud intestinal²¹⁹

La innovación en este proyecto se sustentó en desarrollar un producto a partir del suero lácteo que es un producto con alto contenido proteico. Para ello, se estableció el objetivo de integrar e implementar un laboratorio de investigación para la recuperación y estudio de suero de leche que aumente las capacidades de innovación y que permita el desarrollo de un nuevo producto denominado Lizkarin.

Lizkarin es un producto lácteo fermentado que contiene el *Lactobacillus casei Shirota*, que son probióticos (bacterias) que tienen la capacidad de llegar vivos a los intestinos mejorando las propiedades de la flora, lo que repercute en una mejora de la salud intestinal y a una mejor digestión. Este producto, a diferencia de las marcas que ya están en el mercado, es de origen natural y tiene su propia fórmula.

Procesadora de Lácteos La Nona es una empresa mexicana ubicada en el estado de Oaxaca, su misión es el desarrollo y la innovación tecnológica de la leche y sus derivados siendo su especialidad los procesos para la elaboración y obtención de productos lácteos. El apoyo financiero del PEI permitió a la empresa integrar e implementar un laboratorio piloto de investigación para la recuperación y el estudio de suero de leche natural.

²¹⁸ **Proyecto 232845.** Desarrollo productos de amaranto con valor agregado mediante el diseño de equipos para la elaboración de alegrías y la formulación de una base proteica de amaranto.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²¹⁹ **Proyecto 233114.** Integración e implementación de laboratorio para recuperación y estudio de suero de leche natural que permita la creación de nuevos productos con propiedades orgánicas de alto valor agregado.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

La vinculación lograda con los centros de investigación y las universidades fue de gran valor para mejorar el modelo de gestión tecnológico que la empresa lleva a cabo desde 2014. De manera conjunta con la Universidad Anáhuac de Oaxaca y la Universidad Tecnológica de la Mixteca, se apoyó el trabajo de los investigadores para el desarrollo del proyecto. Esta vinculación también dio como resultado un aumento en las capacidades de innovación y permitió el desarrollo del producto denominado Lizkarin, lo cual se concretó en un periodo de 12 meses.

Para las instituciones de nivel superior, la vinculación con este proyecto resultó en una experiencia exitosa porque respondieron con la capacidad técnica y de investigación a los requerimientos de la empresa durante todo el proceso, así como a las exigencias del mercado del sector lechero.

El establecimiento del laboratorio piloto también generará un impacto regional, si se considera que la empresa atenderá a los productores de la zona, facilitándoles el acceso a estas tecnologías a costos accesibles, lo que beneficia a la comunidad e impulsa la economía.

Con la conclusión del proyecto y la concreción del laboratorio piloto se provee a la empresa de las capacidades tecnológicas y científicas necesarias para la creación de nuevos productos. En este sentido, se inició el trámite de registro ante el IMPI para la protección del proceso de investigación y la fórmula.



PUEBLA

Datos PEI Puebla		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	557.88	10
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	89.19	26
Unidades económicas 2014	251,318	4
Total proyectos presentados	760	11
Total proyectos apoyados	174	15
Efectividad estatal	0.23	29
Calificaciones	86.95	10
Monto total invertido	2,700.20	5
Monto público invertido	1,078.03	7
Proporción privado / público	1.50	2
Proporción invertido en vinculación	0.24	23
Nivel de innovación promedio inicial	4.27	12
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.23	3
Avance en nivel de innovación	2.96	8

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Fabricación de nuevas piezas para la industria automotriz con mayor dureza y menor costo que incrementan la seguridad²²⁰

Este proyecto consiste en el desarrollo de una nueva preparación de materia prima, cuya alta dureza en la parte externa y una menor dureza en la parte interna es capaz de prevenir y terminar con el problema de las fisuras y la falta de homologación de durezas que prevalecía en los procesos anteriores para la fabricación de piezas automotrices.

Constituida en 1998 y ubicada en Huejotzingo, Puebla, la empresa Thyssenkrupp Presta de México se ha ido posicionando dentro del mercado automotriz en productos como columnas de dirección, flechas intermedias, tubos para columnas de dirección y piezas forjadas en frío contando para ello con un centro de investigación desarrollado en colaboración con el Conacyt en 2004, en el que se diseñan y elaboran nuevos productos y procesos para la industria automotriz.

La semilla que origina este proyecto surge por la investigación realizada por la empresa en el área de forjado en frío, debido a que este es un proceso poco común en México, situación que a su vez representa una gran área de oportunidad tanto en el mercado doméstico como en el internacional. En este entorno, con el apoyo financiero proporcionado por el PEI la empresa logró obtener en un lapso menor el resultado técnico y comercial deseado del proyecto.

La contribución brindada por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, (UPAEP) fue determinante para implementar procesos cruciales durante la investigación y desarrollo del proceso de forja en frío, desde la etapa de revisión del estudio del estado del arte y de la técnica hasta el desarrollo del producto final para la construcción del prototipo y su posterior transferencia para el perfeccionamiento. Con base en la coordinación con la UPAEP, se logró que el metal tuviera la resistencia y manejo necesario para obtener el producto acorde para su uso en el área automotriz.

Los resultados de esta investigación apoyada por el PEI han permitido la ampliación de la planta de Huejotzingo, Puebla, en la que se desarrollan nuevos productos con un mayor valor agregado, lo que a su vez ha generado un proceso de sustitución de importaciones, así como el inicio de ventas en el mercado internacional.

El éxito de la empresa se traduce en el logro de un amplio desarrollo tecnológico y el registro de patentes de más de 90 diseños industriales, que posicionan a Thyssenkrupp Presta de México como la primera planta automotriz de forja en frío a dos durezas en el país.

2. Desarrollo de procesos para la fabricación y reparación de cojinetes²²¹

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un proceso de impregnación de metales y segregación a alta velocidad para la fabricación y reparación de cojinetes y recuperación de metales para turbinas, compresores, bombas, reductores y turbocargadores, entre otros. Mediante esta innovación los procesos de fabricación y reparación están altamente controlados con un margen mínimo para el error humano y mayor seguridad para el operador.

Dual Talleres Metal Mecánica, S.A. de C.V., es una empresa mexicana dedicada a ofrecer soluciones integrales a la industria mediante el mantenimiento, reparación, fabricación y reconstrucción de partes, maquinaria, equipo y plantas industriales. Desde su fundación, una de las principales líneas de negocios de Dual ha sido la fabricación y reparación de chumaceras de babbitt bimetálicas y trimetálicas. El proceso que se utiliza ha sido desarrollado a lo largo de los años con el apoyo de expertos en química y metalurgia. Sin embargo, las exigencias cada vez más demandantes del mercado y la competencia han hecho que la empresa tenga la necesidad de invertir en el desarrollo de un proceso más eficiente, automatizado y con mejor calidad para poder brindar a los clientes soluciones innovadoras que les proporcionen una ventaja comparativa.

La empresa cuenta con diferentes líneas de negocios en el área de fabricación de chumaceras y en el de automatización y control, de más reciente creación. Ambas cuentan con personal con una amplia experiencia en fabricación de chumaceras por centrifugado y en automatización y control de procesos.

Los logros alcanzados por la empresa Dual Talleres Metal Mecánica mediante el apoyo otorgado por el PEI se han traducido en éxitos industriales y comerciales, mismos que han permitido desarrollar un innovador proceso de impregnación y recuperación de metales y segregación a la alta velocidad para la fabricación y reparación de cojinetes para diversas industrias.

²²⁰ **Proyecto 221185.** Nuevo proceso de forja en frío, con nueva preparación térmica a dos durezas sin fisuras.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²²¹ **Proyecto 221186.** Desarrollo de un proceso de impregnación de metales y segregación a alta velocidad para la fabricación y reparación de cojinetes y recuperación de metales.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

La vinculación con el Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología-OTC (CUVYTT) de la BUAP fue de vital importancia al proponer y promover mejoras en los procesos industriales del proyecto, aportando personal especializado en caracterización de materiales y con sus laboratorios especializados. Asimismo, en colaboración de la Universidad de las Américas Puebla fue posible llevar a cabo las actividades de pruebas destructivas, de dureza y de análisis químico necesarias para validar el proceso de impregnación y separación de metales.

La empresa cuenta con la patente del proceso de fabricación y se colabora con empresas como Pemex y la CFE. Para 2019 se tiene la expectativa de cubrir 10% del mercado nacional en la fabricación de cojinetes y sus derivados.

3. Desarrollo de sistema de simulación para mejorar la seguridad de los conductores ante situaciones de colisión²²²

Los altos índices de siniestralidad en las carreteras han generado en los fabricantes de automóviles un esfuerzo continuo por incorporar nuevas tecnologías con el fin de hacer más comfortable el vehículo y, al mismo tiempo, aumentar la seguridad en caso de colisión.

La simulación virtual es ahora una herramienta que brinda la posibilidad de estudiar el comportamiento de los vehículos en caso de colisión, logrando de esta manera un mayor y más rápido avance en el campo de la seguridad, que a la postre funja como un medio esencial para su perfeccionamiento. La simulación nos facilita generar diagnósticos fidedignos a fin de conseguir resultados óptimos, sin necesidad de construir un prototipo de verificación.

Para Volkswagen de México este contexto representa un área de oportunidad para el diseño y desarrollo de la tecnología necesaria en los sistemas que integran el laboratorio de simulación de pruebas de impacto, con el fin de modificar sus capacidades en pruebas de hasta 150 veces la fuerza de gravedad, así como la simulación de eventos de ciclo complejo.

Una de las prioridades fundamentales de VW es la seguridad de los clientes, y con el apoyo del PEI se cuenta con

tecnologías de primer nivel en simulaciones para pruebas de impacto en sistemas automotrices, lo que permite una notable mejora en la construcción de vehículos bajo los estándares de seguridad más alto.

Constituida en 1964, Volkswagen de México (VW) es un referente en el mercado automotriz, ensamblando desde sus orígenes el característico sedán en la planta de Xalostoc. En 1965 comenzó la construcción de la planta en Puebla, misma que produjo el primer sedán poblano en octubre de 1967. Para VW resulta de la mayor importancia cumplir con los más altos estándares en los diversos procesos ligados a su oferta automotriz.

La vinculación con la Universidad Autónoma de Puebla fue de vital importancia, al aportar personal especializado y experimentado para la realización del proyecto en diversos procesos tales como: establecer parámetros de diseño en función de los requerimientos de la prueba y el análisis de la información recabada que permita establecer la arquitectura del prototipo.

De la misma manera, la colaboración con la Comunidad Universitaria del Golfo, el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla fue fundamental en el desarrollo de los procesos, cumplimiento de la normatividad y diseño de sistemas.

Con la culminación de este proyecto se ha detonado la formación de centros de innovación regionales y nacionales que son capaces de cubrir las fallas de mercado de servicios de desarrollo e ingeniería especializada. En ese sentido, los resultados obtenidos a través del PEI han permitido a VW de México un incremento de competencias dedicadas al diseño del vehículo en una etapa temprana (nivel prototipo), y la capacidad de ofrecer dentro del grupo VW pruebas técnicas especializadas en simulaciones de impacto.

4. Fabricación de turbinas de vapor para usos industriales²²³

El proyecto nace de las exigencias cada vez más demandantes del mercado y la competencia en los diversos componentes que requieren los equipos dinámicos como las turbinas de vapor para diversos usos industriales.

²²² **Proyecto 222465.** Diseño y construcción de equipo de simulación para pruebas de impacto en sistemas automotrices. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²²³ **Proyecto 231523.** Diseño, desarrollo, fabricación y prueba de un nuevo modelo de turbo de vapor hecha en México con un diseño capaz de soportar desde 100 HP hasta 1,500 HP. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

El objetivo de Dual Talleres Metal Mecánica, S.A. de C.V., es fabricar una turbina a vapor de 1,500 HP de potencia, desarrollando el diseño y los procesos del diseño, fabricación, operación y control de las turbinas para el mercado nacional.

Desde su fundación en 1982, Dual Talleres surgió como una propuesta, en el campo de la ingeniería, para sustituir partes o componentes de equipos industriales cuyos fabricantes originales ya no están en el mercado. La empresa cuenta con más de 160 ingenieros y técnicos especialistas en las áreas de mecánica, eléctrica, electrónica, materiales, soldadura y mantenimiento.

Los resultados obtenidos con el apoyo del PEI permitieron el desarrollo de una turbina a vapor de 1,500 HP de potencia, como producto fabricado en México, orientado en su primera fase al mercado nacional. Este desarrollo abarcó diversos procesos como diseño, fabricación, operación y control que dieron como resultado una turbina que es un producto integral de la empresa.

La colaboración con el Centro Universitario de Vinculación y Transferencia de Tecnología-OTC (CUVYTT) de la Universidad Autónoma de Puebla permitió proponer y promover mejoras en los procesos industriales de Dual Talleres Metal Mecánica, gracias a su centro de investigación y a su personal especializado en simulaciones.

De igual forma, mediante la colaboración de la empresa con la Universidad Tecnológica de Puebla fue posible llevar a cabo el procedimiento de mecanizado de la carcasa de turbina, así como el diseño de los dispositivos necesarios para llevar a cabo el maquinado de la carcasa de turbina.

Lo anterior permitió implementar nuevos procedimientos de manufactura, requeridos para la fabricación de las partes de la turbina, así como los equipos requeridos para este propósito.

Con este desarrollo, Dual Talleres Metal Mecánica participa en el mercado de suministro de turbinas de vapor, aprovechando la experiencia adquirida con el proyecto financiado por el PEI y se posiciona como una empresa que también ofrece servicios refaccionamiento de los equipos.

5. Prótesis de cadera que mejoran el tiempo de recuperación y la calidad de vida de los pacientes²²⁴

La empresa Mextrauma, fundada en Puebla en 1990, tiene como misión satisfacer las necesidades del entorno cambiante en el sector salud por medio del diseño, desarrollo, producción y venta de instrumental quirúrgico e implantes ortopédicos de alta calidad, que contribuya a mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La vinculación que se llevó a cabo con centros de investigación y universidades fue un factor fundamental para fortalecer el modelo de gestión de tecnología que Mextrauma ha implementado desde su fundación. Se estableció una estrecha relación con la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), principalmente con su Facultad de Medicina, con la que se compartieron y apoyaron investigaciones, así como con el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) campus Querétaro, que cuenta con tecnología y un centro de investigación en cerámica que apoya el desarrollo de prótesis articuladas. Ambas instituciones contribuyeron para concluir de manera exitosa la etapa final de la planta piloto para la fabricación de prótesis de cadera cementada y no cementada.

El apoyo y financiamiento otorgado por el PEI permitió culminar la última etapa de la planta piloto en un periodo de 12 meses, lo que en otras circunstancias hubiera tomado de dos a tres años. Para la empresa, los fondos del PEI han constituido la base para la consolidación del proyecto para producir las prótesis de cadera, ya que desde 2012 las tres etapas anteriores del mismo fueron financiadas por este programa.

Para la UDLAP y el CINVESTAV el proyecto también ha resultado de un gran valor al poner su infraestructura y personal especializado a atender y resolver necesidades de las empresas que respondan a los requerimientos del mercado como en este caso en el sector salud.

Como todo proceso innovador, Mextrauma enfrentó diversos retos los cuales se fueron resolviendo mediante la vinculación y el trabajo conjunto con CINVESTAV y la UDLAP. Uno de los más importantes fue pasar la prueba de biocompatibilidad de las pruebas realizadas con animales (ratones) a las aplicadas a seres humanos, y que el recubrimiento de las prótesis con hidroxiapatita no generara efectos adversos. El compromiso y dedicación que ambas instituciones tuvieron

²²⁴ **Proyecto 221791.** Etapa final de planta piloto para la fabricación de prótesis de cadera cementada y no cementada con sistema automatizado para la producción de hidroxiapatita, incluyendo protocolos in vivo. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

hacia el proyecto fueron un elemento de suma importancia para buscar soluciones que permitieron superar los obstáculos que fueron surgiendo durante las pruebas e investigación.

Es importante considerar que, como resultado de la investigación, los parámetros obtenidos para los recubrimientos de hidroxiapatita de las prótesis son un desarrollo del CINVESTAV, que en colaboración con Mextrauma inició el proceso de protección intelectual por medio de la obtención de una patente.

Actualmente, estas prótesis no se producen en México, por lo que aunado a los beneficios que esta tecnología aportará en la salud de los pacientes, su fabricación promoverá un proceso de sustitución importaciones que conlleven beneficios económicos y sociales al reducir aproximadamente 20 y 25% los costos de este tipo prótesis en relación a los precios de importación de productos similares.



TLAXCALA

Datos PEI Tlaxcala		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	97.67	32
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	75.37	29
Unidades económicas 2014	58,245	24
Total proyectos presentados	212	26
Total proyectos apoyados	81	24
Efectividad estatal	0.38	3
Calificaciones	86.31	14
Monto total invertido	573.67	22
Monto público invertido	267.99	23
Proporción privado / público	1.14	11
Proporción invertido en vinculación	0.26	21
Nivel de innovación promedio inicial	3.97	22
Nivel de innovación promedio alcanzado	7.03	9
Avance en nivel de innovación	3.07	6

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Desarrollo de pigmentos metálicos aplicables al sector automotriz²²⁵

El objetivo de este proyecto es innovar en el sector de los pigmentos metálicos aplicables al sector automotriz mediante la instalación de una planta piloto para sustentar el proceso de obtención de partículas de aluminio tipo dólar, para su posterior implementación en una línea de producción.

Metapol es una empresa mexicana que opera desde 1974 en el estado de Tlaxcala y que se especializa en la fabricación de pigmentos metálicos, utilizando como materias primas al bronce y al aluminio. Está dirigida a diferentes sectores, tales como: pinturas industriales, decorativas, repintado automotriz, artes gráficas, tintas, plásticos, *can & coil coating*, entre otras. Asimismo, cuenta con una amplia capacidad técnica, misma que ha permitido el sustento tecnológico para la implantación de una línea de productos de especialidad.

Para la realización de este proyecto Metapol se vinculó con la Universidad Politécnica de Tlaxcala, en los procesos de evaluación y caracterización de los productos que se obtuvieron como resultado de las pruebas experimentales. Asimismo, el equipo de trabajo de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala se integró en el proyecto desde su etapa inicial hasta la conclusión del mismo, siendo fundamental su participación en la toma de decisiones durante los distintos procesos técnicos de desarrollo mecánico y operativo.

Derivado de los resultados obtenidos con el PEI, Metapol es una empresa líder en el mercado nacional, con capacidad para competir con las empresas internacionales en la producción de pigmentos metálicos de aluminio de especialidad.

La implementación del PEI ha permitido diseñar e instalar una planta piloto que hoy en día realiza procesos tales como la modelación de partículas semidólar o dólar, apuntando el desarrollo de productos en pasta o polvo atractivos al mercado automotriz, brindando el sustento tecnológico para la ampliación de la planta productiva que hoy en día fábrica de manera industrial productos al mercado de recubrimientos automotrices.

Con la conclusión de este proyecto y los resultados alcanzados se cuenta con el sustento tecnológico para el inicio de una etapa posterior, consistente en la ampliación de la planta de producción para fabricar de manera industrial productos en pasta o polvo para el mercado automotriz.

2. Desarrollo de nuevos productos que permitan la sustitución de plásticos derivados del petróleo²²⁶

El objetivo de este proyecto es desarrollar copolímeros de bloque de variada funcionalidad como compatibilizantes, modificadores de superficie y como extendedores de cadena para poliésteres, aumentando la plataforma tecnológica de la línea Resalloy®, con el objetivo de sustituir los plásticos derivados del petróleo.

La empresa RESIRENE cuenta con una estrategia de diversificación, por medio de la creación de productos de especialidad que han incursionado en el mercado con materiales novedosos que permiten la sustitución de plásticos derivados del petróleo para contribuir a las acciones globales de sostenibilidad con una clara perspectiva de rentabilidad.

