

EI FOMIX CONACYT-SLP

Análisis de impactos y desafíos a partir de estudios de caso

EI FOMIX CONACYT-SLP

Análisis de impactos y desafíos a partir de estudios de caso

EI FOMIX CONACYT-SLP

Análisis de impactos y desafíos a partir de estudios de caso

José Luis Solleiro

Hilda María Colín

Coordinadores



Fondo Mixto CONACYT - Gobierno del Estado de San Luis Potosí

Directorio

Gobernador del Estado de San Luis Potosí

Dr. Juan Manuel Carreras López

Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Dr. Enrique Cabrero Mendoza

Secretario de Desarrollo Económico y Presidente del Comité Técnico y de Administración

Lic. Gustavo Puente Orozco

Director Adjunto de Desarrollo Regional y Representante del CONACYT

Dr. Federico Graef Ziehl

Director General del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT)

y Representante del Gobierno del Estado

Dr. José Luis Morán López

Director Regional Centro del CONACYT y Secretario Técnico del Fondo

Ing. Salvador Flores Ortega

Directora de Análisis y Prospectiva del COPOCYT y Secretaria Administrativa del Fondo

MAPP. Rosalba Medina Rivera

El FOMIX CONACYT-SLP

Análisis de impactos y desafíos a partir de estudios de caso

Coordinadores

José Luis Solleiro

Hilda María Colín

Integración

Angélica Montoya Esquivel

Diseño

Ernesto López Ruiz

Corrección de estilo

El Colegio de San Luis, A.C.

Revisión general

Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología

CamBioTec, A. C.

Este documento fue realizado por CamBioTec, A. C., a petición del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

Hecho en México / *Made in Mexico*

2016

Índice

Presentación	9
Dr. Federico Graef Zhiel	
Presentación	11
Dr. José Luis Morán López	
I. Introducción	13
Referencias	18
II. Contexto del Fondo Mixto de San Luis Potosí	19
Referencias	25
III. Descripción de los seis proyectos estratégicos	27
1. Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en la población pediátrica de San Luis Potosí	29
1.1. Introducción	29
1.2. Panorama estatal de la demanda específica	30
1.3. Propuesta de atención a la demanda específica	33
1.4. Desarrollo del proyecto	35
1.4.1. Subproyecto 1. Diagnóstico situacional de sobrepeso y obesidad en estudiantes de secundaria en el estado de San Luis Potosí	37
1.4.2. Subproyecto 2. Búsqueda de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes	40
1.4.3. Subproyecto 3. Panorama epidemiológico y molecular en neonatos de bajo peso, factores de riesgo para el desarrollo de sobrepeso, obesidad y riesgo cardiovascular asociado	42
1.4.4. Subproyecto 4. Perfil de miRNAs en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí con sobrepeso, obesidad y enfermedades crónico-degenerativas asociadas, análisis de sus genes blanco y determinación del efecto de la dieta sobre su expresión	45