Para la realización de esta investigación se fortaleció la infraestructura técnica de la empresa mediante la creación de un laboratorio de síntesis de polímeros, un laboratorio de análisis térmicos avanzados, otro de caracterización molecular y una planta piloto para la producción de polímeros utilizando agentes de transferencia de cadena tipo RAFT, así como la disposición de una plantilla de trabajo que incluye especialistas, doctores y profesionistas en la materia.

El avance logrado con el apoyo del PEI permitió apuntalar a RESIRENE en el desarrollo de copolímeros de bloque de variada funcionalidad como compatibilizantes, modificadores de superficie y como extendedores de cadena para poliésteres, aumentando la plataforma tecnológica de la línea Resalloy®.

La vinculación y coordinación con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) fue crucial para la realización de las pruebas mecánicas de materiales compatibilizados y el análisis de resultados de las pruebas mecánicas a los materiales compatibilizados. El equipo de síntesis y caracterización química, así como el equipo de mezclado y procesado de plásticos del Centro de Investigación Aplicada permitieron la realización de las pruebas, supervisadas los investigadores y técnicos de esta institución.

Con el apoyo del PEI ha sido posible desarrollar la metodología para obtener mayores cantidades de agentes de transferencia de alta pureza y agentes de transferencia multifuncionales para generar copolímeros multi-bloque, proceso que a la postre derivó en la producción de agentes de

²²⁵ **Proyecto 220636.** Investigación para el desarrollo de los pigmentos metálicos en planta piloto aplicables al sector automotriz. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²²⁶ **Proyecto 221711.** Compatibilizantes funcionalizados para la obtención de nuevos materiales nanoestructurados. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

transferencia de alta pureza y multifuncionales que actualmente permiten obtener compatibilizantes con estructura multi-bloque de reducido olor y color.

3. Desarrollo de una loseta de cerámica que facilite la limpieza y purifique el aire²²⁷

El objetivo del proyecto consistió en desarrollar una loseta cerámica que tenga la doble funcionalidad de autolimpieza y la purificación de aire para interiores y exteriores de inmuebles.

Para implementar este proyecto la empresa Porcelanite Lamosa se basó en su experiencia en desarrollos anteriores realizados con fondos del PEI para la obtención de nuevos materiales nanoestructurados, la que hizo posible el planteamiento y desarrollo de una nueva loseta cerámica con características específicas. De esta manera, la empresa desarrolló una nueva loseta cerámica con capacidad superhidrofóbica y propiedades de fotocatalisis para facilitar la limpieza y al mismo tiempo generar un efecto de purificación del aire al inertizar ciertos contaminantes (por ejemplo, gases NOx) del espacio donde se encuentre instalada la loseta.

Porcelanite Lamosa es una de las empresas pioneras de la industrialización del país, fundada en 1890 como fábrica de ladrillos, para posteriormente en 1929 tomar el nombre de Ladrillera Monterrey. Se ha distinguido por haber establecido una estrategia para la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación constante.

Con el PEI, la empresa se propuso un nuevo reto consistente en la identificación de necesidades no explícitas en el mercado de la construcción y diseño de interiores, proceso mediante el cual se determinó la necesidad de generar un nuevo producto para la industria.

En el ámbito técnico, la colaboración y vinculación con el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) fue de gran importancia, específicamente para el desarrollo de la capa cerámica superhidrofóbica y fotocatalítica, que ahora está incluida en el proceso de fabricación de losetas cerámicas, cualidad que proporciona a estos materiales la capacidad de autolimpiado y eliminación de contaminantes, sin modificar las propiedades mecánicas y de resistencia al ataque químico.

Por otra parte, el CINVESTAV Saltillo jugó un papel fundamental en el desarrollo de la formulación para el recubrimiento superhidrofóbico/fotocatalítico ya que fue el encargado de llevar a cabo el proceso de caracterización de microestructura, composición y propiedades de autolimpieza de la loseta.

Finalmente, los logros obtenidos en el proyecto de compatibilizantes funcionalizados para la obtención de nuevos materiales nanoestructurados con el apoyo del PEI y la participación de las instituciones académicas involucradas, han permitido el desarrollo y la transferencia de tecnología a la planta, el escalamiento industrial de ésta y por ende el lanzamiento comercial del producto a nivel nacional.

El financiamiento que el PEI ha otorgado a diversos proyectos de Porcelanite Lamosa le permite elaborar productos estándar de alto volumen que son competitivos y con un alto valor agregado, así como una diferenciación de productos que responden a las necesidades específicas de los consumidores.

4. Dispositivos que elevan la seguridad y el bienestar de los usuarios en casas inteligentes mediante control multimedia²²⁸

El proyecto surge a raíz del crecimiento de la inseguridad a nivel mundial y la innovación globalizada que impacta e influye en la vida cotidiana de las personas. Ambos factores han creado un mercado de personas con poder adquisitivo mediano-alto que afrontan estas situaciones en su día a día. Mediante la generación de un sistema innovador, se busca resolver problemas y necesidades, básicas o avanzadas y tener el control total de las mismas.

Con base en este entorno, el objetivo de la empresa Metatronic es diseñar, construir y operar una planta piloto para la producción de dispositivos para la automatización de hogares, a fin de optimizar el consumo de energía y los patrones de utilización de recursos, así como elevar el bienestar y confort de los usuarios de casas inteligentes mediante el control multimedia y la adaptación de sistemas de seguridad avanzada.

²²⁷ **Proyecto 231026.** Losetas cerámicas con propiedades bioinspiradas: superhidrofóbicas autolimpiables y autocontaminantes. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²²⁸ **Proyecto 231414.** Planta piloto para manufactura de dispositivos de domótica avanzada. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Desde su creación, Metatronic ha tenido como meta el apoyo y desarrollo de la innovación en México; por ello, el respaldo de los centros de investigación, universidades y empresas del sector tecnológico ha sido vital para el diseño y construcción de sistemas que mejora la calidad de vida de la sociedad. En el campo de la domótica, se cuenta con la experiencia y los prototipos listos para el proceso de manufactura, teniendo como premisa aspectos como la seguridad, ahorro energético y el confort de los usuarios.

Con el apoyo del PEI, Metatronic Led. MX, S.A. de C.V., desarrolló una planta piloto para manufactura de dispositivos de domótica avanzada, generando un importante aumento en el confort, el ahorro energético y la mejora de la seguridad personal y patrimonial en la vivienda.

Con la implementación de la planta piloto fue posible la creación de una línea básica de productos para el automatizado de luces, tomacorrientes, sensores de presencia y una línea avanzada de productos a nivel prototipo donde pueden obtenerse variables más específicas, como la calidad del aire, luminosidad, las señales de un control remoto, la temperatura de cada sección, las condiciones del jardín o la situación general de la vecindad, entre otros.

Entre los productos desarrollados podemos destacar el apagador sensible al tacto que reemplaza los apagadores mecánicos, un tomacorriente digital con supresor de picos que permite la conmutación de cargas de alto voltaje reemplazando los receptáculos comunes, un módulo de sensores que incluye sensor de movimiento, temperatura, humedad, iluminación y calidad del aire, un controlador infrarrojo para sistemas de control remoto y un HUB central con comunicación wifi que permite el control de todos los dispositivos de la red.

Asimismo, se logró el desarrollo de una plataforma de software innovadora que permite el manejo del sistema de una forma intuitiva con métodos de realidad aumentada y gestión de patrones de consumo eléctrico por zonas o áreas, que permita la interoperabilidad con sistema de video vigilancia y seguridad avanzada.

Por medio del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco fue posible asegurar la protección de la propiedad intelectual del proyecto, así como el desarrollo de sistemas eléctricos, específicamente en el área de confiabilidad, comunicación y optimización de los productos y prototipos referentes al sistema domótico. La Universidad Politécnica de Tlaxcala fue fundamental para el diseño y desarrollo del software para la

gestión de dispositivos de hogares inteligentes por medio de los sensores a utilizar.

Actualmente, se ha logrado la incorporación de una línea avanzada de prototipos a la planta de producción, donde se llevan a cabo los procesos de manufactura y diseño industrial correspondientes, lográndose la comercialización de productos fabricados y probados en el proyecto.

5. Elaboración de pigmentos naturales resistentes a la degradación para su uso en productos alimenticios²²⁹

Actualmente, existe en el mercado una preferencia por pigmentos naturales, principalmente por los hallazgos de las investigaciones acerca de los efectos negativos sobre la salud de los pigmentos sintéticos. A partir de estos hallazgos, tanto la Unión Europea como EUA han dispuesto que las empresas de alimentos instaladas en su territorio eliminen ciertos pigmentos artificiales de sus fórmulas (los llamados *Southampton six*).

Para buscar alternativas a esta situación, la empresa ALTECSA planteó desarrollar diversas tecnologías de proceso para la obtención y estabilización de pigmentos naturales hidrosolubles y liposolubles, mediante distintas técnicas de ingeniería molecular, como la emulsión, encapsulación y conjugación, con el fin de proporcionarles mayor resistencia a la degradación por la acción de los rayos solares, cambios de temperatura, pH e interacción con otros ingredientes, preservando en todo momento las propiedades deseadas de los pigmentos para su aplicación en productos alimenticios (bebidas, lácteos, cárnicos y preparados de frutas).

ALTECSA es una empresa 100% mexicana, creada en 1993 y que hoy en día cuenta con la tecnología que le ha permitido mantener una posición de liderazgo en el mercado nacional y una creciente participación en el mercado internacional en el desarrollo innovador de ingredientes funcionales.

Con el apoyo del PEI y la vinculación de la empresa con instituciones académicas y de investigación se desarrollaron tecnologías de proceso para la obtención y estabilización de pigmentos naturales hidrosolubles y liposolubles, ventajas que permitirán obtener un producto de calidad inigualable y con características superiores.

²²⁹ **Proyecto 232174.** Tecnología de proceso para la obtención y estabilización de colorantes naturales hidrosolubles y liposolubles. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

Adicionalmente, con el apoyo del de la Secretaría de Economía y el Conacyt, se conformó el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnologías de Ingredientes Naturales para la Industria Alimentaria, que integra la plataforma tecnológica para el desarrollo a nivel planta piloto de las tecnologías de proceso para el desarrollo de pigmentos como la betalaína y el betacaroteno, obtenidos a partir de betabel y de zanahoria, respectivamente.

Considerando que el color de los alimentos está directamente relacionado con la percepción de sabor, frescura y naturalidad de los mismos, se ha creado una amplia gama de colorantes naturales, capaces de desarrollar la tonalidad específica que el producto requiere para mantener la vanguardia en el mercado nacional e internacional, asegurando de manera natural que los productos obtengan un valor agregado para los consumidores.

La labor realizada en conjunto con el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C., permitió desarrollar una plataforma tecnológica para fabricar una generación de pigmentos naturales liposolubles estables a nivel laboratorio para su aplicación en el sector alimenticio.

En el caso del Instituto Politécnico Nacional CIBA-IPN, su contribución ha sido vital para el desarrollo de los procesos necesarios para lograr la estabilidad de colorantes mediante diversas técnicas, implementando diversos procesos de extracción, purificación, caracterización y acomplejamiento.

Como resultado del proyecto, se ha logrado abarcar el proceso de escalamiento a nivel piloto de las tecnologías desarrolladas para extracción, purificación y estabilización de colorantes. El reto es continuar con el desarrollo tecnológico que permita a la empresa competir y posicionarse dentro del grupo empresarial de élite.



VERACRUZ

Datos PEI Veracruz		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	811.54	5
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	100.11	21
Unidades económicas 2014	239,392	5
Total proyectos presentados	529	14
Total proyectos apoyados	154	17
Efectividad estatal	0.29	15
Calificaciones	86.41	13
Monto total invertido	1,620.26	12
Monto público invertido	679.19	15
Proporción privado / público	1.39	6
Proporción invertido en vinculación	0.22	26
Nivel de innovación promedio inicial	4.55	6
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.79	20
Avance en nivel de innovación	2.24	26

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Tecnología para la producción de café sostenible²³⁰

La cadena productiva del café es una de las actividades más rentables a nivel mundial, donde México ocupa el quinto lugar. La zona centro de Veracruz concentra 90% de los productores y 93% del total de superficie cafetalera de la entidad. En su proceso, el beneficio húmedo del café (prevaliente en Veracruz en 93%) ocasiona severos impactos al medio ambiente, dada la gran cantidad de agua requerida (40 litros de agua por kilogramo de café en proceso tradicional), misma que después es desechada en ríos o se filtra a los mantos freáticos. Lo anterior representa una situación crítica, toda vez que afecta la pérdida de superficie cultivable, daña el entorno ambiental y promueve plagas que no han sido controladas de manera eficiente.

Ante esta problemática, se han desarrollado diversas alternativas (aprovechamiento de los residuos como abono, biomasa o fuente de biogás); sin embargo, estos esquemas son de lenta introducción en los pequeños productores, motivo por el que es necesario encontrar opciones que permitan que la cadena del café sea sostenible y, a su vez, rentable.

En este contexto, bajo la cobertura del PEI, la empresa Solo Café de Calidad desarrolló un paquete tecnológico para el beneficio húmedo de café, integrando eficiencia energética, tecnificación de procesos y manejo integral de residuos, con la finalidad de implementar medidas de ecoeficiencia en la cadena del café.

La empresa, localizada en Coatepec, Veracruz, tiene más de 14 años de trayectoria en maquinaria y equipo para la industria del café, ha desarrollado esquemas ecológicos para beneficio de café como son: secadoras ecológicas basadas en energía térmica-solar y combustión de biomasa residual, y módulos de despulpe y desmucilaginado de bajo consumo de agua.

Para llevar a cabo el proyecto se integró una red vinculada, donde el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) fue el responsable del desarrollo tecnológico de un sistema de tratamiento biológico para las aguas residuales del proceso de beneficiado húmedo del café, y el Instituto Tecnológico Superior de Jalapa desarrolló una propuesta de tecnologías alternativas para ahorro de energía y el uso de fuentes renovables, así como la exploración de esquemas energéticos de cogeneración.

Con este desarrollo se pretende obtener un esquema transferible a pequeños productores, que incluya requerimientos mínimos, análisis de costo/beneficio contra escala, manuales operativos y de mantenimiento, así como esquemas de capacitación. El proyecto integral comprendió el desarrollo del aprovechamiento de las aguas residuales por medio de un sistema de filtrado hidrostático y de decantación.

El tema del tratamiento de aguas residuales se posiciona como un tema relevante, dadas las normas establecidas por la autoridad, mismas que son difíciles de cumplir por parte de los pequeños productores que no disponen de recursos para la implementación de nuevas tecnologías. Por ello, el desarrollo de un proceso basado en filtración y decantación sin necesidad de aplicación de químicos permite a este tipo de productores una tecnología accesible y amigable con el medio ambiente.

En el caso particular del café, desde la desaparición del Instituto Mexicano de Café se restringió la investigación en la materia, situación que en los últimos años se ha revertido con la creciente participación de diferentes centros de investigación, con algunos de los cuales la empresa se ha venido vinculando, particularmente por medio del PEI, sin el cual, a decir por la empresa, no hubiera sido posible desarrollar del proyecto.

La empresa hoy dispone del prototipo integral de despulpado, lavado, secado y tratamiento de agua. Asimismo, se tiene algunos equipos a disposición de los clientes; sin embargo, la comercialización es lenta por la situación prevaliente en los cafetales producto del impacto de la roña. Se espera que una vez que se reactive el sector se podrá colocar los equipos primordialmente entre los pequeños productores.

2. Sistema de predicción y alerta ante la crecida de ríos de respuesta rápida²³¹

En los últimos años, los fenómenos atmosféricos han incrementado su frecuencia e intensidad debido a los efectos del cambio climático. El concepto de “sistema de alerta temprana” se emplea en los diferentes contextos en los que el riesgo está implícito (natural, geofísico, entre otros). La implementación de sistemas de alerta temprana constituye

²³⁰ **Proyecto 223288.** Integración de desarrollos tecnológicos en proceso integral para el beneficiado húmedo de café con impactos en eficiencia energética y uso sustentable de agua.

Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

²³¹ **Proyecto 231803.** Plataforma tecnológica de monitorización de ríos de respuesta rápida, segunda etapa.

Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

un elemento clave para la gestión integral del riesgo y adaptación al cambio climático, ya que permiten monitorizar y advertir a la población sobre situaciones de riesgo como inundaciones súbitas y fenómenos atmosféricos, de manera que se puedan tomar decisiones oportunas y así reducir el nivel del riesgo al salvar vidas y evitar daños a la propiedad.

Un sistema de alerta temprana se considera efectivo y completo cuando se compone de cuatro elementos interactivos: 1) conocimiento del riesgo, 2) monitorización y servicio de advertencia, 3) diseminación y comunicación y 4) capacidad de respuesta.

A partir de un análisis de las prioridades del estado de Veracruz y ante los crecientes desbordamientos de ríos en el estado y sus trágicas consecuencias, Rodas Computación desarrolló una plataforma tecnológica innovadora con estaciones inteligentes de monitoreo remoto, de alerta y de concentración de información para el análisis de variables de ríos de respuesta rápida (cambios intempestivos de afluentes), para prevenir contingencias derivadas de la creciente exponencial de ríos, así como la monitorización de riesgos químicos y/o biológicos provocados por la contaminación de los afluentes.

Esta empresa, ubicada en la ciudad de Orizaba, se especializa en el desarrollo de soluciones de software, servicio de consultoría e integración de sistemas, basándose en estándares de calidad, utilizando tecnologías de información para la modernización y competitividad en el desempeño en sus productos y servicios.

El desarrollo de este sistema de monitorización requirió de una infraestructura informática que permitiera recolectar y analizar datos de redes ambientales, proporcionar canales de comunicación para distribuir alertas y otra información a los involucrados. Para este efecto, la empresa, en el marco del PEI, se vinculó con la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz y el Tecnológico de Jalapa, instituciones con las cuales había colaborado en proyectos previos.

El sistema se compone por estaciones remotas, equipadas con sensores, distribuidas a lo largo del río, así como estaciones concentradoras, las cuales emiten información en tiempo real, misma que es recopilada y procesada mediante un software estadístico y, aplicando algoritmos de inteligencia artificial, permiten realizar simulaciones y estimaciones previas a la situación de contingencia, para estar en condiciones de alertar a la población de manera anticipada. El suministro de energía de este sistema es sostenible, al utilizar

estaciones inteligentes, alimentadas por módulos autosostenibles que generan y almacenan energía fotovoltaica y/o aprovechan el flujo de agua del río. El sistema considera un mecanismo de alerta a la población y autoridades en diferentes niveles, por medio de servicios web y una aplicación para dispositivos móviles, con el propósito de anticipar acciones y minimizar el impacto del daño de una contingencia física o química.

De acuerdo con la empresa, sin el PEI no se habrían logrado los mismos resultados y muy probablemente se hubieran limitado a desarrollar un sistema de alerta sonora. Hoy, esta tecnología, de la cual cuentan con los registros de propiedad intelectual, les ha permitido la generación de subproductos, así como su transferencia a otros institutos para aplicaciones similares, como es un sistema de previsión y alerta de incendios forestales. Con el prototipo terminado, se espera llevar a cabo las pruebas en campo, para lo cual se encuentran realizando las gestiones correspondientes ante las oficinas de Protección Civil del estado, para su posterior explotación comercial.

“El PEI nos sacó de una zona de confort y nos invitó a atrevernos a desarrollar productos de tecnología”, menciona el titular de la empresa.

3. Una tecnología amigable con el medio ambiente para la producción de cloruro de vinilo²³²

El cloruro de vinilo es una sustancia manufacturada, la cual se usa para producir cloruro de polivinilo, mismo que se utiliza para fabricar una variedad de productos plásticos, incluyendo tuberías, revestimientos de alambres, cables y productos para empaquetar, entre otros.

El grupo Mexichem estableció un convenio con Pemex para que el Complejo Petroquímico Pajaritos y Mexichem Derivados unieran esfuerzos para la producción de cloruro de vinilo, estableciendo una nueva empresa denominada “Petroquímica Mexicana de Vinilo” (PMV). Esta empresa tiene amplia experiencia en la elaboración de productos, como el monómero cloruro de vinilo, ácido muriático, cloro y sosa, así como productos intermedios como son el dicloroetano, etileno y ácido clorhídrico (HCL).