1.4.5. Subproyecto 5. Intervención vincular educativa del valor de apego y alimentación (VEVA)	47
1.5. Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto	49
1.6. Evaluación del impacto del proyecto	50
1.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución del proyecto	52
1.8. Grupo de trabajo	56
1.9. Referencias	57
2. Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí	59
2.1. Introducción	59
2.2. Panorama estatal de la demanda específica	59
2.3. Conexiones y sinergias para integrar una propuesta elegible y un proyecto exitoso	64
2.4. Propuesta de atención de la demanda específica del estado	65
2.5. Los primeros retos: la participación en la convocatoria y la formalización de la vinculación interinstitucional	67
2.6. Desarrollo del proyecto	68
2.6.1. Evaluación del estado de nutrición	70
2.6.1.1. Determinación de la muestra	70
2.6.1.2. Estrategias de investigación	71
2.6.1.3. La interacción con los beneficiarios y los usuarios	72
2.7. Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto	74
2.7.1. Metodología de trabajo e interacción con los beneficiarios	75
2.7.2. Una nueva formulación de complemento de amaranto	77
2.8. Evaluación del impacto del proyecto	79
2.8.1. El impacto de los tres programas	79
2.8.2. La intervención educativa y el devenir del complemento de amaranto	79
2.8.3. Políticas sugeridas	81
2.8.4. La difusión de los resultados, el futuro del proyecto	82
2.9. Análisis de los factores críticos para la ejecución del proyecto	83
2.10. Grupo de trabajo	85
2.11. Referencias	87
3. Identificación, propuesta de manejo y evaluación de sostenibilidad de zonas y obras factibles para el abastecimiento de agua potable en áreas rurales de la región del Altiplano potosino. Definición de las mejores alternativas	91
3.1. Introducción	91
3.2. Panorama estatal de la demanda específica	91
3.3. Propuesta de atención a la demanda específica	94
3.4. Desarrollo del proyecto	96
3.4.1. Estudio sobre calidad del agua	96
3.4.2. Estudio sobre alternativas para la tratabilidad del agua	98
3.4.3. Estudio de línea de base	99
3.4.4. Evaluación ambiental estratégica	101
3.4.5. Plan de gestión integral de agua potable para la Región del Altiplano potosino	102

3.4.5.1. Programa de investigación	105
3.4.5.2. Programa de salud	106
3.4.5.3. Programa de planeación	108
3.4.5.4. Programa de actualización normativa	108
3.4.5.5. Programa de educación	108
3.4.5.6. Programa de fortalecimiento institucional	108
3.4.5.7. Programa de gestión política	109
3.5. Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto	110
3.6. Evaluación del impacto	112
3.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución del proyecto	113
3.8. Consideraciones finales	114
3.9. Grupo de trabajo	115
3.10. Referencias	115
4. Transformadora integral potosina de bagre y tilapia	117
4.1. Introducción	117
4.2. Panorama estatal de la demanda específica	118
4.3. Propuesta de atención a la demanda específica	121
4.4. Desarrollo del proyecto	124
4.4.1. Diseño y construcción de la planta	126
4.4.2. Inauguración de la planta	129
4.4.3. La evaluación de impacto social	129
4.4.4. Diseño y desarrollo de productos y procesos	132
Filete de pescado congelado	133
Mecanismos de transferencia	138
Análisis de mercado	139
4.4.5. Plan de replicabilidad	141
4.5. Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto	144
4.6. Evaluación del impacto	146
4.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución y desempeño del proyecto	146
4.8. Grupo de trabajo	148
4.9. Referencias	148
5. Proyecto integral multidisciplinario para la mejora productiva, incremento de la competitividad y atención a problemas socioambientales articulados con la utilización de lechuguilla (<i>Agave</i> <i>lechuguilla Torrey</i>) en el Panino Ixtlero de San Luis Potosí	149
5.1. Introducción	149
5.2. Panorama estatal de la demanda específica	150
5.3. Propuesta de atención de la demanda específica	151
5.4. Desarrollo del proyecto	153
5.4.1. Línea social	154
5.4.2. Línea agroecológica	157
5.4.3. Línea científico-tecnológica	159
5.4.3.1. Bioactiva	159
5.4.3.2. Nuevos productos	161
5.4.3.3. Productiva	161
5.4.3.4. Horno de secado	162
5.4.3.5. Máquina talladora doméstica	164
5.4.5. Metodología design structure matrix (DSM)	167