En el proceso de producción de monómeros de cloruro de vinilo se generan clorohidrocarburos pesados, mismos

²³² Proyecto 231628. DT de proceso de recuperación de HCL (gas anhidro) de líquidos pesados - incinerador ii /cadena clorovinilo. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

que tradicionalmente son enviados a confinamientos con un alto costo o, en su caso, se queman. PMV, localizada en el estado de Veracruz, innovó una tecnología que permite la recuperación de HCL a partir de los propios clorohidrocarburos pesados, garantizando la destrucción continua de los mismos, evitando así su acumulación. A su vez, la recuperación del HCL permite obtener un incremento en la producción de dicloroetano, el cual es la materia prima de la producción del cloruro de vinilo.

En otras palabras, PMV, mediante una estrategia de innovación tecnológica continua y bajo la cobertura del PEI, encontró una excelente área de oportunidad en la incineración de los clorohidrocarburos pesados y la consecuente recuperación de HCL, toda vez que le permite eliminar gran parte de los primeros y utilizar el segundo como insumo para su propio proceso productivo, lo cual representa importantes beneficios tanto en la protección al medio ambiente como en la reducción de costos y el consecuente incremento de utilidades.

Aun cuando PMV tiene acceso a centros de investigación de su corporación alrededor del mundo, considerando su experiencia previa con instituciones nacionales decidió llevar a cabo este proyecto en colaboración con la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la cual ofreció personal científico de gran experiencia, así como laboratorios avanzados en la materia.

Con este desarrollo la empresa y la UNAM demostraron que existen alternativas para el manejo de residuos (tipo clorohidrocarburos) eficientes y ambientalmente seguras. Hoy este proceso opera de manera óptima (el desarrollo se llevó a cabo directamente en escala industrial, sin piloto) con importantes resultados, como son la conservación de 450 fuentes de empleo, la generación de empleos indirectos derivados de los trabajos de implementación, la eliminación de paros no programados, el incremento en la producción de dicloroetano y la reducción de riesgos a la salud, al medio ambiente y al consumo irracional de energía.

PMV considera que para la realización de este proyecto el PEI desempeñó un papel trascendental, ya que dicho programa promueve la utilidad de la vinculación, estimula a las empresas a desarrollar tecnología y permite a los centros de conocimiento desarrollar teoría aplicada. Todo lo anterior se resume en un ecosistema virtuoso para la generación de conocimiento.

4 · Una herramienta de control y seguridad visual²³³

Ante la demanda del mercado de nuevos y estrictos sistemas de control visual, ASTI Consultoría de Software, empresa ubicada en la ciudad de Orizaba, desarrolló en el marco del PEI una plataforma basada en reconocimiento facial para detección y validación de personas, denominada Vigía-Net.

El proyecto originalmente surgió como un desarrollo de la empresa en vinculación con la Universidad Veracruzana, de donde la empresa recibe practicantes profesionales. El proyecto inició con el desarrollo de componentes de software para detección facial de múltiples rostros en imágenes capturadas mediante el *streaming* (transmisión por secuencias) de un video; sólo se utilizó un número fijo de imágenes para procesar y se ejecutó de modo local en una computadora.

La investigación continuó como un proyecto para construir un prototipo enfocado a realizar procesos de detección facial, y posteriormente se incorporaron algoritmos de reconocimiento facial para la identificación de personas en imágenes almacenadas previamente en una base de datos. El prototipo se logró y se denominó Vigía-Shop; éste se pensó como un producto de vigilancia, que mediante el uso de una cámara conectada a una computadora obtuviera las imágenes para su procesamiento de manera local y emitiera alertas de las personas reconocidas.

No obstante, para identificar a una persona por reconocimiento facial, el prototipo dependía de la obtención de imágenes en tiempo real para realizar la comparativa con las imágenes almacenadas previamente.

Para determinar la viabilidad de la continuación de Vigía-Shop se realizó un análisis que determinó funcionalidades a incorporar, requiriendo robustecer la tecnología. De esta manera, surgió la idea del proyecto Vigía-Net: Plataforma Tecnológica de Vigilancia, el cual, contempla tecnología directamente desarrollada por la empresa.

La innovación consistió en la incorporación de diversas tecnologías como cómputo sensible al contexto, cómputo en la nube y técnicas de inteligencia artificial como visión por computadora, CBR (*Case Based Reasoning*) y sistemas de recomendación.

El proyecto se realizó en vinculación con la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz (CTV) y el Instituto Universitario Veracruzano, instituciones reconocidas que

²³³ **Proyecto 240121.** Plataforma basada en reconocimiento facial para detección y validación de personas. Vigía-Net. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

cuentan con académicos expertos en el área de desarrollo de software y propiedad intelectual y factibilidad comercial, respectivamente.

De acuerdo con ASTI, el aporte que el PEI brinda a las empresas no sólo es financiero, ya que impulsa la investigación y desarrollo de las mismas y las obliga a ser competentes en productos, procesos y servicios con un mayor valor agregado. A decir por la propia empresa, sin el PEI no hubieran podido desarrollar el proyecto o, en su caso, les hubiera tomado hasta cinco años.

El proyecto generó un prototipo de la plataforma Vigía-Net que se está lanzando al mercado, lo cual generará utilidades para la empresa a mediano plazo. Además, se logró la generación de base tecnológica para la empresa, con lo cual se pretende desarrollar productos escalados, que contribuyan en la ampliación del mercado de la empresa, generando nuevas líneas de negocio.

5. Transformación de cítricos sin contaminación de aguas²³⁴

Cítricos EX, localizada en el estado de Veracruz, es una empresa que ha desarrollado proyectos de procesamiento de cítricos (naranja, toronja, piña y limón), a la vez que manufactura productos de alto valor agregado. Comprometida con la innovación y el medio ambiente, su departamento de sostenibilidad requirió desarrollar una tecnología que permitiera un tratamiento más eficiente de las aguas residuales, de manera que se redujera el contenido de materia orgánica presente en las mismas.

Adicionalmente a la contaminación de las aguas, existía un problema de eficiencia y productividad en la empresa, ya que la tecnología de tratamiento disponible requería para la operación de manera recurrente para el tratamiento de las aguas con excedentes de residuos de biomasa.

Para afrontar este reto, en el marco del PEI y bajo recomendación de Conacyt, la empresa se vinculó con el Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO), el cual disponía de una tecnología patentada y factible de adaptar a la empresa, así como de amplia experiencia en el tratamiento de efluentes cítricos a nivel laboratorio.

Para resolver de la mejor forma el desafío planteado, se integró un equipo de trabajo multidisciplinario formado por personal de la empresa y el ITO, quienes participaron en el diseño y construcción de una planta piloto de un reactor anaerobio híbrido, capaz de tratar al menos 10% del volumen total generado de aguas residuales de toda la planta. Este reactor, ante la ausencia de oxígeno, reduce la materia orgánica excedente en las aguas residuales. La planta piloto generará las bases para el escalamiento a un nivel industrial, logrando así el tratamiento de todo el efluente generado.

Una vez concluido el proyecto, se obtuvo una reducción en los residuos de biomasa en las aguas residuales, de manera que éstas pueden ser tratadas de manera más eficiente, reduciendo los tiempos de retención y los paros en la planta de biomasa. Asimismo, se generaron ahorros por disminución de costos en tratamiento de aguas residuales y en el consumo de combustóleo.

Actualmente, se continúan haciendo pruebas para alcanzar la experiencia suficiente en el manejo del reactor, a efecto de poder escalarlo a nivel industrial y de esa forma lograr el tratamiento de todo el líquido residual generado en la transformación de biomasa agroindustrial. Con ello, Cítricos EX se encamina a lograr procesos completamente sostenibles para el beneficio del medio ambiente y la comunidad.

El éxito del proyecto, de acuerdo con la empresa, se sustentó mayormente al disponer de un instrumento como el PEI, que facilitó la vinculación con capital humano experto en la materia y que impulsó la labor de investigación por parte de la empresa.

²³⁴ **Proyecto 231315.** Reducción en valores de dco del licor de prensa generado en la transformación de biomasa agroindustrial mediante procesos fisicobiológicos. Este caso está basado en la entrevista a un representante de la empresa.

F. REGIÓN SURESTE

La región Sureste concentró una inversión total de 2,927 millones de pesos para el desarrollo de 464 proyectos aprobados por el PEI.

En comparación con el resto de regiones del país, en la región Sureste se desarrolló la menor cantidad de proyectos (464). Sin embargo, los indicadores de desempeño de esta región muestran niveles competitivos.

Como ejemplo de lo anterior, la región Sureste presentó la mayor proporción de recursos destinados a vinculación, es decir, fue la región con la mayor inversión promedio en apoyo a centros públicos de investigación e instituciones de educación superior para el desarrollo de proyectos.

Por otra parte, en la región Sureste el sector público ejecutó un apoyo más robusto al invertir por encima de lo realizado por el sector privado.

Los tres sectores²³⁵ donde se realizaron las inversiones más vastas fueron:²³⁶

- **541** Servicios profesionales, científicos y técnicos²³⁷ (1,009 mdp, 153 proyectos).
- **333** Fabricación de maquinaria y equipo (307 mdp, 40 proyectos).
- **311** Industria alimentaria (238.33 mdp, 29 proyectos).

Los sectores mejor calificados fueron:²³⁸

- **115** Servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales (86.6, 12 proyectos).
- **111** Agricultura (86.6, 12 proyectos).
- **334** Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica (86.2, 31 proyectos).

²³⁵ Sin incluir aquellos proyectos que no tenían sector específico (ND en la base de datos).

²³⁶ Incluye inversión pública y privada.

²³⁷ Incluye tecnologías de la información, segundo subsector más apoyado por el PEI.

²³⁸ Con al menos 10 proyectos evaluados.

F.1. Descripción de los casos de éxito



Datos PEI Campeche		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	600.77	7
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	651.94	1
Unidades económicas 2014	32,628	30
Total proyectos presentados	199	28
Total proyectos apoyados	64	25
Efectividad estatal	0.32	12
Calificaciones	85.04	19
Monto total invertido	575.85	21
Monto público invertido	344.03	21
Proporción privado / público	0.67	29
Proporción invertido en vinculación	0.41	2
Nivel de innovación promedio inicial	3.50	31
Nivel de innovación promedio alcanzado	5.73	32
Avance en nivel de innovación	2.23	27

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Paquete tecnológico para el cultivo de estevia²³⁹

La empresa Agronegsus inició sus operaciones en 2013 con la misión de ser una empresa agrícola con tecnología de punta para la producción y mejora de plantas de estevia, por medio de modelos bioagrícolas que permitan el control de la calidad de la planta y garanticen el mejor sabor de sus extractos.

El apoyo y financiamiento recibido del PEI permitió completar las investigaciones respecto al control de las plagas y enfermedades que afectan a la estevia, con lo que se consolidó el proceso en los cultivos de la planta y que permite ofrecer paquetes con mayor calidad para la industria alimentaria y farmacéutica.

El proceso innovador de la empresa ha generado impactos que permiten obtener cultivos sanos que reducen la frecuencia e intensidad de insumos, alcanzar economías de escala para la reproducción de la planta en tiempos más cortos, mejorar los niveles de productividad, así como los beneficios que conlleva el obtener plantas libres de patógenos. Esta innovación también contribuirá a la reducción del impacto por el uso de plaguicidas que dejan secuelas en la salud, contaminación de agua y la erosión de la biodiversidad.

Para el desarrollo del proyecto, Agronegsus se vinculó con el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) que, por medio de su laboratorio GeMBio, aportó personal especializado en control y manejo de plantaciones a escala comercial y con experiencia en la región sureste, lo que coadyuvó a una mejora de la planta y el control de las plagas y enfermedades de la estevia.

Durante el desarrollo del proyecto, Agronegsus se enfrentó el reto de encontrar un método que le permitiera tener el diagnóstico y el manejo adecuado de las plagas y enfermedades, que afectan la planta de la estevia. Pero el reto más importante fue obtener un programa integral en una planta comercial, desde el invernadero hasta el campo mediante tácticas y técnicas desarrolladas y evaluadas durante el proceso.

Con el apoyo del PEI, Agronegsus busca consolidarse como una empresa líder en la innovación para el desarrollo de una planta libre de plagas y enfermedades. Cabe señalar que la empresa tiene como componente adicional el servicio

de asesoría a pequeños productores en la región sureste con condiciones similares que deseen incursionar en la producción y desarrollo del cultivo de la planta.

Es por todo ello que Agronegsus someterá a procesos de protección industrial los paquetes tecnológicos, los cuales prevén un manejo integrado de plagas y enfermedades de estevia en plantaciones comerciales.

2. Proceso para hacer más eficientes y durables baterías de alto impacto y uso rudo²⁴⁰

La empresa Proyectos Sustentables de la Península planteó una solución al problema de la degradación estructural que muestran algunas baterías de ion-litio y litio-polímero. Este problema tuvo consecuencias severas en el año 2012 con el incidente del sistema de respaldo del Dreamliner 787 de Boeing, o los problemas que mostraron algunos modelos de computadoras portátiles. Ambos eventos comprometieron la integridad física de los usuarios. La empresa busca soluciones haciendo más eficientes e incrementando la duración de baterías de alto impacto y uso rudo.

Con el apoyo del PEI se logró el objetivo de diseñar y desarrollar un prototipo de batería ion-litio, donde el litio se encuentre encapsulado dentro de nanotubos de carbono (nanotubos de carbono con litio endoedral Li@NTC de pared simple), aumentando la capacidad de almacenamiento de carga y reduciendo tiempo de recarga de las celdas de energía.

La empresa es joven y su misión es desarrollar tecnología mexicana de punta que impulse al desarrollo económico del país, buscando generar beneficios sociales en aplicaciones que impacten el área de la salud y tecnológicos en el área de síntesis de nanomateriales y almacenamiento de energía. La estrategia competitiva está basada en el desarrollo de métodos de recubrimientos superduros aplicados a una gran variedad de materiales.

En particular se ha desarrollado la tecnología de almacenamiento eléctrico en baterías de alta capacidad y eficiencia, mediante un sistema de nanotubos de carbono, y el proceso de manufactura de nanotubos endoedrales para aplicaciones de transporte de moléculas complejas.

²³⁹ **Proyecto 231763.** Establecimiento de un método para el manejo integrado de enfermedades y plagas que afecten al cultivo de *Stevia Rebaudiana Bertoni* en plantaciones comerciales.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²⁴⁰ **Proyecto 232258.** Nanotubos endoedrales: aplicación en baterías de alta eficiencia.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

El principal resultado técnico y comercial de la empresa estará supeditado a licenciar la tecnología de almacenamiento eléctrico en baterías de alta capacidad y eficiencia, a través de un sistema de nanotubos de carbono, y el proceso de manufactura de nanotubos endoedrales para aplicaciones de transporte de moléculas complejas.

Para concretar el proyecto la empresa se asoció con centros de investigación reconocidos como Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) y Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Iztapalapa, los cuales mostraron particular interés por el desarrollo de las líneas de investigación de la empresa. Para ambos centros, el proyecto de investigación resultó de gran valor debido a que cuenta con profesionistas especializados en la materia que encontraron soluciones para atender las necesidades de la empresa y para responder a los requerimientos del mercado en productos como baterías de alto impacto y uso rudo, así como en el sector automotriz, particularmente los autos eléctricos y la industria eléctrica automotriz.

El apoyo y financiamiento del PEI, permitió a la empresa concluir el proyecto en un menor tiempo. Los fondos del PEI consolidaron el desarrollo de nanotubos de carbono como sistema de encapsulamiento de litio, sin cuyo apoyo hubieran tomado un par de años más en la investigación.

Con la conclusión y los aportes que se derivan de este proyecto, la empresa Desarrollo de Proyectos Sustentables de la Península busca consolidarse en un nicho de mercado con un alto crecimiento en México, así como su expansión a nivel internacional.

3. Sistema de prevención de situaciones de peligro y desastres en la industria petrolera²⁴¹

Actualmente, las mediciones para detectar frentes de avances de fluidos inyectados como vapor, aire, fluidos térmicos, CO₂, N₂, etc., que pueden generar situaciones adversas a la producción de aceite en campos petroleros, son a nivel macro y tomadas por satélites que circundan la atmósfera. Sensores remotos montados en drones o helicópteros completan la misión de la medición a nivel micro.

Las definiciones de las lecturas del satélite abarcan varios cientos de kilómetros de extensión superficial y hasta 100 kilómetros de profundidad; lo burdo de esta medición es

el principal inconveniente para su uso en la detección de los frentes. Por su parte, los sensores remotos montados actualmente sobre drones o helicópteros no van a profundidades mayores de 700 metros. Por ello, dentro de los objetivos de este proyecto se propone la modificación de un sensor remoto existente que capture las mediciones a profundidades mayores a 700 metros.

De los yacimientos en Pemex, muy pocos o quizá ninguno se encuentra tan somero. Para North Sea Drilling Technologies ello representa un área de oportunidad, por lo que se planteó como objetivo diseñar un sensor remoto infrarrojo que vaya a profundidades mayores de los 700 y menores de los 2,000 metros, así como el sistema de cómputo que interprete y traduzca las mediciones tomadas por los sensores a estas nuevas profundidades.

La tecnología desarrollada en este proyecto es totalmente innovadora y permite a las empresas reducir tiempos y costos si se considera que una vez adquirida se pueden tener resultados en un tiempo muy corto respecto de lo que implicarían otras tecnologías. Por otra parte, se puede contar con información de mejor calidad y veracidad sobre posibles situaciones de peligro y desastres sin dañar al medio ambiente.

Los especialistas tendrán un mejor conocimiento del subsuelo, ya que esta tecnología permite tener imágenes de mayor resolución y que pueden ser utilizadas en cualquier tipo de suelo. El producto se puede considerar como disruptivo en la industria mexicana, al posicionarse como uno de los primeros en su tipo a nivel internacional.

North Sea Drilling Technologies, constituida en el año 2011, cuenta con personal con más de 10 años experiencia en el desarrollo de proyectos en el sector energético y tecnológico. La empresa tiene áreas de especialidad como: diseño y programación de sistemas industriales, sistemas de medición, sistemas de instrumentación y control, automatización, redes y telecomunicaciones, sistemas sustentables y ahorro de energía. Complementada con esta nueva tecnología, permitirá expandir el área de conocimientos y servicios de la empresa a un nivel muy competitivo en aspectos de seguridad y prevención.

Con el apoyo del PEI, la empresa realizó un programa de trabajo y vinculación con el Instituto Tecnológico de Oaxaca y el Instituto Superior de Coahuila para diseñar e integrar el sistema de monitoreo y control del banco de pruebas para el sensor remoto infrarrojo y el dron, programación del

²⁴¹ **Proyecto 233274.** Desarrollo de un sistema de visión remota infrarroja para la detección de frentes térmicos a una profundidad de 1,000 a 2,000 metros. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

algoritmo de traducción de datos, pruebas de funcionamiento de los sensores, así como la verificación de los sistemas de seguridad.

Como resultado de este proyecto North Sea Drilling Technologies iniciará con un proceso de promoción a ser financiado por la misma compañía, así como el registro de marca y patente ante el IMPI.

4. Tecnología redituable y sostenible para la cría de tilapia y camarón²⁴²

El sistema Biofloc es una fuente de innovación tecnológica redituable para el productor y sostenible con el medio ambiente, ya que combina la remoción de los nutrientes del agua con la producción de biomasa microbiana, siendo usada *in situ* para ser consumida por los animales en cultivo. Hoy en día este proceso tecnológico no se ha desarrollado en México, lo que representa un segmento de oportunidad para Kramer Ecogranja.

Para esta empresa, el financiamiento del PEI representó un factor decisivo para consolidar este proyecto, cuyo objetivo es ofrecer una tecnología redituable para el productor y sostenible con el medio ambiente.

El compromiso y la colaboración del Instituto Tecnológico de Campeche, de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), así como de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en las tareas de investigación, control y seguimiento del proyecto, permitieron superar los obstáculos y obtener soluciones que se reflejaron en una producción con mejor calidad y menor costo operativo que significó tanto un aumento en la productividad de la empresa como la posibilidad de expandir su mercado.

La empresa Kramer Ecogranja inició sus operaciones en 2014 con la misión de contar con una metodología para criar productos de mejor calidad a un menor costo de operación, que aumente la competitividad de la empresa, así como expandir el mercado actual e incursionar en mercados como el de Estados Unidos y Canadá.

La vinculación que se ha llevado a cabo con los centros de investigación y universidades ha sido un factor determinante para fortalecer el modelo de gestión de tecnología que Kramer Ecogranja ha implementado desde su fundación. Dicha cooperación ha estado enmarcada en un esquema de innovación con la participación de la UADY y el Instituto Tecnológico de Campeche, así como el apoyo técnico y científico de investigadores de la UNAM.

Para la UADY y el Instituto Tecnológico de Campeche el proyecto ha resultado de un gran valor, al apoyar con infraestructura y técnicos profesionales y especializados las necesidades en los procesos de producción de las empresas y que los mismos respondan a los requerimientos del mercado como en este caso en el sector de la pesca.

Kramer Ecogranja enfrentó retos en el proceso innovador de la propuesta técnica del desarrollo de la planta piloto de engorda de tilapia y camarón blanco que se fueron resolviendo con la participación de las instituciones educativas participantes. El reto más importante fue el establecimiento de un sistema de biofloc que permitió demostrar la viabilidad técnica, económica y social para implementar la tecnología. El apoyo y financiamiento recibido por el PEI permitió concluir la planta piloto en nueve meses, lo que en otras circunstancias hubiera llevado por lo menos dos años.

Asimismo, la realización de este proyecto ha permitido a Kramer Ecogranja consolidarse como una empresa a la vanguardia en el proceso de innovación tecnológica en la producción de tilapia, camarón blanco y otras especies en el mercado nacional, y en una siguiente etapa, competir en los mercados internacionales.

²⁴² **Proyecto 231376.** Desarrollo de una planta piloto de cría y engorde de tilapia y camarón blanco empleando el sistema biofloc, en Campeche, Campeche. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.



CHIAPAS

Datos PEI Chiapas		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	288.69	19
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	54.29	32
Unidades económicas 2014	83,639	21
Total proyectos presentados	235	23
Total proyectos apoyados	49	28
Efectividad estatal	0.21	32
Calificaciones	85.02	20
Monto total invertido	397.37	26
Monto público invertido	217.24	25
Proporción privado / público	0.83	22
Proporción invertido en vinculación	0.30	13
Nivel de innovación promedio inicial	3.71	29
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.71	23
Avance en nivel de innovación	3.00	7

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Anímate a tener una convivencia con los mayas, como nunca la habías tenido²⁴³

Este proyecto desarrolla un simulador interactivo en 3D realista mediante el uso de tecnología de realidad virtual al interior de una cabina que ofrece al usuario, en cualquier parte del mundo, una visión realista de lo que fue la vida de la civilización maya y que promueva la cultura y el turismo en Chiapas.

El simulador cuenta con la programación en los idiomas de maya, inglés, español, francés, italiano, portugués, ruso y japonés, entre otros. Mediante éste se proyecta una experiencia tanto divertida como educativa, en la cual los turistas pueden tener una experiencia diferente del sitio arqueológico de Palenque, las actividades diarias, los acontecimientos y tradiciones más importantes de los mayas, todo a través de un viaje virtual en el tiempo.

El objetivo que se alcanzó con este simulador es reproducir una apariencia de realidad, que muestra a los turistas y a cualquier persona interesada en la cultura maya, de una manera integral y holística, cómo era su estilo de vida diario, utilizando tecnología de punta sin precedentes en México y Latinoamérica.

“Palenque 3D: La ciudad maya” es un producto innovador, el cual ha sido desarrollado exclusivamente por Creamos Mas, y que ofrece una experiencia única y de diversión al turista que lo desee utilizar.

La empresa Creamos Más inicio actividades en 2010, cuando detectó las oportunidades existentes en torno a la actividad turística, así como en los sectores y procesos productivos relacionados a ella. En consecuencia, se ha focalizado en mejorar, desarrollar, implementar y ofrecer servicios que incorporen innovaciones tecnológicas y que faciliten y optimicen las experiencias turísticas.

En el desarrollo del proyecto se trabajó de manera conjunta con la Universidad de Quintana Roo. Las etapas en las que se realizó la vinculación con esta institución se basaron en el diseño y desarrollo del prototipo del simulador, las pruebas y aseguramiento de la calidad del producto, y la integración e implementación de la innovación.

²⁴³ **Proyecto 222383.** Palenque 3D: La ciudad maya. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

²⁴⁴ **Proyecto 232353.** Diseño de prototipo de tapete agroecológico para el control de maleza en cultivos de palmas de aceite (*Elaeis guineensis* Jaquin), de la región Selva del estado de Chiapas. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

El apoyo financiero aportado por el PEI fue un factor clave para poder cumplir con las diferentes etapas del proyecto en tiempo y forma.

Además de la oportunidad de negocio detectada y el potencial beneficio económico que se generará con el proyecto, el mayor beneficio de esta aplicación es la educativa, ya que proveerá de información de manera divertida a los visitantes del parque arqueológico de Palenque, gracias a la cual podrán conocer más acerca de la cultura maya en México y comprender “vivencialmente” cómo era el estilo de vida en la época prehispánica de esta región.

2. Tapete para el control de malezas provenientes del reciclado de llantas²⁴⁴

En la región se presentan dos situaciones que significaron un área de oportunidad para la empresa Productores la Buena Tierra. Primero, el surgimiento de nuevos métodos para el desarrollo de palma de aceite y el control de residuos tóxicos y/o de difícil deshecho, y segundo, a nivel ecológico, la problemática asociada al mal manejo de neumáticos usados de desecho, que se convierte en un riesgo para la salud humana.

En este contexto, el proyecto surge de la necesidad de solventar un problema generalizado en la producción de palma de aceite que implica el control de malezas, aunado a la acumulación y efectos contaminantes de llantas usadas que son inadecuadamente desechadas, determinando que se contaría con la materia prima disponible en abundancia para desarrollar este proyecto.

El tapete diseñado se incorporaría a las tecnologías disponibles para el control de malezas en palma de aceite, ya que en la actualidad se utilizan químicos con herbicidas sistémicos o de contacto, según el tipo de maleza a controlar, los cuales son de alto costo y requieren de personal con experiencia en la preparación de mezclas y aplicación, para evitar ocasionar daños a la planta de palma al aplicarse.

En el mercado nacional no existe algún producto similar, diseñado para cumplir con la necesidad de control de malezas de las especies agrícolas de interés como palma de

aceite, y al ser provenientes del reciclado de llantas, se puede implementar un sistema dual en el cual se mitiga una problemática nacional por la deficiencia en el manejo de llantas de desecho y se diseña un producto orientado a disminuir los costos de producción generados por el control de malezas en los primeros años del cultivo.

La empresa Productores la Buena Tierra comenzó sus operaciones en 2012, partiendo de la inquietud de un grupo de agricultores y empresarios interesados en alcanzar un mayor índice de desarrollo económico y social en la región. Es una sociedad de producción rural originaria del municipio de Palenque, Chiapas, que tiene por objeto la producción, explotación y comercialización de la palma de aceite africana, bambú y demás especies agrícolas susceptibles de cultivo en la región. Asimismo, trabaja en la modernización y mejora de la competitividad del sector agropecuario, mediante la promoción e investigación de nuevas tecnologías aplicables para el campo chiapaneco. El proyecto forma parte de la estrategia tecnológica de la empresa en la búsqueda de procesos y productos innovadores que permitan mejorar y eficientizar la producción de rubros de interés como la palma de aceite y el bambú.

Para el lograr los objetivos planteados, la empresa se vinculó con diversas instituciones académicas como la Universidad Autónoma de Chiapas, el Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa y la Universidad Politécnica de Tapachula.

Los resultados y beneficios esperados del proyecto fueron la obtención de un prototipo precomercial funcional de tapete agroecológico para el control de malezas proveniente del reciclado de llantas.

3. Proceso de deshidratación del chile poblano y marisol²⁴⁵

El chile ha formado parte de nuestra alimentación desde épocas ancestrales. Es un fruto altamente apreciado por sus cualidades nutricionales y por sus componentes bioactivos con beneficios para la salud, sin embargo, es altamente perecedero en estado fresco, conduciendo a pérdidas durante postcosecha, lo que obliga a investigar procesos de conservación que permitan extender su vida útil.

Grupo Empresarial Pamerson se dio a la tarea de desarrollar un prototipo industrial de deshidratación con circulación de aire forzado 100% solar, que logra controlar las condiciones y parámetros de deshidratación y asegurando, por un lado, una producción continua y, por el otro, una estandarización en las características fisicoquímicas y sensoriales producto final mediante la incorporación de un sistema de monitoreo, acumulación y dispersión de calor inteligente.

Dentro de su esquema de procesamiento, la deshidratación es un sistema de conservación muy útil cuando se realiza de forma adecuada y, siempre y cuando el proceso no afecte la calidad del alimento, este proceso da lugar a varios cambios en la estructura química del producto debido a los procesos térmicos y mecánicos a los que es sometido.

La intención del proyecto fue la de eficientar y estandarizar el proceso de deshidratación, con el control adecuado de las variables que afectan a la deshidratación de chiles y con ello elevar el valor de mercado del producto, y de igual forma alcanzar la meta de producción de 1,000 kilogramos de producto diario. Posteriormente, iniciar una venta al usuario final mediante presentaciones más pequeñas que se puedan ofrecer en tiendas de autoservicio, primeramente a nivel regional, hasta llegar al nacional e internacional.

A la conclusión del proyecto se obtuvo un conocimiento detallado de la calidad microbiológica, nutricional y vida útil del fruto fresco, producto deshidratado y producto rehidratado, así como del proceso de secado, determinando las isoterms de sorción a diferentes temperaturas. De igual forma, se obtuvo el conocimiento inherente al funcionamiento de las más modernas tecnologías existentes de deshidratadores solares en el mercado global.

A partir de este conocimiento se logró desarrollar un prototipo de deshidratación capaz de generar un producto libre de contaminantes, que a su vez asegura la producción continua y la estandarización en la calidad del producto. Asimismo, se logró un incremento en la calidad del producto final y su valor comercial. Aunado a lo anterior, se desarrolló una cadena productiva nueva, capaz de implementar adecuaciones y/o complementar los programas de fomento al cultivo, producción y comercialización de chile poblano y marisol para el estado de Chiapas.

²⁴⁵ **Proyecto 232871.** Desarrollo de prototipo industrial de deshidratador con circulación de aire forzado y sistema de monitoreo de parámetros para el secado automático de chile ancho. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Grupo Empresarial Pamerson, S.A. de C.V., es una empresa que desde 2009 se ha dedicado al desarrollo de innovación en la agricultura. La estrategia tecnológica del grupo se encuentra desarrollada con base en políticas, estrategias, planes y acciones que le permiten crear, difundir y fomentar el uso de la tecnología para el mejoramiento continuo.

Para lograr el objetivo resultó indispensable la participación de instituciones con infraestructura propia para el desarrollo de actividades específicas de investigación y desarrollo, entre las cuales se encuentran el laboratorio y taller de alimentos (ITSCintalapa), así como el laboratorio agroindustrial (UPTapachula). La Universidad Politécnica de Chiapas fue la institución encargada de realizar el software de monitoreo debido a que cuenta con un laboratorio específicamente creado para las necesidades del proyecto. Además, realizó los diagramas del deshidratador y el prototipo final del proyecto.

Es importante resaltar que mediante este tipo de proyectos se ha incentivado la elaboración de programas y acciones de apoyo para el fomento agrícola comercial y agroindustrial del chile poblano y marisol para el estado de Chiapas, creando una plataforma para otros agricultores con el fin de que se conviertan en productores, y generar con ello una cadena productiva fortalecida de estas variedades en el estado de Chiapas.

4. Una bebida a base de lactosuero que inhibe la gastritis²⁴⁶

Las nuevas dinámicas sociales han complicado que las personas puedan tener una buena calidad de vida a partir de sus actividades cotidianas, incluyendo también la calidad de su alimentación, por lo que es necesario encontrar productos alimenticios funcionales y nutracéuticos que cumplan las expectativas de un gran sector de la población nacional. A partir de esta premisa se percibe una gran área de oportunidad para la producción de este tipo de productos.

Debido a que el lactosuero es un subproducto de desecho de las empresas procesadoras de leche, y conociendo el valor nutricional que representa, Que Natural planteó el desarrollo de una bebida láctea fermentada que permitiera su aprovechamiento mediante el proceso de fermentación y adición de agentes pro y prebióticos, la cual pudiera fungir

como un inhibidor de la bacteria *Helicobacter pylori* (principal causa de los problemas de gastritis).

Como resultado de la investigación se logró identificar las cepas capaces de suprimir la presencia de la bacteria que causa la gastritis y con base en ellas se diseñó una bebida que actúa como medio inhibidor de esta enfermedad, impactando de manera positiva la salud de la población local.

Que Natural es una empresa enfocada a desarrollar un proceso para la elaboración de una bebida láctea a partir de lactosuero para la supresión de la bacteria causante de la gastritis, con la intención de ofrecer una bebida nutracéutica en el mercado. En el contexto del desarrollo del producto se pudo observar que en mercado latinoamericano los productos similares son generados a partir de la fermentación de la leche, lo cual abrió la oportunidad de poder introducir al mercado un producto con características similares, pero a base de lactosuero.

Para poder desarrollar el producto, la empresa se vinculó con el Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa y la Universidad Politécnica de Tapachula, las cuales ya habían desarrollado avances en la investigación. El PEI fue un factor importante para impulsar la vinculación entre la empresa y los centros de investigación.

Respecto al lactosuero, se logra aprovechar el 100% como materia prima, generándole un valor agregado a la industria láctea y la posibilidad de aumentar los ingresos económicos por el uso integral de la leche. Asimismo, se reducen los índices de contaminación al no canalizarse como un desperdicio.

5. Barra nutritiva de macadamia libre de gluten²⁴⁷

El proyecto de investigación tiene su origen en diversos hallazgos médicos respecto a las reacciones y comportamientos del organismo humano (incluyendo la obesidad) frente a componentes alimenticios, en particular del gluten, al que aproximadamente 12% de la población mexicana reacciona adversamente frente a su consumo. De igual forma, la obesidad se ha convertido en un problema de salud pública, siendo México el país con mayor porcentaje de obesidad infantil a nivel mundial y donde 71% de los adultos la padece.

²⁴⁶ **Proyecto 233155.** Desarrollo de una bebida a base de lactosuero para la supresión de la bacteria *Helicobacter pylori*, causante de la gastritis. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²⁴⁷ **Proyecto 233614.** Investigación y desarrollo de barra nutritiva de macadamia libre de gluten. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Por otra parte, las dinámicas sociales y laborales en las grandes ciudades han hecho que las prácticas alimenticias sean poco saludables, jugando en este campo un factor preponderante las barras nutritivas. Estas barras han revolucionado el mercado, al servir como complementos alimenticios sanos e incluso como sustitutos de alguna comida, es por ello que su comercialización en el país tiene una tasa de crecimiento anual mayor a 10 por ciento.

Por su parte, la nuez de macadamia, semilla de un árbol perenne de la familia de las proteáceas, es un alimento altamente energético que aporta grasas, carbohidratos, proteínas y aminoácidos. La ingesta diaria de nuez de macadamia tiene los beneficios del omega 9 para reducir el colesterol y para mejorar la salud cardiovascular. Otra de sus propiedades es que no contiene gluten, por lo cual su consumo es apto para personas que presenten enfermedad celíaca o alergia al mismo.

El objetivo general del proyecto consistió en lograr la innovación en la elaboración de una barra nutritiva de macadamia para contrarrestar los problemas en personas celíacas, con obesidad y/o desnutrición.

La vinculación con el IES fue fundamental para llevar a cabo el protocolo de investigación que incluyó tres etapas. En una primera etapa de investigación se definieron las combinaciones óptimas de proporciones de macadamia y otros

cereales y/o frutos secos sin gluten, para obtener el mayor valor nutrimental posible en diversas raciones; en la segunda se prepararon las barras nutritivas con las proporciones seleccionadas; y en la tercera se realizaron las pruebas de aceptabilidad.

Entre los resultados obtenidos se encuentran: la efectividad deseada en el desarrollo de la barra nutritiva; información para ser registrada como propiedad intelectual ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI); vinculación entre empresa, académicos, investigadores y alumnos de estadía que aportaron y adquirieron información y conocimiento que agregó valor a dicha vinculación, así como el fortalecimiento del capital intelectual y certidumbre al proyecto, gracias a la participación por parte de las IES en la elaboración de los análisis y pruebas pertinentes.

Con el apoyo del PEI se logró caracterizar el valor nutrimental de nueces de macadamia trituradas para formar barras energéticas libres de gluten, así como determinar la combinación con otros cereales y/o frutos secos que aporta mayor valor nutrimental y sostenibilidad de producción a pequeña escala.

De igual forma, el proyecto impulsa la tecnología y la investigación en el estado, al diseñar e innovar conocimiento que se aplicará en la región, creando grupos de trabajo en el sector universitario con un gran interés por la investigación.



QUINTANA ROO

Datos PEI Quintana Roo		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	262.76	21
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	162.22	10
Unidades económicas 2014	45,488	29
Total proyectos presentados	235	23
Total proyectos apoyados	61	26
Efectividad estatal	0.26	22
Calificaciones	83.57	30
Monto total invertido	311.19	30
Monto público invertido	189.49	29
Proporción privado / público	0.64	30
Proporción invertido en vinculación	0.35	7
Nivel de innovación promedio inicial	4.60	4
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.50	28
Avance en nivel de innovación	1.90	32

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Fabricación de diversos materiales con recubrimientos que soporten altas temperaturas²⁴⁸

El objetivo de este proyecto consiste en llevar a cabo un proceso de innovación tecnológica en la producción de materiales de recubrimiento que soporten altas temperaturas. La propuesta de la empresa Energía Suministros e Instalaciones consiste en desarrollar un prototipo de producción de recubrimientos selectivos termosolares usando la técnica conocida como *sputtering*, a partir del cual se pueda probar la estrategia implementada. Mediante este proceso se han identificado los diferentes elementos que componen el sistema según el resultado de la búsqueda científico-tecnológica.

La empresa Energía y Suministros tiene como objetivo la investigación, desarrollo, fabricación y comercialización de energías renovables y no renovables, la distribución de equipos, así como el desarrollo de proyectos ecológicos e industriales. La aportación de la empresa en este proyecto se enfoca en la innovación tecnológica sobre recubrimientos selectivos en tubería y la mejora de materiales.

En vinculación con la Universidad Tecnológica Metropolitana, ha generado procesos que están en proceso de protección de propiedad intelectual en las áreas relativas a la automatización y el control de la cámara de vacío, así como los servicios de diseño industrial y gráfico de los prototipos de máquinas a desarrollar.

Por su parte, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) participó en el acompañamiento técnico y científico en cada una de las fases de esta etapa y su evaluación. Entre estas fases se encuentran: el reporte técnico sobre todos componentes seleccionados y la operación del sistema, así como la caracterización óptica y térmica de las primeras pruebas de recubrimientos selectivos en base aluminio.

La participación del PEI como elemento vinculante fue fundamental para la concreción de este proyecto y los resultados han permitido a Energía y Suministros ubicarse como empresa líder en la implementación del sistema *sputtering*. Asimismo, logró la construcción de una pequeña planta de recubrimientos, la cual producirá al menos 70 tubos por semana.

2. Ropa de vestir ligera y generadora de calor²⁴⁹

El objetivo de este proyecto consistió en aplicar la tecnología Thermalfit a la ropa tradicional para generar calor mediante la radiación solar o luz artificial, y con ello reducir el uso de varias prendas de vestir para protegerse del frío, al integrar esta tecnología a chaquetas o chamarras sencillas. La tecnología desarrollada ofrece una mayor velocidad de calentamiento, logrando incrementar la temperatura en 10°C en tan sólo dos minutos, mediante el uso de la luz solar o la radiación infrarroja.