5.5. Descripción y análisis de los beneficios del proyecto	170
5.6. Evaluación del impacto	173
5.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución y el desempeño del proyecto	174
5.8. Consideraciones finales	175
5.9. Grupo de trabajo	176
5.10. Referencias	177
6. Fortalecimiento de la infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí	179
6.1. Introducción	179
6.2. Entorno de la demanda específica	180
6.3. Propuesta de atención a la demanda específica	183
6.4. Desarrollo del proyecto	185
Etapa 1	187
Etapa 2	187
Etapa 3	189
6.5. Beneficios y resultados del proyecto	195
6.6. Evaluación del impacto del proyecto	198
6.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución y del proyecto	199
6.8. Grupo de trabajo	200
6.9. Referencias	200
IV. Balance general	203
Síntesis de la experiencia reciente del FOMIX San Luis Potosí	203
Atención de problemas prioritarios del estado	203
Calidad de los grupos de investigación	204
Creación y uso de herramientas metodológicas robustas	204
Flexibilidad y ajuste de proyectos a las circunstancias	205
Sinergia entre las instituciones	206
Participación de estudiantes y formación de capacidades	206
Transferencia de resultados y posibilidad de replicación de los proyectos en nuevos contextos	207
Capacidad de elaboración, gestión y evaluación de políticas de CTI	208
Autores	209
Víctor Manuel Arias Estévez	209
Hilda María Colín García	209
Brenda Susana Figueroa Ramírez	210
Norma Solís Mérida	211
José Luis Solleiro Rebolledo	211
Índice de ilustraciones	213
Índice de tablas	217

El desarrollo científico y tecnológico en México se enfoca hacia el futuro, debido a que las políticas públicas en la materia rinden su mejor fruto en el mediano y largo plazos. En este sentido, la Ley de Ciencia y Tecnología, a través del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018, documento rector de la política científica, tecnológica y de innovación en el país, plantea entre otros, el fortalecer la apropiación social del conocimiento y el reconocimiento público de su carácter estratégico que responda a las demandas prioritarias del país y que dé solución a problemas y necesidades específicos, contribuyendo a elevar el nivel de vida y bienestar de la población.

En este contexto, es prioritario fortalecer la articulación de los diferentes actores involucrados en el sistema: instituciones de educación superior, centros de investigación, empresas, gobierno y sociedad, en torno a las acciones que conduzcan hacia una “sociedad del conocimiento”.

Para ello, a partir de 2002 se crea una alianza estratégica entre el CONACYT y las Entidades Federativas para crear los Fondos Mixtos (FOMIX), que son fideicomisos en los cuales concurren los recursos de ambas partes; son un importante instrumento para apoyar la descentralización de las actividades en materia de ciencia, tecnología e innovación en el país, que ayudan a resolver problemáticas y a generar oportunidades a nivel estatal y regional, en función de las necesidades y prioridades establecidas por las Entidades Federativas, mediante sus Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología.

De esta forma, dar a conocer el impacto y la trascendencia de los proyectos apoyados por los Fondos Mixtos es de suma importancia, en la medida que nos muestran de manera clara, los avances y las contribuciones que en su conjunto suman al fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas de los estados y regiones.

Pese a los esfuerzos realizados por los gobiernos de los estados y el CONACYT, en México la ciencia y la tecnología son conceptos aún no relacionados —por la mayor parte de la población— con mejores oportunidades de desarrollo o un incremento en su calidad de vida. En este sentido, tenemos un gran compromiso por lograr que la perspectiva de una “sociedad del conocimiento” sea el punto de partida en la construcción de un mejor país.

Por todo lo anterior, el CONACYT celebra la iniciativa por dar a conocer los resultados y contribuciones de los proyectos apoyados por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí, en materia de ciencia, tecnología e innovación, como una forma de rendición de cuentas; de contribuir a generar una cultura científica entre la población y de involucrar y articular a los diferentes actores en el sistema de ciencia, tecnología e Innovación.

Es nuestro deseo que este documento sea el medio para hacer un reconocimiento al trabajo de quienes se han dedicado y esforzado en producir conocimiento y de aquellos que apoyan su gestión; esto en beneficio de un México más próspero.

DR. FEDERICO GRAEF ZHIEL
Director Adjunto de Desarrollo Regional
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Desde el año 2001, el Gobierno Federal a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), ha promovido en forma continua la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas. En ese año, la gran mayoría de investigadores, los programas de posgrado y las actividades relacionadas con ese ramo, se encontraban localizadas en la zona metropolitana de la Ciudad de México. Con el paso del tiempo, ese panorama ha cambiado y ahora el país es más homogéneo en cuanto a la actividad científica, tecnológica y de innovación.