Conforme los nuevos avances tecnológicos, los textiles inteligentes son capaces de reaccionar con electricidad, calor, campos magnéticos, químicos u otras fuentes de estímulos del ambiente y responder a ellos usando funcionalidades integradas a la estructura del textil. No tienen un conjunto de características fijas, pero cuentan con un elemento activo que trabaja con su propio mecanismo de control y respuesta. Estos textiles tienen un impacto imprevisible en el mercado de ropa de protección, textiles médicos y otros productos textiles y aplicaciones.

El proyecto arrancó en 2009, cuando la empresa Energía Suministros e Instalaciones fue asimilando conocimientos en el área de mantenimiento y servicio de maquinarias para posteriormente convertirse en una empresa de nueva creación e invertir en investigación y desarrollo de recubrimientos selectivos solares para la industria textil.

Energía, Suministros e Instalaciones cuenta con la línea de investigación que en 2012 formó parte del desarrollo tecnológico estratégico de la empresa, en particular del diseño y fabricación de un sistema de depósito electroquímico que realiza los recubrimientos selectivos para fabricar prendas térmicas. Parte importante de esta línea de investigación de materiales fue aportada por el CINVESTAV del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, con el que vinculó en este proyecto apoyado por el PEI.

Ya anteriormente, en 2013 había llevado a cabo el proyecto "Diseño y desarrollo de una microfibras textil térmica inteligente, usando tecnología termosolar insertando recubrimientos selectivos sobre fibras de acero inoxidable como elemento calefactor para el incremento de la temperatura corporal". Como resultado, la empresa pudo implementar la técnica de baño químico en las instalaciones y obtener tela

²⁴⁸ **Proyecto 210593.** Desarrollo de un sistema multi-depósito para recubrimientos selectivos de alta eficiencia de temperatura media (100-400°C) por la técnica *RF-Sputtering* requeridos en colectores solares para calor de proceso. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

²⁴⁹ **Proyecto 220730.** Desarrollo de una planta piloto para la fabricación de una microfibras termosolar para generar calor. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

de acero inoxidable de diferentes *mesh* (abertura de la malla) con el recubrimiento termosolar. Esta tela fue desarrollada también en colaboración con el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) Mérida y se obtuvieron prototipos en prendas de frío y algunas convencionales a las cuales se les integró la tela en forma de parches.

El proyecto, que concluyó con la planta piloto, se desarrolló en tres etapas, las cuales también fueron apoyadas por el PEI y consistieron principalmente en el desarrollo de un hilo térmico que absorbiera la luz del sol y/o artificial para transformarla en calor, confección de prendas en base a estos hilos y el desarrollo manuales técnicos.

Derivado de las características del producto fue necesario adaptar la tecnología de tela de fibra térmica solar a las normas en materia de textiles de México y EUA, por ser considerado este último como un mercado potencial por los deportes invernales y la ropa en general diseñada para protegerse de bajas temperaturas.

Como parte de este proceso, la empresa inicio el trámite de patente de esta tecnología que consiste en una tela de fibra térmica solar adherida en prendas dirigidas al mercado de ropa deportiva, específicamente para su comercialización en el mercado de deportes de invierno en EUA.

El producto térmico que resultó de este proyecto puede impactar el sector textil, en particular en lo que concierne al tipo de ropa utilizada en regiones frías y en su aplicación en trajes deportivos para deportes de invierno, contando con la producción necesaria para el abastecimiento del mercado, cumpliendo con la estandarización y normalización requerida.

3. Reproducción y maduración de robalo y pámpano²⁵⁰

El cultivo de peces marinos es una de las actividades productivas de mayor crecimiento en los últimos años a nivel mundial. En México esta actividad ha iniciado recientemente, en lo que respecta al cultivo de pargos, jureles y corvinas en el Pacífico.

Fundada en 1995, Acuacultura Planeada, S. de R.L., es pionera en la producción comercial de alevines de tilapia masculinizados en el país. Actualmente, la empresa se

constituye como una de las opciones más confiables en el suministro de insumos biológicos demandados por los proyectos productivos acuícolas, ofreciendo semilla y reproductores de tilapia y de cíclidos nativos de calidad certificada.

Bajo estas premisas, Acuacultura Planeada ha desarrollado este proyecto que tiene como objetivo establecer las condiciones para la maduración y reproducción controlada de robalo y pámpano para lograr la producción, a partir del larvicultivo, mediante el diseño e implementación de un sistema piloto de alta eficiencia para temperatura media (de 100 a 400°C) por la técnica de *RF-Sputtering*.

Una etapa previa a este proyecto fue apoyada y financiada por el PEI en 2014, la cual tuvo como resultado el establecimiento de un área de mantenimiento de reproductores de robalo y pámpano. Actualmente se cuenta con un lote de reproductores de ambas especies, lo que ha permitido iniciar con las investigaciones para realizar el seguimiento de la maduración y reproducción en cautiverio, así como la instalación de un área para la producción de alimento vivo (microalgas, rotíferos y artemia), necesarios para el larvicultivo.

El proyecto potenció la infraestructura instalada, con la fabricación de cuatro estanques con las especificaciones técnicas apropiadas para la reproducción de los peces y, en forma paralela, se construyó un área para la producción de alimento vivo, con un cuarto para el mantenimiento de cepas de microalgas, y otra para la producción masiva. Esta infraestructura sentó las bases para realizar las investigaciones sobre la producción intensiva de semilla para su posterior comercialización a nivel nacional.

Los vínculos que se establecieron con centros de enseñanza superior se han fortalecido, lo que ha permitido un programa permanente de mejoramiento genético de pie de cría de especies acuáticas tropicales. Los investigadores del CIAD de Mazatlán tienen amplia experiencia en el cultivo del pargo lunarejo y el botete diana, gracias a lo cual también pudieron evaluar los aspectos de reproducción vía inducción hormonal, dando los primeros pasos para el cultivo de larvas utilizando los alimentos vivos producidos en el área. Por su parte, los investigadores del Laboratorio de Acuicultura Tropical de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL-UJAT) de Tabasco realizaron las investigaciones pertinentes para el diseño de las áreas de reproducción y de producción de alimentos vivos; asimismo, llevaron a cabo las investigaciones para lograr la maduración y procesos de inducción utilizando LHRHa en los reproductores para lograr el desove en ambas especies.

²⁵⁰ Proyecto 221304. Laboratorio de producción de peces marinos 2a fase: maduración, desove y alimento. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Esta vinculación entre la empresa y las instituciones académicas promovida con el apoyo del PEI dio como resultado el establecimiento de un sistema de maduración-reproducción de peces marinos, la diversificación de la producción acuícola a partir del cultivo en sistemas de recirculación de peces marinos en la región sur-sureste de México y la capacidad de ofertar juveniles de peces marinos (robalo y pámpano) a partir de la reproducción controlada para su engorda comercial por productores nacionales.

4. Desarrollo de una estación remota para facilitar el envío y recepción de información meteorológica con cobertura nacional²⁵¹

El objetivo de la propuesta consiste en diseñar y desarrollar una micro estación meteorológica portátil de transmisión remota de diversos parámetros ambientales (temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, punto de rocío, precipitación pluvial), en función de las recomendaciones emitidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El proyecto Mobile Weather Station se basa en la necesidad de llevar a cabo mediciones de variables físicas del ambiente en lugares de difícil acceso para el ser humano, para prestar el servicio a personas que deban tomar decisiones para satisfacer alguna necesidad a partir de las condiciones climáticas, así como para ofrecer información sobre las mismas a la población en general.

Desarrollo Creativo Americano es una empresa especializada en servicios de investigación, desarrollo tecnológico y asesoramiento comercial que impulsa las ideas innovadoras, con el objetivo de incrementar el crecimiento económico de las empresas micro, pequeñas y medianas. Para la empresa, el desarrollo tecnológico es esencial, por lo que ofrece servicios diversos enfocados al desarrollo social y al mejoramiento de la vida diaria, como son los softwares meteorológicos y para uso en tecnologías de la seguridad.

Su experiencia ha permitido a la empresa evolucionar desde su fundación, por lo que cuenta con un acervo tecnológico basado en el conocimiento de la instalación y mantenimiento de sistemas termosolares, así como software

especializado para medicación del potencial de radicación en las diferentes regiones.

Este proyecto es una iniciativa de la empresa que cuenta con un grupo de trabajo especializado que la respaldan en la ingeniería de software/hardware, en vinculación con instituciones de educación superior y con centros de investigación, los cuales aportan experiencia, conocimiento y capacidades investigativas para el desarrollo del proyecto.

El apoyo financiero del PEI ha sido un apalancamiento para la empresa en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas integrales con componentes de software y hardware, altamente atractivas para ser comercializadas, ya que permiten automatizar procesos, reducir tiempos y costos de los usuarios.

La meta es que con el desarrollo de los dispositivos electrónicos se puedan enviar y recibir datos provenientes de diversos sensores, ya sea por medios satelitales o de la red telefónica celular, lo que permitirá tener una base sólida para el desarrollo de aplicaciones con estas características. Asimismo el mercado para este sistema abarca empresas en diversos ámbitos como distribuidoras de energías, aeropuertos, autoridades viales, empresas de construcción de obra pública, empresas de transportación marítima y terrestre, así como medios de comunicación.

5. Decodificador inteligente para servicios de entretenimiento e integrales que facilitan la vida de los usuarios²⁵²

La manera de acceder a los contenidos de entretenimiento para televisión mediante dispositivos inteligentes está cambiando aceleradamente a nivel mundial. Los usuarios han modificado los patrones de consumo de los contenidos debido a las diferentes alternativas de entretenimiento, así como a la gran variedad de proveedores de servicios.

La empresa MiTV desarrolló en México el primer sistema sobre la nube para uso residencial y hotelero, que integra la televisión abierta y de paga, motores de búsqueda de contenidos de diferentes proveedores sobre la nube, redes sociales, control del medio ambiente del usuario por medio de

²⁵¹ **Proyecto 231199.** Mobile Weather Station, estación meteorológica móvil solar con envío automático de datos ambientales a través de enlaces satelitales o telefonía celular hacia internet. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

²⁵² **Proyecto 232153.** Mibuttler (Mimayordomo) solución residencial y de hospitalidad de entretenimiento interactivo y servicios integrales sobre la nube (cloud). Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

internet como, por ejemplo, el encendido y apagado de luces, electrodomésticos, así como el comercio electrónico y la publicidad dirigida.

El objetivo de MiTV es proveer tecnología, servicios de entretenimiento e integrales que simplifiquen la vida de los usuarios. Con más de 14 años de experiencia, se ha especializado en el desarrollo e implementación de *middleware* (sistema que conecta dos aplicaciones para que se puedan pasar fácilmente datos y bases de datos por una “canalización”) en cajas decodificadoras que emplean los proveedores de televisión interactiva y en dispositivos móviles.

Los servicios de video sobre la nube, denominados OTT, se han convertido en un espacio competido por empresas líderes de la industria y un segmento de mercado en el que la demanda crece de manera acelerada. Esta competencia ha creado una gran cantidad de opciones para los consumidores y a la vez una gran complejidad, debido a que no existen soluciones que agrupen y organicen de forma simple las alternativas de entretenimiento para el usuario y faciliten la navegación. Esta situación se ha traducido en el uso de múltiples controles remotos que no incorporan todos los servicios que ofrecen los operadores de cable o satelitales.

El proyecto forma parte de la estrategia comercial y desarrollo tecnológico de MiTV, puesto que desde su constitución se ha enfocado a la innovación y comercialización de tecnología de televisión interactiva para que los operadores de cable provean servicios a la industria hotelera y de hospitalidad.

Para la formación y desarrollo de personal capacitado que apoyara el proyecto, MiTV estableció en un convenio de

cooperación y desarrollo con el Instituto Politécnico Nacional, específicamente con su Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA). Como parte de este convenio, MiTV creó un sistema de becarios con estudiantes de licenciatura, a quienes se les capacita en televisión digital e interactiva y tecnologías asociadas. En este programa han participado más de 20 estudiantes que han trabajado con MiTV, y varios de los prototipos desarrollados se han integrado como parte del producto actual.

Asimismo, se estableció por medio del PEI vinculación que se realizó con el Centro de Innovación en Tecnología de la Información y Comunicación (INFOTEC), la cual fue fundamental en el proyecto debido a la experiencia que tiene este centro en el desarrollo decodificadores. La investigación y el trabajo conjunto que permitió la creación de un diseño de fácil entendimiento y manejo para el usuario.

La vinculación que promovió el PEI permitió desarrollar la experiencia y conocimientos necesarios para competir con empresas internacionales de la industria mediante el diseño y desarrollo de tecnologías y dispositivos exportables, requeridos por los mercados nacionales e internacionales.

El proyecto también generó una serie de beneficios sociales mediante la creación de un programa de becarios, la incorporación al desarrollo de la tecnología aplicada a por lo menos 10 estudiantes de nivel superior, que en algunos casos se convirtieron en trabajos de tesis para obtener el título de Ingeniero en Telemática. Otro beneficio consistió en promover el cambio físico del centro de desarrollo de MiTV de Houston a Quintana Roo, creando oportunidades de empleo en la región.



TABASCO

Datos PEI Tabasco		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	523.61	13
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	217.46	4
Unidades económicas 2014	59,973	23
Total proyectos presentados	245	22
Total proyectos apoyados	83	23
Efectividad estatal	0.34	10
Calificaciones	84.73	21
Monto total invertido	532.71	24
Monto público invertido	324.52	22
Proporción privado / público	0.64	31
Proporción invertido en vinculación	0.40	3
Nivel de innovación promedio inicial	3.96	24
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.88	16
Avance en nivel de innovación	2.92	10

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Tecnología aplicada a mejorar el sabor y olor del cacao²⁵³

El panorama general de la agroindustria del cacao mexicano enfrenta una gran cantidad de retos en materia tecnológica, lo cual está relacionado con su capacidad productiva. Es necesario modernizar los procesos productivos del cacao, principalmente los orientados al secado y tostado especialmente por el alto consumo de combustibles durante el secado del grano.

Por ello, CACEP ha desarrollado un proyecto con el objetivo de incrementar la calidad de sus productos fabricados con chocolate, esto a partir del desarrollo de un proceso de torrefacción del grano de cacao que permita optimizar sus condiciones de aroma y sabor, además de promover el adecuado aprovechamiento de la materia grasa del mismo mediante el diseño y fabricación de una planta piloto que supere las desventajas de los equipos comerciales existentes en el mercado, al controlar la temperatura para evitar que el grano pierda su sabor y aroma y mejorar la calidad del producto.

“Conservar el aroma y sabor del cacao fue nuestro principal reto, controlando el proceso de tostado, lo hemos logrado”, son las palabras del responsable de operaciones del Grupo Industrial CACEP, S.A. de C.V., empresa que desde 1987 produce chocolate de manera industrial y ha logrado convertirse en la mayor productora de derivados del cacao (pasta, manteca y cocoa) en el estado de Tabasco.

La empresa cuenta con un vivero en donde se seleccionan e injertan las mejores variedades de cacao, caracterizados por su buen sabor, aroma y textura. Procesa anualmente alrededor de 3,000 toneladas de cacao, produciendo chocolate de exportación; algunos destinos internacionales de estos productos son Francia, EUA y China, si bien se enfoca en el mercado nacional. Además, cuenta con maquinaria instalada que le permite procesar hasta 30 toneladas diarias.

La propuesta consistió en la implementación de un sistema novedoso para el secado y tostado de cacao con capacidad de 375 kg/h que incluye un transportador-elevador con tolva de recepción de semilla, un secador-tostador descendente con entrada de semillas, entradas de aire caliente con sistema de control de temperaturas de 100 a 150°C, una válvula reguladora de velocidad de descarga, un transportador horizontal para recepción de grano y ventiladores para enfriamiento del producto. Para su desarrollo se utilizó una

metodología de diseño mecánico en ingeniería, con las siguientes etapas: conceptual, básica, de detalle y fabricación y pruebas.

Este proyecto innovó el proceso de torrefacción o tostado con la finalidad de generar una mayor calidad en la producción en granos de cacao, asimismo logró reducir el índice de humedad y parte de la acidez acética del cacao y evitar la disipación de sus principales cualidades, que son el aroma y sabor característicos del chocolate, reducir costos y el consumo de energía.

La vinculación con el Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), A.C., fue fundamental para lograr este proyecto, al realizar la revisión documental de la información existente de equipos comerciales y la investigación de patentes existentes para verificar las alternativas de solución y definir la generación de propuestas conceptuales del proyecto.

Como resultado de este proyecto se obtuvieron productos con un mayor nivel de calidad, se capacitaron recursos humanos dentro CACEP y se incrementó la capacidad de procesamiento, por lo que se prevé un considerable incremento en el margen de utilidad de la empresa. La visión CACEP es elaborar auténticos productos derivados del cacao, ofreciendo a sus clientes un máximo control de calidad, desde la siembra, hasta su industrialización. Su objetivo es consolidarse a nivel nacional e internacional por la calidad y autenticidad de sus productos, apoyando al crecimiento del gremio chocolatero en la región.

2. Tratamiento homeopático para disminuir la mortalidad en la producción de ostión²⁵⁴

El Centro Ostrícola es el primer laboratorio del Golfo de México que logra producir a escala comercial el ostión del Golfo (*Americana Crassostrea virginica*). El proyecto con que participaron en el PEI tenía la intención de frenar la mortalidad en la producción de semilla de ostión, pero con esta tecnología aparecieron dos oportunidades de negocio: comercializar poblaciones de reproductores y desarrollo de tratamientos homeopáticos. Una nueva plataforma de negocio para la empresa.

Productora de Especies Acuáticas S.A. de C.V. (PEASA),

²⁵³ **Proyecto 221532.** Desarrollo de una planta piloto innovadora para el secado y tostado de granos alimenticios. Este caso está basado en una entrevista realizada a representantes de la empresa y del centro de investigación.

²⁵⁴ **Proyecto 221894.** Innovación y mejora continua de productos y procesos para optimizar la producción de semilla de ostión (*C. virginica*) en laboratorio. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

fue fundada en 1988 y cuenta desde 1991 con instalaciones para la producción de camarón. Se ha diversificado hacia otras especies como el ostión nativo del Golfo de México y la tilapia.

Ha establecido vinculaciones importantes con centros públicos de investigación, con instituciones de educación superior y con empresas privadas del sector acuícola, lo que le ha permitido llevar a cabo iniciativas exitosas de investigación y de desarrollo tecnológico para la adquisición de capacidades productivas. Ejemplo de ello es la construcción y equipamiento de laboratorio ostrícola en el municipio de Cárdenas, Tabasco, para la producción creciente de semilla de la ostra americana (*Crassostrea virginica*), especie nativa del Golfo de México, de mayor aporte en la producción ostrícola nacional.

Cabe destacar que el mercado para la venta de semilla mejorada de ostión (*C. virginica*) en la región del sureste de México (Tabasco, Campeche y Veracruz) es muy demandante debido a que no existe ningún gran proveedor de esta semilla. Tan sólo en Tabasco se encuentran 35 organizaciones de productores y el potencial de crecimiento es muy grande.

Por lo anterior, PEASA desarrolló un proyecto orientado a optimizar la producción comercial de semilla de ostión americano en su laboratorio, mediante la innovación y mejora continua del acervo tecnológico del Centro Ostrícola Tecnológico de Tabasco (COTET). Con ello, busca producir 100 millones de semillas al año.

Este proyecto propuso la innovación y mejora continua de procesos y productos, zootecnias y prototipos que conforman el acervo tecnológico del COTET, el primer laboratorio ostrícola del país diseñado con el soporte científico y tecnológico del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), para producir comercialmente semilla suelta y en concha del ostión del golfo.

Para la producción de esta semilla de ostión, el laboratorio inició operaciones en 2010 y desde entonces buscó consolidar su producción para poder ofertar por primera vez semilla de esta especie en el país, algo que ya ha logrado.