Nuestro país tiene una gran diversidad de grados de desarrollo y los problemas socioeconómicos demandan de un estudio y solución particular. De esta manera y como instrumento para estudiar y dar soluciones a los problemas locales, el CONACYT y los gobiernos estatales, acordaron establecer en 2001, el programa de Fondos Mixtos (FOMIX).

Desde ese año, el Gobierno del Estado de San Luis Potosí, participa en el FOMIX y se han destinado recursos para apoyar investigaciones sobre problemas locales a través de convocatorias abiertas a toda la comunidad científica y tecnológica.

Con el paso del tiempo, ese instrumento se ha ido afinando y ahora se atienden bajo ese programa, problemas de San Luis Potosí, identificados por las Secretarías de Estado, que requieran para su solución: investigación, desarrollo tecnológico e innovación. A través de convocatorias públicas se invita a la comunidad nacional a participar en la solución de problemas específicos.

En este documento, se presenta el análisis de seis proyectos financiados en el período 2013-2015, que requirieron la participación de grupos de investigación multidisciplinarios e interinstitucionales en las áreas de salud, medio ambiente y recursos naturales, agroindustria e infraestructura científica y tecnológica. El análisis de los proyectos fue realizado por la Oficina de Transferencia de Tecnología CamBio Tec, A. C.

Esperamos que este análisis sirva para evaluar el impacto que produjeron los resultados científicos en la solución de los problemas identificados y permita, en caso necesario, establecer procesos más adecuados que cumplan con el objetivo con el que se creó el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

DR. JOSÉ LUIS MORÁN LÓPEZ
Director General
Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología

El Gobierno Federal ha promovido, al menos desde hace una década, la política de descentralizar las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) con el propósito de fortalecer los sistemas estatales correspondientes, y explorar y detonar las vocaciones regionales. Para ello ha instrumentado una serie de políticas de fortalecimiento e incentivación de las actividades de CTI en los estados.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) ha sido el encargado de ejecutar estas políticas y de realizar alianzas con los organismos estatales de ciencia y tecnología en todo el país para conseguir los objetivos descentralizadores. Uno de los principales instrumentos diseñados para ejecutar dichas políticas son los Fondos Mixtos (FOMIX), que fueron instituidos en 2001 bajo un esquema de corresponsabilidad presupuestaria entre el CONACYT y los gobiernos estatales o municipales. De acuerdo con el CONACYT, “los Fondos Mixtos son un instrumento que apoya el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, a través de un Fideicomiso constituido con aportaciones del Gobierno del Estado o Municipio, y el Gobierno Federal, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología” (CONACYT, s.f).

Las investigaciones auspiciadas por los FOMIX surgen de procesos internos de definición de prioridades, lo que ha propiciado la coordinación y colaboración entre los actores del sector de CTI con miras al fortalecimiento de las capacidades científicas locales y regionales, y a las propuestas alternativas basadas en la investigación científica y el desarrollo tecnológico en atención de los problemas prioritarios en los estados. Es a través de estas acciones como se impulsa la competitividad regional y se pretenden cubrir las necesidades de desarrollo social y económico en cada entidad.

El Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí se formalizó en 2001. Prácticamente desde el nacimiento del instrumento en ese año ha sido operado por el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT), el cual, en coordinación con las diferentes Secretarías de Estado, principalmente con la Secretaría de Desarrollo Económico, ha asumido el compromiso de impulsar y aprovechar las capacidades estatales en ciencia, tecnología e innovación estimulando el talento local, buscando aprovechar sus propias fortalezas y

vocaciones en atención de las problemáticas particulares y el aprovechamiento de oportunidades de desarrollo.