Sin embargo, su proceso productivo tenía un gran reto, pues a pesar de tener una capacidad productiva de 80 millones de semillas al año, la mortalidad los llevaba a tener únicamente una producción de 30 a 40 millones de semillas de ostión. Así, decidieron desarrollar un tratamiento de fármacos elicitores homeopáticos con capacidad para actuar

como vacunas bacteriológicas en reproductores y larvas de ostión americano, a fin de incrementar su resistencia al estrés y su respuesta inmune. ¿El resultado? Hoy producen a capacidad plena gracias a la vinculación que tuvieron con el CIBNOR, la cual consistió en la generación de nuevo conocimiento científico y tecnológico sobre actinobacterias, nutrición y microbiota del ostión americano, aplicado a nuevas formulaciones.

Asimismo, dicho proceso de vinculación también se generó con la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, que contribuyó a la formación de conocimientos científicos sobre bacterias patógenas que afectan al ostión americano, su modo de acción y mecanismos para mitigación, así como de control de impactos en la producción. Dicha institución realizó un informe sobre el estudio histológico de los reproductores en relación del diámetro teórico de los ovocitos de los reproductores.

Por ende, con este proyecto PEASA se abrió la puerta a un mayor desarrollo, buscando con el paso del tiempo llegar a producir mil millones de semillas al año. De lograrlo, este sería el laboratorio de producción de semilla de ostión más grande del mundo, ya que el que actualmente ostenta ese récord se encuentra en los Estados Unidos y produce 500 millones de semillas al año.

3. Prototipo de evaluación de sistemas producto e infraestructura petrolera por medio de plataformas UAV y sensores multiespectrales²⁵⁵

Lo que inició como una lluvia de ideas entre Estrategias de Planeación Urbana Sustentable, S.A. de C.V. (EUPUSSA), y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), rápidamente se convirtió en un proyecto a desarrollar para atender dos problemas: 1) la sustracción de gasolina de los ductos que la transportan y 2) aumentar la productividad del sector agroforestal. Estos sectores tan diferentes entre sí comparan la posibilidad de beneficiarse de un sistema de identificación de cambios en el suelo a lo largo de amplias extensiones de tierra de forma automatizada.

Así, se integró una herramienta que puede detectar cambios en las características físicas del suelo para saber si ha habido paso de vehículos o para reconocer si un cultivo tiene

²⁵⁵ **Proyecto 230173:** Prototipo de evaluación de sistemas producto e infraestructura petrolera por medio de plataformas UAV y sensores multiespectrales. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

algún tipo de enfermedad. Esto se realiza con un sistema que, por un lado, levanta imágenes con vehículos aéreos no tripulados y sensores multiespectrales (que pueden capturar imágenes del espectro visible y no visible) y, por el otro, utiliza una plataforma automatizada para comparar las imágenes con patrones identificados previamente sobre ingreso de vehículos o características físicas que los cultivos adquieren al presentar alguna enfermedad.

EPUSSA se fundó en 2013 en Villahermosa, Tabasco. Ha realizado diversos trabajos relacionados con el desarrollo de plataformas web, estudios estadísticos, investigaciones de viabilidad costo-beneficio sobre crecimiento poblacional, el sector petrolero, localización y georreferenciación de plataformas marinas, entre otros. Para el proyecto EPUSSA encontró en la vinculación con la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la Universidad Latina, que fungieron como colaboradores clave.²⁵⁶

Por consiguiente, el desarrollo de este proyecto considera su operación prácticamente en cualquier supuesto climático, debido a que la altura de trabajo se establece según la escala de las imágenes entre 150 y 300 metros de altura, muy por debajo de la nubosidad normal, lo que permite la obtención de imágenes con buena resolución. Además, los recorridos aéreos se programan exclusivamente para ciertas zonas, disminuyendo los costos.

Para cumplir con los objetivos planteados en el desarrollo de este proyecto, la Universidad Latina participó con ingenieros agrónomos que dieron seguimiento en campo a las variaciones que presentó el cultivo de plátano y apoyaron en la correlación con las firmas espectrales.

Por su parte, EPUSSA apoyó en el análisis de características técnicas de la plataforma UAV y de los sensores multiespectrales disponibles en vinculación con la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, desde donde se analizaron las imágenes obtenidas de los trabajos de campo, integrando los resultados en una base de datos propia del proyecto.

Entre los resultados, se desarrolló un sistema de imágenes dentro de un cultivo piloto de plátano, en donde se monitorearon vuelos semanales a fin de obtener firmas espectrales (la forma en que se refleja la luz sobre los objetos). Cada objeto tiene una forma específica de reflexión de la luz que funciona como una huella digital y se modifica cuando el objeto cambia. Para el caso particular de la detección

temprana en apertura de accesos ilícitos a los ductos de combustible de Pemex, la línea base se construyó primero sobrevolando el área de pruebas y realizando modificaciones a la misma para comprobar el funcionamiento del método de detección. Y como último punto, se diseñó una aplicación web para mostrar a los clientes los resultados obtenidos del monitoreo y las características del servicio ofrecido.

El software de análisis específico constituyó una innovación para este proyecto, ya que se integró el uso de un algoritmo que comparó miles de imágenes en breves periodos de tiempo, calibrando una serie de valores característicos y ajustándose al ámbito regional de los objetos de exploración, lo que permitió diversificar el análisis de imágenes.

Finalmente, con la creación del sistema se logra que los clientes de EPUSSA realicen un monitoreo verificable, seguimientos rápidos, reduzcan los tiempos actuales de ejecución y se garantice la confiabilidad de los resultados.

4. Innovando en el aprovechamiento de los subproductos del cacao²⁵⁷

“Después de hacer una pequeña encuesta y descubrir que hacían falta bebidas con sabores de la región, encontramos un área de oportunidad para generar este proyecto”, comenta la responsable técnica de este proyecto en Productores de Frutas Tropicales Procesadas Molinari, S.P.R. de R.L. Molinari es una empresa dedicada a la fabricación y venta de jugos, pulpas congeladas, concentrados, néctares espumosos, licores de frutas y bebidas 0% azúcar, por medio de su marca llamada CARLA.

El proyecto pretende desarrollar estas bebidas a partir del mucílago de cacao, que es la sustancia viscosa presente en la mazorca del grano de cacao y que conserva algunas propiedades de sabor, comúnmente llamado “baba” de cacao. Actualmente, los estudios sobre la calidad y compuestos bioactivos del mucílago son muy escasos, sin embargo, debido a su composición pueden ser utilizados como materias primas para la elaboración de alimentos y como suplementos nutrimentales.

A nivel internacional se han desarrollado propuestas de laboratorio sobre la elaboración del néctar de mucílago de cacao y vino de cacao en países como Ecuador, Venezuela y

²⁵⁶ El proyecto inició con una segunda vinculación con el Tecnológico de la Zona Olmeca que posteriormente cambió a la Universidad Latina.

²⁵⁷ **Proyecto 232004:** Diseño y desarrollo de un prototipo móvil para la obtención y valorización del mucílago de cacao para su industrialización en el estado de Tabasco.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

Brasil, sin embargo, no se elaboran dichos productos de manera industrial y comercial.

“Nuestro objetivo era obtener mucílago en condiciones higiénicas y generar productos comerciales”. Es por esto que la empresa desarrolló un proyecto para el aprovechamiento más integral de la mazorca de cacao, a fin de obtener el mucílago aplicando normas de inocuidad alimentaria, por medio de la creación de un prototipo móvil que permita el corte de la mazorca, desgrane y separación de la semilla sin lastimarla, para agregar valor al mucílago y generar productos comerciales como: pulpa congelada, néctar y vino espumoso.

“Gracias a la vinculación y colaboración con más de 60 productores hemos podido realizar este proyecto”. Las vinculaciones con las instituciones fueron esenciales para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. El Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco realizó un muestreo para identificar las características físicas y químicas de la mazorca, así como de su estructura geométrica. Estos datos permitieron diseñar una despulpadora y una jaula octagonal de corte para las mazorcas y así obtener la pulpa, sin dañar la semilla.

Asimismo, el Instituto Tecnológico Superior de la Región Sierra tuvo como objetivo determinar el potencial tecnológico del mucílago con base en su composición, para su utilización en la elaboración de bebidas fermentadas y otros productos.

Los resultados de este proyecto fueron la construcción de la despulpadora móvil, con una capacidad de procesamiento de 3,500 kilos de cacao en baba, que generaron 350 kilos de pulpa de mucílago en siete horas. Se elaboró un manual de mejores prácticas para que los productores conozcan las condiciones agroecológicas, de higiene e inocuidad alimentaria del procesamiento del mucílago y se capacito a técnico en la operación del sistema.

En conclusión, con este proyecto la producción de Molinari podría alcanzar la tasa de crecimiento anual de 86.85 por ciento. La implementación de este proyecto permitió además detonar las estrategias de comercialización a escala nacional, considerando como canales de distribución las tiendas de auto servicios más importantes.

Molinari considera que la inversión en innovación tecnológica es redituable, al permitirle desarrollar productos únicos derivados del mucílago de cacao, y tienen más propuestas para el mejor aprovechamiento de los subproductos que genera la industria del cacao. Aún hay mucho trabajo para el futuro.

5. Plataforma de optimización de rutas y cargas del sector logístico²⁵⁸

La logística en transporte, a pesar de ser un servicio altamente técnico y que requiere de grandes inversiones en capital, se ha visto rezagado en la implementación de software que le ayude a encontrar mejores oportunidades de envío, así como mejoras de sus procesos administrativos y de organización.

Actualmente, a los clientes con necesidad de generar órdenes de envíos se les dificulta encontrar a algún transportista y, por su lado, a los transportistas se les dificulta encontrar clientes, haciendo que su servicio sea más costoso y perdiendo mercado en contra de las grandes empresas de transporte.

Ante tal necesidad, Grupo de Optimización Logística, S.A. de C.V. (GERS), empresa dedicada a la generación de productos con base de software en línea para el sector de autotransporte de carga y logística, desarrolló un proyecto que tiene como objetivo diseñar y desarrollar una plataforma de optimización de rutas y cargas del sector de autotransporte y logística, integrando elementos interactivos y prácticos con el fin de validar el funcionamiento del sistema de asignación de órdenes de envío a los transportistas.

Por ello, esta plataforma es una herramienta que modifica la forma en que los transportistas encuentran cargas para sus vehículos. En la plataforma, el cliente establece su presupuesto y estrategia de subasta, el precio inicial y el final, así como la fecha de cierre. Los precios se actualizan hasta llegar al tope especificado por el usuario, aunque pueden ser modificados constantemente; de esta manera se obtienen estrategias infinitas para subastar en la plataforma. El sistema se encarga de llevar a cabo de manera automática las tácticas de puja hasta que un transportista acepte la orden de envío. La plataforma cuenta con acceso web y mediante una aplicación móvil.

El proyecto encontró aliados en la Universidad de Quintana Roo y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, instituciones que contribuyeron en la planeación de la estrategia de marketing digital para la prueba piloto en línea a transportistas de diferentes zonas del país y de forma presencial a empresas. Una vez consumadas dichas pruebas se monitorearon y analizaron los resultados obtenidos por los usuarios, mediante un reporte de retroalimentación, para finalmente ejecutar las mejoras correspondientes a la plataforma.

²⁵⁸ **Proyecto 232984:** Prototipo de la plataforma de optimización de rutas y cargas del sector logístico.

Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a representantes del instituto de educación superior.

El resultado general del proyecto fue la generación de un área de investigación e innovación tecnológica para el sector logístico dentro de la empresa. El desarrollo del prototipo de la plataforma de optimización de rutas y cargas se encuentra en proceso de comercialización y promoción, a fin de obtener datos de mejora una vez utilizado; la versión móvil ya se encuentra en fase final. Hay que resaltar que el beneficio no sólo se enfocó en la industria, sino que abarcó a los transportistas independientes, quienes podrán entrar en la plataforma para ofertar sus servicios y obtener trabajo.

La plataforma se proyecta a futuro con mejoras que permitan un desempeño y control óptimo de las unidades, así como su visualización, contabilidad, rentabilidad y opiniones del cliente. Adicionalmente, la empresa GESR plantea la formulación del proyecto a nivel nacional y buscará después del segundo año de comercialización escalar internacionalmente.



YUCATÁN

Datos PEI Yucatán		Ranking
PIB estatal 2016 (miles de millones de pesos, constantes 2013)	242.01	23
PIB per cápita estatal 2016 (miles de pesos, constantes 2013)	112.78	20
Unidades económicas 2014	98,478	14
Total proyectos presentados	804	9
Total proyectos apoyados	207	11
Efectividad estatal	0.26	23
Calificaciones	85.13	18
Monto total invertido	1,110.12	16
Monto público invertido	613.45	16
Proporción privado / público	0.81	26
Proporción invertido en vinculación	0.37	4
Nivel de innovación promedio inicial	4.20	15
Nivel de innovación promedio alcanzado	6.72	21
Avance en nivel de innovación	2.52	20

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y de la Matriz de Indicadores de Resultados, ambas de Conacyt.

1. Elaboración de una plataforma de alerta y seguimiento para pacientes con diabetes tipo 2²⁵⁹

El objetivo de este proyecto fue desarrollar una herramienta tecnológica web capaz de integrar y comunicar la información y análisis comparativo de los patrones de comportamiento de un paciente con diabetes mellitus T2 (DMT2), para tomar las decisiones clínicas necesarias y fortalecer sus habilidades en la prescripción de medicamento para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Desde 2009, la empresa Productividad Móvil ha desarrollado tecnologías para el monitoreo y control de pacientes con DMT2. Estas tecnologías se han enfocado en la recopilación de datos biométricos y fisiológicos, así como su análisis e interpretación para apoyar a la prescripción médica por medio de la generación de contenidos personalizados. Los procedimientos desarrollados han involucrado desde el diseño de hardware especializado hasta la concepción y puesta en marcha de algoritmos complejos para el apoyo al seguimiento pormenorizado, la supervisión del paciente y el apoyo a la toma de decisiones estratégicas de este.

Con base en estas investigaciones, entre 2010 y 2011 la empresa desarrolló el primer prototipo funcional de la tecnología Vitadat, que constó del dispositivo de telemonitoreo de lecturas de glucosa, un sistema de generación de alertas y seguimiento del paciente con diabetes. Conjuntamente con la Secretaría de Salud de Yucatán, durante seis meses se monitoreó a 50 pacientes, obteniendo como resultado una disminución de los promedios de glicemia en sangre.

Este desarrollo, llamado Plataforma Vitadat, pretende convertirse en la principal herramienta con base tecnológica y científica para el apoyo en el cuidado integral del paciente con diabetes e impactar en la contención de esta enfermedad que actualmente ejerce una presión sobre la viabilidad y funcionamiento del sistema de salud nacional.

La plataforma contribuyó a que el personal médico esté en posibilidad de identificar la respuesta diferencial en pacientes con DMT2, y mejorar su estilo de vida a efecto de reducir los factores que condicionan la aparición de complicaciones. El objetivo alcanzado, desde el punto de vista sistémico, consistió en conformar un perfil cada vez más completo del paciente, involucrando aspectos relacionados con la conducta (epigenéticos) así como aspectos genéticos.

Es importante mencionar que el proyecto partió de realizar una comparación de los patrones de microbiota intestinal de 100 individuos de ascendencia maya con diagnóstico reciente de DMT2 sin tratamiento previo, antes de iniciar y cuatro meses después de recibir tratamiento con metformina.

El apoyo y vinculación con el Centro de Investigaciones Regionales de la Universidad Autónoma de Yucatán fue de gran importancia en el desarrollo del proyecto, ya que fue el encargado de seleccionar a las 100 personas y realizar las pruebas de laboratorio, al aplicar el tratamiento y llevar el monitoreo y seguimiento de la Plataforma Vitadat.

En este entorno, el PEI fue de gran utilidad ya que les proporcionó los medios y recursos para establecer la coordinación con el Centro de Investigaciones Regionales, que contaba con el personal especializado y las instalaciones para llevar a cabo la investigación.

Como resultado de esta vinculación se desarrolló una tecnología capaz de analizar bases de datos de secuenciación metagenómica de un grupo étnico para generar comparaciones preliminares contra aspectos farmacológicos, situación que se podría replicar en otros grupos étnicos, que se ven afectados por la epidemia de la DMT2.

De igual forma, se generaron nuevos conocimientos en temas de bioinformática y de secuenciación metagenómica de poblaciones con DMT2, derivados de pruebas de campo con un grupo de pacientes de ascendencia maya en los que se observaron cambios significativos en los patrones de microbiota intestinal en respuesta a la aplicación de metformina.

2. Tecnología para una mayor eficiencia y mejor aprovechamiento de la energía solar²⁶⁰

Uno de los principales retos de la ciencia en materia energética ha sido el aprovechamiento de la energía solar. Tradicionalmente, el método de aprovechamiento de esta energía se ha realizado mediante el uso de materiales absorbentes solares que se encargan de hacer la conversión solar-térmica.

²⁵⁹ **Proyecto 220644.** Tecnología, seguimiento y respuesta a metformina de diabéticos con datos genómicos y metagenómicos. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

²⁶⁰ **Proyecto 220731.** Desarrollo de recubrimientos selectivos de alta eficiencia por *RF-Sputtering* para colectores solares. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Los colectores solares son los recubrimientos o películas delgadas que se hacen sobre las placas absorbentes de la radiación solar y al mismo tiempo son conductoras de calor. Estos recubrimientos tienen que absorber la luz solar en todo su espectro con gran eficiencia, pero al mismo tiempo emitir lo menos posible en el espectro de radiación térmica infrarroja, lo que depende de la temperatura del colector en operación. Además, estos recubrimientos deben ser estables en la temperatura de trabajo y, en el caso de estar al vacío, no presentar volatilidad.

Como una alternativa para una mayor eficiencia en el aprovechamiento de esta energía, este proyecto tiene como objetivo diseñar y sintetizar recubrimientos selectivos solares mediante la combinación de materiales termosolares aplicables a temperaturas medias (100-400°C) por medio de la técnica *RF-Sputtering*, que tengan una alta absorbencia y baja emisión térmica.

La empresa Energía, Suministros e Instalaciones, fundada en 2009, ha incrementado su investigación y conocimiento en el área de mantenimiento y servicio de maquinarias, así como de capital intelectual al ampliar su plantilla laboral en número y en nivel académico. La empresa también se especializó en el desarrollo de maquinaria al vacío y procesos de recubrimientos selectivos gracias a la integración de pruebas de prototipos con empresas enfocadas en desarrollar tecnología termosolar.

Los productos termosolares que tienen recubrimiento selectivo son altamente demandados en el mercado nacional e internacional, esto debido a la amplia gama de aplicaciones para media y alta temperatura en el sector doméstico e industrial, de ahí que se observe una oportunidad de mercado dentro del área tecnológica de la energía solar.

Cabe señalar que en México no existen empresas dedicadas al proceso de manufactura de colectores solares, ya sea sobre lámina y mucho menos sobre tuberías metálicas: el único proceso de manufactura que se lleva a cabo es el ensamble de los componentes que conforman el colector solar, de acuerdo a una búsqueda tecnológica no hay otro sistema igual en el mercado, la mayoría son sobre superficies planas.

La línea de investigación surgió a partir de 2012, cuando se planteó el desarrollo tecnológico estratégico de la empresa, a saber, el diseño y fabricación de un sistema de depósito electroquímico para realizar recubrimientos selectivos (níquel-óxido de níquel) en superficies metálicas de diferente geometría, ya fuera una lámina o superficie tubular.

La técnica de *RF-Sputtering* fue implementada en la empresa dentro del marco de la convocatoria PEI 2014, cuyo principal resultado fue la implementación de una cámara de vacío para llevar a cabo dicha técnica.

En el desarrollo del proyecto resultó fundamental la vinculación con CINVESTAV, a partir de la utilización de la infraestructura con la que cuenta para llevar a cabo la caracterización óptica y térmica que se requiere aplicar a los recubrimientos selectivos obtenidos, además de contar con un excelente grupo de investigación experto en síntesis de materiales y tomar como base la investigación realizada para generar el desarrollo de recubrimientos selectivos.

La construcción de una cámara de vacío para la obtención de recubrimientos selectivos, capaz de obtener recubrimientos en sustratos planos de 2x2 pulgadas cuadradas y tubos de hasta 1.5 metros, a partir de los sistemas de *RF-Sputtering*, la cual fue evaluada por el CINVESTAV.

A nivel científico, permite a la empresa hacer estudios específicos de recubrimientos de tubos al vacío para colectores solares que se adapten más a las necesidades de esta región, y que se puedan adecuar también a las necesidades de los productores nacionales.

3. Desarrollar una herramienta para una mejor expectativa y calidad de vida de los pacientes con sida²⁶¹

Las personas con el síndrome de inmunodeficiencia humana (sida) son susceptibles a contraer diversas enfermedades causadas por infecciones oportunistas, debido al deterioro del sistema inmunológico originado por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Yucatán es una entidad que tiene una alta incidencia de esta enfermedad, registrando 3,734 casos de personas enfermas de sida en los últimos 25 años.

En 2004, un grupo de académicos de la UNAM interesados en las enfermedades de origen genético e infeccioso se organizaron con el fin de desarrollar metodologías para analizar la información de diversos proyectos relacionados a enfermedades. Con base en los resultados de estos proyectos, en 2011 se tomó la decisión de crear la empresa I+D BIO, S.A. de C.V., con el nombre comercial de BioBird, con el objetivo de ofrecer servicios especializados sobre enfermedades infecciosas.

²⁶¹ **Proyecto 220926.** Desarrollo de una herramienta para detectar infecciones oportunistas en pacientes con sida. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante del centro de investigación.

Uno de los proyectos de mayor impacto para BioBird ha sido desarrollar una herramienta de alta especificidad y sensibilidad basada en la tecnología del ADN para la detección temprana de múltiples agentes infecciosos oportunistas en los pacientes con sida, y que también contribuya a reducir los costos y mejorar los beneficios en comparación con las pruebas individuales que se realizan de manera convencional.

La capacidad financiera de BioBird tenía limitantes para poder llevar a cabo este proyecto. El acercamiento con Conacyt para utilizar fondos del PEI fue un factor fundamental para desarrollar este proyecto en un periodo de un año, así como generar sinergias con el centro de Estudios Latino en Mérida, Yucatán, que cuenta con infraestructura y técnicos especializados en el área de investigación. Los lineamientos y compromisos que se asumieron con el PEI fueron los que marcaron la pauta para concluir el proyecto en un periodo muy corto. Si no se hubieran asumido estos compromisos, el escenario para el desarrollo de esta herramienta hubiera llevado por lo menos entre tres y cinco años.

La herramienta que se ha desarrollado con este proyecto permitirá al especialista médico contar con datos de alta especificidad y sensibilidad que derivarían en un tratamiento oportuno, minimizando el tiempo de obtención de resultados de pruebas, el daño hepático provocado por el tratamiento al que es sometido el paciente y la resistencia de los patógenos causados por la terapia química, a un costo menor comparado con las pruebas individuales que se realizan de forma convencional. Otro efecto positivo del uso de esta herramienta es que podrá ofrecer un tratamiento personalizado para mejorar la calidad de vida del paciente, así como disminuir la mortalidad en este grupo de población.

Los procesos mediante los que se implementa este proyecto están alineados a la normatividad internacional de ISO 9001, que se centra en todos los elementos de administración de calidad que BioBird ha implementado para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.

Otro de los aspectos positivos que ha generado el financiamiento del PEI fue la integración de una red de conocimiento entre las universidades y la iniciativa privada que permitió la articulación de la cadena productiva del sector biotecnológico, fortaleciendo la colaboración entre la innovación y el desarrollo de la biotecnología mediante la incorporación paulatina de recursos humanos especializados.

El trabajo y la vinculación con el Centro Educativo Latino y la Universidad Autónoma de Yucatán fueron fundamentales en el desarrollo, aplicación de los protocolos y metodología que se generaron durante el proyecto. En colaboración y con la asesoría del IMPI se está gestionando la protección de la herramienta resultante de esta vinculación mediante una patente.

Como resultado de toda esta conjunción de esfuerzos fue posible desarrollar la herramienta que permite la detección con alta especificidad y sensibilidad de agentes infecciosos oportunistas asociados al sida, a un costo menor del que rige en el mercado para los métodos convencionales. La detección a tiempo de estos agentes se traduce en un gran beneficio para el paciente, un mejor conocimiento de su estado de salud y le permite tomar el tratamiento adecuado.

4. Recubrimiento natural que protege a las embarcaciones y al medio ambiente²⁶²

El proyecto se basa en la biomimesis o biomimetismo, entendida como la ciencia que estudia los modelos de la naturaleza y los imita para resolver problemas humanos; buscando una solución al problema de las incrustaciones de material biológico que se adhiere en las superficies que se encuentran en permanente contacto con el mar o bien sumergidas en él, como es el caso de los cascos de las embarcaciones.

Sureste Sustentable es una empresa que, desde su creación en 2010, ofrece productos y servicios basados en investigación y desarrollo de tecnologías mediante la protección de la propiedad intelectual de sus procesos. La empresa cuenta con personal con experiencia dedicado a la administración de negocios, aspectos técnicos, tecnológicos y de innovación.

El proyecto contempla el desarrollo de un prototipo de recubrimiento protector para los cascos de las embarcaciones; se basa en las características físicas de la piel del tiburón, que evita la impregnación o incrustación de materia orgánica. Se pretende imitar el efecto de autolimpieza que posee la piel del tiburón para que, al aplicarlo en la superficie de las embarcaciones, se tenga la menor resistencia por fricción posible y se evite o retarde la corrosión. Esto a su vez se traduce en un menor consumo de combustible y de emisiones contaminantes de la embarcación, por lo que se considera como una tecnología amigable con el medio, debido a que no generaría daño a los animales ni a las plantas marinas.

²⁶² **Proyecto 230112.** "Skin Shark": Desarrollo de un recubrimiento con impregnado microscópico para embarcaciones. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt.

Esta tecnología ayuda a la eliminación de incrustaciones en la superficie de los cascos de las embarcaciones, cuestión de gran importancia si se toma en cuenta que la resistencia al avance causada por la acumulación de sólo seis meses de materia orgánica puede obligar a una embarcación a gastar hasta 40% más de combustible para mantener su velocidad normal de crucero. Un barco que no cuenta con protección, puede acumular hasta 150 kilogramos de organismos por metro cuadrado durante seis meses en el mar, lo que se traduce en cuantiosas pérdidas económicas.

Para el cumplimiento de su objetivo, la empresa se vinculó con el Instituto Tecnológico Superior Progreso y el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Resultado de la investigación y el trabajo conjunto es el prototipo de recubrimiento basado en las características físicas de la piel de tiburón para las superficies de los cascos de las embarcaciones expuestas a la incrustación de organismos marinos, validado a nivel piloto y que posee factibilidad técnica, comercial y financiera. También se logró el mantenimiento y creación de nuevos empleos especializados en el sector de recubrimientos y pinturas.

Toda vez que el recubrimiento tiene cero eliminación de componentes orgánicos volátiles, se reducirá la emisión de gases de efecto invernadero causada al aplicar cualquier pintura con componentes químicos que se evaporan, además de la contaminación que existe en el mar debido a la eliminación de sustancias antiadherentes para los microorganismos, por lo que de manera secundaria se mantiene la vida marítima, de la cual dependen un sinnúmero de familias que se dedican a la pesca.

En el aspecto educativo y científico, se empleó el conocimiento en diversas materias y especialidades de la ciencia para poner fin a un problema económico y ambiental, como lo es el uso irracional de fuentes energéticas, como en este caso la necesidad de emplear mayor combustible.

5. Creación de un sistema inteligente de monitoreo y detección de plagas en apiarios²⁶³

El objetivo del proyecto surgió a partir de una investigación respecto a las necesidades regionales para desarrollar un sistema inteligente de monitoreo remoto y detección temprana de plagas en apiarios, que obtenga información relevante al interior de una colmena para incrementar el conocimiento del

proceso de producción de miel, desarrollar estrategias para mejorar la calidad y alertar la aparición de plagas.

La península de Yucatán aporta un tercio de la producción nacional de miel, sin embargo, la presencia de transgénicos, el uso de herbicidas y pesticidas y los cambios extremos de clima presionan el hábitat de las abejas y, en el mediano plazo, podrían afectar la producción regional.

Naika Group, S.A. de C.V., cuenta con la capacidad para desarrollar un producto tecnológico capaz de realizar un monitoreo remoto y en tiempo real de los parámetros y actividades relevantes que ocurren dentro de la colmena. En el presente proyecto se plantea un sistema de monitoreo y prevención compuesto por un dispositivo electrónico equipado con comunicación inalámbrica y cámara digital.

La empresa se creó en 2008 con el objetivo de brindar servicios de instalación, configuración, mantenimiento y venta de productos de redes de comunicación, y se ha preocupado por crear alianzas estratégicas con empresas especializadas en diseño electrónico de sistemas embebidos y con instituciones académicas para fortalecer su posición en el mercado.

La empresa ha llevado a cabo otros proyectos de innovación tecnológica mediante el apoyo del PEI, lo que le ha permitido desarrollar una plataforma de investigación y consolidar un equipo de trabajo calificado con experiencia.

El apoyo que el PEI brindó al proyecto permitió fortalecer la colaboración con el ITESCAM Hopelchén, en la cual se identificó la necesidad de llevar tecnología al campo y en particular a los apiarios. Se identificó el problema de la varroasis (enfermedad causada por un ácaro parásito) y se planteó la posibilidad de enfrentarlo con un sistema de predicción temprana para reducir el impacto. La experiencia del equipo del ITESCAM en el manejo de apiarios y el contar esta institución con un apiario dentro de sus instalaciones, así como su programa educativo de innovación apícola, la hicieron el socio perfecto para el desarrollo del proyecto.

También se contó con la colaboración de la Universidad Latino, con la que ya se había contado en proyectos anteriores.

Como resultado de la investigación y la vinculación con estas instituciones se logró establecer un sistema de detección del ácaro varroa con métodos de visión computacional y un sistema para la captura en tiempo real de datos del

²⁶³ Proyecto 220919. Sistema inteligente de monitoreo y detección temprana de plagas y enfermedades en apiarios. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

microclima de colmenas de abeja y la consecuente obtención de una base de datos para análisis y prevención de plagas, por medio de un dispositivo electrónico instalado en cada colmena y equipado con sensores de humedad, temperatura, actividad y el peso. Este dispositivo tendrá un módulo de comunicación inalámbrica para enviar datos en tiempo real a un servidor de internet.

6. Elaborar una aplicación para promover el turismo de la región mediante la interacción entre usuarios y prestadores de servicios turísticos²⁶⁴

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar una plataforma tecnológica para los turistas y huéspedes en los hoteles, que les proporcione y facilite la obtención de servicios como identificación de lugares de interés o de prestadores de servicios que se ubiquen alrededor de la zona de hospedaje. El proyecto surge cuando la empresa Ingeniería en Mantenimiento en Sistemas detecta la necesidad en la región de crear una herramienta que logre la integración de estos servicios en beneficio del usuario y de los operadores turísticos.

Para el desarrollo de este proyecto, la empresa Ingeniería en Mantenimiento de Sistemas se ha vinculado con diversas instituciones desde 2010, como es el caso de la Universidad Anáhuac Mayab, con la que lleva a cabo este proyecto. Esta universidad ha servido de apoyo en la transferencia de tecnología y la disposición de técnicos para desarrollar la plataforma. En el proyecto también participaron instituciones como la Universidad Latina y la Universidad Autónoma Metropolitana, cuyas aportaciones también fueron de gran valor.

Ingeniería en Mantenimiento en Sistemas, S.A. de C.V., es una empresa vinculada con la prestación de servicios

turísticos que se ha logrado posicionar en el mercado y que se ha especializado mediante la innovación tecnológica en ofrecer soluciones a los prestadores de servicios en la región.

La implementación de esta aplicación genera beneficios tanto al usuario como al proveedor del servicio. Respecto al usuario, estos beneficios consisten en otorgar descuentos o puntos al cliente por el uso de la aplicación, y para el prestador de servicios supone promoción y creación de un mayor mercado, conforme se incrementa el número de usuarios de la plataforma. Con ello, un turista o usuario regional tendrá un mayor conocimiento del área y de los servicios que se proporcionan, aunado a la posibilidad de contar con rastreabilidad en beneficio de los turistas, lo que también implica un plus en materia de seguridad y protección para el usuario.

El apoyo otorgado por el PEI para la vinculación con las instituciones educativas permitió a la empresa desarrollar el proyecto en un tiempo mucho menor del que se hubiera realizado sin este apoyo. Los principales retos que se enfrentaron fue el elegir las tecnologías adecuadas, hacer pruebas para el proceso de implementación y confirmar su operatividad, así como familiarizarse con la terminología y tiempos propuestos por las universidades. Asimismo, la empresa adquirió que automatizan sus procesos y la posicionan mejor en el mercado.

En el área técnica y docente, ambas partes aprendieron, en el entendido de que resulta de gran interés y utilidad que las investigaciones planteadas se acerquen a las necesidades del mercado.

De esta forma los apoyos otorgados por el PEI y la vinculación con instituciones académicas permitieron la consolidación de este proyecto, cuya plataforma genera beneficios al sector turismo de la región. Se tiene contemplado que la empresa tenga una mayor cobertura en el ámbito nacional mediante la difusión de esta aplicación y los beneficios que conlleva, así como los acercamientos con las autoridades del sector turismo a escala estatal y nacional.

²⁶⁴ **Proyecto 231129.** Optimización de la plataforma de promoción turística mediante tecnología NFC, códigos QR y realidad aumentada. Este caso está basado en la solicitud de apoyo presentada al Conacyt y en la entrevista a un representante de la empresa.

IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A lo largo de este documento se han analizado datos estadísticos proporcionados por el Conacyt y la ESIDET, así como modelos estadísticos para hacer una valoración de la operación y funcionamiento del PEI, y se han documentado casos específicos de éxito.

Con respecto a programas implementados en otros países, podemos señalar que no existe un “mejor modelo”, sino que cada país ha ido buscado de diversas formas (bomos, centros de transferencia tecnológica, vinculaciones con distintos organismos y órdenes de gobierno o programas comprensivos que abarcan desde la investigación teórica hasta la vinculación con financiadoras de capital de riesgo) para atender y dar respuesta a sus necesidades de innovación con base en sus objetivos, contexto e instrumentos de política disponibles. El PEI se ha convertido en una de las respuestas más importantes de México para fomentar el desarrollo científico y tecnológico aplicado que atienda los problemas que enfrentan las empresas y los diversos sectores productivos del país. En el centro de su concepción está el resolver los problemas de coordinación y vinculación entre la academia y el sector productivo.

Uno de los aspectos centrales del PEI es la estrategia desplegada para resolver fallas de mercado y coordinación. En materia de coordinación, el PEI logra conectar varios de los actores que juegan un papel indispensable para lograr una política de innovación exitosa. En este proceso hay que destacar la labor de los centros públicos de

investigación e instituciones de educación superior que, al vincularse con las empresas, aportan conocimientos e infraestructura especializada con las que tradicionalmente no cuenta el sector privado, particularmente en el ámbito de las micro, pequeñas y medianas empresas. El PEI también ha sido útil para resolver los problemas de asimetrías de información al asumir un papel de financiador inicial de proyectos que son muy difíciles de evaluar para el sector financiero tradicional. De hecho, la banca y otros entes financieros privados tienen incentivos para colocar de manera rápida el financiamiento, pero no forzosamente cuentan con las herramientas para averiguar cuál es potencial y el riesgo de la innovación, lo que pone en mayor desventaja a la Pymes. En lo que concierne a los costos de aprendizaje, el PEI es un programa que contribuye a que las empresas pioneras en innovación tengan mayores probabilidades apropiarse de los beneficios relacionados con los descubrimientos pioneros de su investigación, al llevarlas a través de un proceso que les permitiría patentar su innovación o avanzar sustancialmente en ese camino. Con ello se disminuyen los riesgos que una segunda o tercera empresa aprovechen los descubrimientos iniciales de la primera, sin pagar por los costos.

Desde el punto de vista de la planeación de políticas públicas, una de las virtudes del PEI es que atiende los retos que había dejado pendientes el PEFIDT, como son una mayor focalización de los recursos hacia las pymes que pueden aprovechar mejor los estímulos y la vinculación; empatar la agenda nacional con las estatales en materia de

prioridades sectoriales en innovación; y un sistema encabezado por especialistas que realizan evaluaciones de los proyectos, en cuyas calificaciones se basa el otorgamiento del financiamiento. Además, el PEI requiere que las empresas estén registradas en el RENIECYT, lo que permite enfocar los recursos en firmas que realizan investigación y desarrollo en México.

En términos concretos, se puede afirmar que:

1. El PEI entregó siete de cada 10 pesos de recursos públicos a las pymes —de las tres modalidades del programa, dos estaban orientada a ellas.
2. Sus reglas de operación permitieron establecer con claridad en cada entidad federativa de la república cuáles eran sus sectores prioritarios.

3. Incluyó en su diseño que las empresas estuvieran previamente inscritas en el RENIECYT y desarrolló un sistema de evaluación, con investigadores especializados, para que los mejores proyectos fueran apoyados.

Además, el PEI incluye herramientas de evaluación, como el levantamiento de encuestas de resultados para dar seguimiento a los empleos e innovaciones generadas, así como observar el impacto específico que tiene el programa sobre el avance y la velocidad en el proceso de innovación, por medio de la inclusión de escalas de maduración tecnológica.

I. EVALUACIÓN Y RESULTADOS DEL PROGRAMA

La evaluación del programa se pudo realizar a partir de tres fuentes fundamentales: los registros administrativos, la ESIDET 2014, y los casos de éxito que se recopilaron a partir del trabajo de campo realizado en esta investigación.

A continuación, se hace una breve reseña de los principales hallazgos derivados del análisis de estos tres aspectos.

a. Resultados de impacto

Uno de los hallazgos más importante de este trabajo es que con el PEI aumenta la inversión en investigación, desarrollo e innovación de las pymes, en comparación con lo que pasaría en ausencia del programa. En otras palabras, el programa sí detona la inversión en investigación, desarrollo e innovación, y tiene una importancia e impacto mayor en las pymes. Además, en las entrevistas de campo se encontraron expresiones recurrentes sobre la aceleración tecnológica que tuvo el programa en los proyectos. Es claro que, sin el PEI, los desarrollos habrían tomado mucho más tiempo o quizá jamás se habrían llevado a cabo.

Por otro lado, el programa logra que, en promedio, una empresa avance tres niveles en la escala de maduración tecnológica, al pasar de un prototipo de ambiente simulado a un prototipo final y, con ello, sólo le restan desarrollar dos niveles: (8) el diseño comercial y (9) el escalamiento del desarrollo.

En una perspectiva cuantitativa, el programa generó un estimado de:

- 16,656 innovaciones en productos, procesos y servicios.
- 4,716 registros de propiedad intelectual, entre solicitud de patentes, derechos de autor, modelos de utilidad y otros.
- 20,955 empleos.
- 4,358 vinculaciones.
- 35,880 formaciones y capacitaciones de alto nivel.

b. El programa apoya a empresas comprometidas con la investigación y el desarrollo

Estos resultados se relacionan con entender el perfil de los beneficiarios del programa y su conclusión más importante a este respecto es que las inversiones que realiza el PEI se dirigieron principalmente a empresas que están más comprometidas con la investigación, el desarrollo y la innovación, y que además tienen las capacidades para trabajar con la tecnología.

Lo anterior, ya que destinan más del doble de recursos a su gasto en investigación, desarrollos e innovación respecto de las empresas que no tuvieron el apoyo PEI; son capaces de modificar la tecnología de los productos y la maquinaria que adquieren (43%), realizan investigación intramuros (56.8%) y extramuros (50.5%); cuentan con un departamento o área dedicada a la investigación y desarrollo (56%), y valoran más el conocimiento en los CPI/IES.

Muy relevante es que 80% de los beneficiarios fueron empresas de capital 100% mexicano y 68.67% de los fondos públicos fueron dirigidos a beneficiar a las pymes.