El presente documento analiza seis proyectos apoyados por las convocatorias del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno de San Luis Potosí en 2012 y 2013 realizados con la metodología de estudio de caso. Eisenhardt (1989) define un estudio de caso contemporáneo como una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares; puede tratarse del estudio de un único caso o de varios casos, combinando distintos métodos para la recogida de la evidencia cualitativa y/o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teoría.

Chetty (1996) indica que la metodología de estudio de caso, además de rigurosa, es adecuada para la investigación de fenómenos en que se busca dar respuesta a cómo y por qué ocurren; permite el examen de un tema determinado; es idónea para el análisis de temas en que las teorías existentes son inadecuadas; hace posible el estudio de los fenómenos desde múltiples perspectivas, y no desde la influencia de una sola variable; facilita la exploración más profunda y la obtención de un conocimiento más amplio sobre cada fenómeno, lo cual favorece la aparición de nuevas señales sobre los temas que emergen, y desempeña un papel importante en la investigación, por lo que no debería ser utilizado sólo como exploración inicial de un fenómeno determinado.

Si lo que se pretende es identificar y describir los distintos factores que ejercen influencia en el fenómeno estudiado, el método de estudio de caso es una herramienta valiosa de investigación; su mayor fortaleza radica en que con ésta se miden y registran las conductas de las personas involucradas en el fenómeno estudiado, mientras que los métodos cuantitativos sólo se centran en información verbal obtenida de encuestas por cuestionarios (Yin, 1989). Además, en el método de estudio de caso, los datos pueden ser obtenidos desde una variedad de fuentes, tanto cualitativas como cuantitativas, esto es, documentos, registros de archivos, entrevistas directas, observación directa, observación de los participantes e instalaciones u objetos físicos.

Los estudios de caso que aquí se presentan fueron documentados por CamBioTec, A. C., Tecnología para el Cambio, bajo la coordinación del doctor José Luis Solleiro Rebolledo y la maestra Hilda María Colín García, a partir de la consulta de bibliografía especializada en los temas específicos de cada proyecto, la revisión de los informes de avance hechos por los investigadores y sus resultados y productos parciales y finales. Asimismo, se realizaron entrevistas detalladas con los responsables técnicos, miembros de los grupos de investigación, autoridades involucradas y representantes de los sectores usuarios de los resultados de los proyectos.

Se trata de seis casos de proyectos desarrollados entre 2013 y 2015 que el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí propuso para registrar su experiencia y analizar sus resultados, pues considera que pueden generar lecciones importantes para el diseño de nuevas convocatorias, la mejora de los mecanismos de gestión del Fondo y la optimización de la colaboración interinstitucional. Todos los proyectos atienden temas prioritarios para San Luis Potosí mediante investigaciones multidisciplinarias y enfoques integrales plasmados en las demandas específicas de las convocatorias del FOMIX. Las áreas de estudio de los proyectos son salud, medio ambiente y recursos naturales, agroindustria y gestión de la ciencia y la tecnología.

En el tema de salud fueron identificadas dos demandas específicas; la primera de ellas, “Sobrepeso y obesidad como factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y crónico-degenerativas en la población pediátrica del estado de San Luis Potosí”, fue atendida en un proyecto de investigación multidisciplinario coordinado por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), en colaboración con el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), las Secretarías de Educación y de Salud de San Luis Potosí, el Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto y la Facultad de Enfermería de la UASLP.

El proyecto titulado “Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí” fue desarrollado por medio de cinco subproyectos de investigación, con los que se determinó un diagnóstico de la situación de sobrepeso y obesidad en estudiantes de secundaria del estado, así como los factores de riesgo cardiovascular en estos adolescentes y en una muestra representativa de neonatos de bajo peso. Asimismo, se elaboraron estudios sobre perfiles genéticos a través de tarjetas de tamizaje neonatal para conocer la propensión al desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas y los factores asociados al sobrepeso y la obesidad en la etapa adulta. Adicionalmente, se estudiaron los componentes psicológicos y emocionales en madres de recién nacidos prematuros para determinar el apego y vínculo madre-hijo y la orientación educativo-nutricional en el primer