En ambos casos se observa un efecto multiplicador. Mientras que las empresas grandes invirtieron en promedio el doble de recursos económicos que el sector público en sus proyectos, las pymes destinaron 77 centavos por cada peso del sector público.

Del total de las empresas, dos de cada tres fueron apoyadas en el sector manufacturero. Esto contrasta con la estructura productiva del país, ya que sólo 27.2% de las empresas se ubica en este sector. El dato es relevante porque el sector de la manufactura es una de las palancas de crecimiento más importantes para naciones como México, con grados de desarrollo medio.

Este dato es aún más destacable si se le integran dos factores más: a) las empresas apoyadas por el PEI están más orientadas al mercado externo (37.7%), en comparación con las del resto del país (16.2%), y b) las empresas que respondieron las encuestas del PEI afirman que 24% de ellas incursionaron en mercados de exportación gracias al programa, mientras que 23.3% afirmó que incrementó su oferta exportable. Con estos elementos se activa también otro factor importante de desarrollo que son las exportaciones.

La tasa de aprobación de los proyectos PEI fue similar para grandes empresas (29%) y pymes (26%). Dicho de otra forma, no se privilegió en términos proporcionales a las empresas grandes sobre las pymes, sino a los mejores proyectos en sus distintas modalidades.

El PEI es un programa que premia la colaboración entre los centros públicos de investigación e instituciones de educación superior y las empresas privadas. Conecta a los investigadores del país y la infraestructura especializada con la que operan, con los retos específicos que las empresas enfrentan en el mercado y en la innovación.

Pero el beneficio no se limita a las empresas, los CPI/IES reportan también el valor de la colaboración con el sector productivo al descubrir las necesidades de conocimiento, las oportunidades de negocio y las perspectivas del sector privado. En términos más concretos, varios de ellos reportan que el PEI les permitió comprar y actualizar equipo, generar conocimiento en forma de tesis de maestría y doctorado, registrar patentes, y publicar artículos importantes en sus áreas de especialidad. Incluso hubo centros de investigación que abrieron áreas de vinculación para institucionalizar este tipo de experiencias y seguir captando valor agregado fuera de sus instituciones. De hecho, 85% de los proyectos apoyados por el programa se hicieron en el modo de vinculación entre el CPI/IES y las empresas. Esto nos indica que el PEI tiene un área de oportunidad importante en la cual se pueden relacionar con proyectos que involucren a los centros de investigación de las empresas para crear innovaciones que se conviertan en verdaderos “bienes públicos” para la industria.

En la vinculación con CPI/IES, las pymes sin duda son las más beneficiadas por el acceso a conocimiento e infraestructura de alto nivel, algo a lo que no tendrían alcance sin el PEI. Esto se observa al calcular el porcentaje de recursos que fueron destinados a la CPI/IES del total de los recursos del proyecto. Si bien las grandes empresas sólo destinaron 16% del monto de sus proyectos a una CPI/IES, en el caso de las pymes este porcentaje fue del doble (32%).

c. Resultados derivados de la instrumentación del programa

También hay resultados que vale la pena resaltar de la operación pura del programa. Los datos muestran que, año tras año, las calificaciones de los evaluadores especializados efectivamente son el criterio más importante para apoyar un proyecto, independientemente del tamaño de empresa. Ello resalta la igualdad de oportunidades que promueve el programa.

Del análisis de los registros administrativos también debe señalarse que, entre más alta es la calificación de un proyecto, más dispuesto está el sector público a invertir una mayor proporción de recursos públicos en el mismo. Es decir, un proyecto bien evaluado obtendrá mayores recursos del sector público (medido en porcentaje) que uno que recibió una evaluación menos favorable, aunque cumpla con todos los requisitos que exige el PEI.

II. RECOMENDACIONES AL PROGRAMA

Las recomendaciones al PEI se dividen en dos: cambios incrementales y cambios que se alejan del *statu quo*. Los primeros pretenden mejorar la forma en la que opera el sistema del programa a partir de la revisión que se realizó de la literatura, los datos del programa mismo y lo que se recogió en campo con los casos de éxito. Los segundos ponen en perspectiva al programa y hacen una propuesta que toma lo mejor del PEI y lo conecta con ideas que trascienden su diseño.

a. Cambios incrementales

Como se mencionó con anterioridad, los cambios incrementales buscan aportar mejoras al programa, sin alterar los grandes principios rectores y de operación del PEI.

Una de las mayores áreas de mejora identificada por parte de los beneficiarios fue que el tiempo para implementar los proyectos de innovación es sumamente reducido (de seis a nueve meses), pues por lo general este tipo de proyectos requieren de un plazo de maduración mucho más largo. Por ello, sería recomendable que el PEI pudiera considerar destinar una parte de su presupuesto a proyectos multianuales de innovación que permitan adaptarse a los ciclos de implementación. Esto sin duda se vería reflejado en un avance en las etapas de maduración tecnológica (TRL), ya que los proyectos apoyados por el PEI solo llegan hasta un nivel promedio de siete y son escasos los proyectos que alcanzan ocho o nueve; estas etapas son críticas en el proceso de absorción de tecnología y definen, en muchas ocasiones, el éxito comercial de los productos o servicios desarrollados.

Una segunda recomendación que se deriva de las entrevistas a los CPI/IES que estuvieron involucrados en proyectos PEI es que en las evaluaciones que se realizan a los investigadores que forman parte del SNI se fortalezcan los incentivos para el trabajo realizado en “investigaciones aplicadas que crean innovaciones en el sector productivo”.

Si bien existe cierta vinculación entre las comisiones de Ciencia y Tecnología en las entidades federativas y el Conacyt, la cual permite priorizar los sectores que son interesantes tanto en el ámbito nacional como en el estatal, es indispensable mejorar esta coordinación por medio de mecanismos como el REDNACECYT. De esta manera, se podría considerar la posibilidad de buscar que las comisiones estatales aporten recursos complementarios a proyectos PEI que sean estratégicos para el estado y la federación, y de esta manera mejorar el impacto de los mismos.

Una de las insuficiencias que aún presenta el PEI es que muchas innovaciones siguen teniendo problemas para llegar a la etapa de producción y comercialización. En estas etapas, la existencia de fondos de capital de riesgo o de programas complementarios de financiamiento al emprendedurismo son indispensables para concluir el ciclo de innovación. Por ello se recomienda que se busque crear una vinculación entre el Conacyt, la Secretaría de Economía (encargada de los programas de emprendedurismo), la banca de desarrollo, distintos programas de incubación y los fondos de capital de riesgos (tanto nacionales como extranjeros) para que los proyectos logren cruzar con mayor probabilidad de éxito todas las fases de innovación. La transformación de las innovaciones en productos comercializables es la forma más importante de medir el éxito de un programa de estas características.

En suma, el PEI es un programa que cuenta con un diseño bien pensado y con resultados interesantes, pero puede ser mejorado de manera incremental en cuanto a su operación.

b. Cambios al statu quo

Los resultados obtenidos hasta el momento con respecto al PEI han sido alentadores e incluso transformadores para algunas empresas, centros públicos de investigación e instituciones de educación superior. Se realizaron innovaciones, se crearon empleos y se generaron vinculaciones entre la academia y el sector privado que cambiaron comportamientos hacia el futuro.

Sin embargo, las cifras que arroja el programa en estos nueve años de operación indican que se financia a muchos proyectos, pero con montos relativamente pequeños. De hecho, un proyecto promedio del PEI recibe 2.2 millones de pesos (124,000 USD). Más aún, a pesar de que la inversión pública del programa asciende a cerca 25 mil millones de pesos (1,400 millones USD aproximadamente) a lo largo de nueve años, estos montos parecen “relativamente menores” al compararlos con las importantes sumas de recursos que se han requerido para las grandes transformaciones mundiales en innovación. Por ello, es importante preguntarse si vale la pena seguir apoyando a muchos proyectos con pequeños montos, o si será preferible tener un menor número de proyectos, pero abocados a sectores pioneros o de frontera que seguramente requirieran un mayor monto de inversión. Esto podría acercar a México a esfuerzos que gobiernos de países avanzados están haciendo con sus pequeñas y medianas empresas, y que pueden redundar en innovaciones más revolucionarias que evolucionistas.

Un segundo aspecto complementario al descrito con anterioridad sería la creación de un “Comité Directivo” (*Steering Committee*), encabezado por científicos y especialistas pertenecientes al sector público y privado, que pueda definir prioridades de impulso a la innovación en las industrias/sectores de la economía que presenten mayor potencial de crecimiento, tanto a nivel mundial como en México. Esto permitiría que el PEI tomara en consideración un nuevo criterio para apoyar los proyectos productivos. A manera de ejemplo podemos mencionar que en Chile comisionó a la firma consultora Boston Consulting Group (BCG)²⁶⁵ en 2007 un estudio que tiene muchas de las características mencionadas anteriormente. De manera muy concreta, el estudio de BCG buscó:

- Identificar sectores de la economía chilena con alto potencial de desarrollo como fundamento para la aplicación de políticas públicas selectivas.
- Identificar palancas específicas y genéricas para aumentar el crecimiento de los sectores seleccionados con una visión de clúster.
- Generar propuestas de iniciativas concretas para capturar el potencial de crecimiento.
- Determinar el rol del Estado en el desarrollo de cada sector, incluyendo actividades y necesidad de financiamiento.

Los resultados de este estudio no conciernen exclusivamente al sector de ciencia y tecnología, pero sí han sido fundamentales para coordinar la política de innovación con otros ministerios como los de economía y finanzas en ocho clústeres considerados como estratégicos para el país.

Una tercera recomendación consistiría en que, por medio del PEI, se busquen proyectos de investigación e innovación a través de asociaciones público-privadas (APP) que permitieran construir innovaciones en forma de “bien público”. De esta manera, los resultados de las innovaciones que se alcancen mediante este tipo de esquema no solo quedarán en manos de una sola empresa (como sucede actualmente con el PEI), sino que podrían ser útiles para toda la industria o el sector. Bajo esta modalidad, la innovación adquiere un carácter público con externalidades positivas, dejando de lado su carácter de beneficio exclusivamente privado. Experiencias como el abatimiento de ciertas enfermedades parasitarias que sufren las granjas de salmónidos en Chile gracias a una investigación sobre un antiparasitario denominado “delta-metrina”, financiada por el CONICYT de Chile y un laboratorio privado, y puesto a disposición de todas las granjas de trucha y salmones, sirven para ilustrar el esquema.

²⁶⁵ Para mayor información véase: Boston Consulting Group, “Estudios de competitividad en Clusters de la Economía Chilena. Informe Final, 31 de octubre de 2007”, documento de trabajo, Santiago de Chile, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, 2007.

Como complemento a la recomendación anterior, es importante impulsar el establecimiento de departamentos de desarrollo e investigación en las empresas, y buscar que los centros de innovación de las grandes empresas corporativas transnacionales se instalen en México y empleen investigadores y talento mexicano. Un esquema como el anteriormente sugerido probablemente funcione mejor a partir de incentivos fiscales que mediante un programa de estímulos. Pero una política pública de esta naturaleza tendría muchas sinergias con el PEI y, además, puede constituirse en el factor crucial para detonar la inversión privada en materia de investigación y desarrollo, que es uno de los eslabones débiles de la cadena de inversión en materia de I+D.

Un elemento adicional que podría mejorar notablemente el PEI es el establecimiento de un portal electrónico y de una feria anual que reúna a los CPI/IES con diferentes empresas y sectores productivos para buscar un "emparejamiento entre capacidades y necesidades". Un portal de tipo B2B (*Business to Business*) que conecte las capacidades académicas con las necesidades de las empresas podría ser un buen instrumento para mejorar la operación del programa.

Finalmente, para una evaluación más precisa, se recomienda hacer experimentos entre las empresas que reciben apoyo y las que no lo reciben y monitorear su evolución antes y después de la intervención del programa. Este diseño experimental podría contrastar con mayor claridad el tipo y magnitud de impactos que se tiene de una intervención sobre las empresas.

X ANEXOS

Metodología: los datos, el diseño y las herramientas

Para profundizar en el análisis del PEI, el LNPP del CIDE recibió las siguientes bases de datos:

- **Base DADTI:**²⁶⁶ Esta base de datos fue proporcionada por el Conacyt y cuenta con un total de 18,746 observaciones correspondientes a todos los proyectos que solicitaron apoyo por el PEI entre 2009 y 2016. Tiene 35 variables, entre las que destacan: lugar del proyecto, montos invertidos por el sector público, por la iniciativa privada, instituciones vinculadas, tamaño de empresa y descripción del proyecto.
- **Base ex post:** Esta base de datos consta de dos sub bases de datos. La primera cubre las entrevistas *ex post* 2009 a 2012 con 26 reactivos, y la segunda, los años 2013 y 2014 con 29 reactivos (26 reactivos idénticos a la primera base y tres adicionales). Estas entrevistas fueron levantadas en persona a las empresas un año después de terminado el proyecto. La base *ex post* consolidada tiene 3,320 registros de las preguntas 1 a 26 y 2,218 de la 27 a 29²⁶⁷ antes de realizar la limpieza de las mismas.
- **Microdatos ESIDET:** Se contó con el apoyo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)²⁶⁸ para utilizar los datos de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y replicar parcialmente el estudio de Ángel Calderón sobre el desplazamiento y adicionalidad de recursos que genera el PEI en los agentes económicos.²⁶⁹
- **Base de datos MIR:** Durante 2015 y 2016, Conacyt realizó dictámenes técnicos a las empresas que recibieron apoyo por parte del PEI. En este dictamen se registró cuál era el nivel de maduración tecnológica inicial, esperado y final del proyecto (TRL por sus siglas en inglés: *Technology Readiness Level*).

²⁶⁶ Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación de Conacyt.

²⁶⁷ La base contenía algunos errores que son comentados en el área de análisis.

²⁶⁸ Con el que estamos sumamente agradecidos.

²⁶⁹ Ángel Calderón Madrid, *op. cit.*

XI REFERENCIAS

ADAMS, James D. y Mircea Marcu, "R&D Sourcing, Joint Ventures and Innovation: A Multiple Indicators Approach", working paper 10474, Cambridge, National Bureau of Economic Research, 2004. Disponible en: <https://doi.org/10.3386/w10474>

AL-SULTAN, Khaled S. e Iyad T. Alzaharnah, "Academia-Industry Innovation Linkages in the Case of Saudi Arabia: Developing a University-Industry Triple-Helix Framework to Promote Research and Development Collaboration", en Soumitra Dutta (ed.), *The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth*, Fontainebleau, INSEAD/ World Intellectual Property Organization, 2012. Disponible en: www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2012-chapter3.pdf

ARROW, Kenneth, "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention", en Universities-National Bureau Committee for Economic Research y Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council (eds.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Nueva York, Princeton University Press, 1962. Disponible en: <http://www.nber.org/chapters/c2144>

BOSTON CONSULTING GROUP, "Estudios de competitividad en Clusters de la Economía Chilena. Informe Final, 31 de octubre de 2007", documento de trabajo, Santiago de Chile, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, 2007. Disponible en: www.economia.gob.cl/1540/articles-187159_recurso_1.pdf

BUSINESS FINLAND, "About Us" [en línea]. Disponible en: <https://www.businessfinland.fi/en/for-finnish-customers/about-us/in-brief/>

CALDERÓN MADRID, Ángel, "Evaluación del Programa de Estímulos Fiscales al Gasto en Investigación y Desarrollo de Tecnología de las Empresas Privadas en México (EFIDT)", documento de trabajo, Ciudad de México, Foro Consultivo, Científico y Tecnológico, 2009. Disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/documentos/grupo_trabajo/grupo_de_evaluacion/4/estimulos_fiscales/eva_ext_estimulos_fiscales_calderon.PDF

—, "Evaluación de los Programas INNOVATEC, INNOVAPYME y PROINNOVA de Apoyos a la Innovación Empresarial durante 2009", documento de trabajo, Ciudad de México, Foro Consultivo, Científico y Tecnológico, 2011. Disponible en: www.foroconsultivo.org.mx/documentos/grupo_trabajo/grupo_de_evaluacion/4/pei_avance_negocios_afines/evaluacion_pei_colmex.pdf

- CANALES, Diego, *et al.*, *Apoyando a la Innovación en las PYMES: El estado del arte*, Ciudad de México, Fundación IDEA/USAID, 2008. Disponible en: <http://fundacionidea.org.mx/assets/files/El estado del arte.pdf>
- CONACYT, "Programa de Estímulos a la Innovación" [en línea]. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>
- , "Base DADTI", Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, 2017. Base de datos administrada y proporcionada por el Conacyt para la elaboración de este estudio.
- , "Base *ex post*", Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2017. Base de datos administrada y proporcionada por el Conacyt para la elaboración de este estudio.
- , "Matrices de Indicadores de Resultados (MIR) 2016" [en línea]. Disponible en: www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/matrices-de-indicadores-de-resultados-de-conacyt-2016/descarga-mir-en-excel
- ESCAMILLA, José, "Qué nos falta para innovar en México", en *Expansión*, 17 de mayo de 2017. Disponible en: <https://expansion.mx/empresas/2017/05/17/que-nos-falta-para-innovar-en-mexico>
- FUJII, Dmitri y Curtis Huffman, "Los Programas de Estímulos Fiscales en México, 2001-2005", en *Investigación Económica*, LXVII (264): 165, 2008. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/42778351>
- INEGI, "Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) 2014" [en línea], Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encestablecimientos/especiales/esidet/2014/
- LAZCANO, José Antonio, "Lanzamiento Convocatoria 2018 del PEI en Colima", Ciudad de México, Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación-Conacyt, 2017.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA, "Industrial Research Assistance Program (IRAP)" [en línea]. Disponible en: https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/irap/across_canada/index.html
- OECD, "The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. Oslo Manual", [1997], [en línea]. Disponible en: <https://www.oecd.org/innovation/inno/2367580.pdf>
- , "Innovation and Growth: Rationale for an Innovation Strategy" [en línea], 2007. Disponible en: www.oecd.org/sti/inno/39374789.pdf
- , "Innovation Vouchers" [en línea], 2010. Disponible en: www.oecd.org/innovation/policyplatform/48135973.pdf
- , *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017. The Digital Transformation*, París, OECD Publishing, 2017. Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-201725345.htm>

———, “Mexico Policy Brief” [en línea], 2017. Disponible en: <https://www.oecd.org/policy-briefs/mexico-incrementar-la-productividad-en-las-pequeñas-empresas-tradicionales.pdf>

PROMÉXICO, *Industria de electrodomésticos 2013*, Ciudad de México, Unidad de Inteligencia de Negocios-Secretaría de Economía, 2013.

RODRIG, Dani, “Industrial Policy: Don’t Ask Why, Ask How”, en *Middle East Development Journal*, 1 (1): 144, 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1142/S1793812009000024>

STIGLITZ, Joseph E., “Imperfect Information in the Product Market”, en *Handbook in Economics 10: Handbook of Industrial Organization, Volume 1*, Amsterdam, Elsevier, 1989. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573448X89010162>

UNESCO-Institute for Statistics (UIS), “How Much Does Your Country Invest in R&D?” [en línea], 2017. Disponible en: uis.unesco.org/sites/all/modules/custom/uis_applications/apps/visualisations/research-and-development-spending/

URBANDS, Chris H., “Extraordinary transformation of city in 25 years of Hallam university”, en *Sheffield Telegraph*, 3 de noviembre de 2017. Disponible en: <https://www.sheffieldtelegraph.co.uk/news/education/extraordinary-transformation-of-city-in-25-years-of-hallam-university-1-8839805>

Resultados y Casos de Éxito es producto de un riguroso y amplio análisis de la trayectoria del Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación.

Creado en 2009, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), este programa de estímulos es reflejo del vasto y sólido trabajo del gobierno mexicano para el fortalecimiento de la economía del conocimiento en nuestro país.

Tras casi una década de operaciones del Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, este libro contribuye a reflexionar sobre los logros y las áreas de mejora de un programa que ha conseguido incentivar la inversión del sector productivo para el desarrollo de productos, procesos y servicios innovadores en vinculación con la academia, favoreciendo así la competitividad de la economía nacional.



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología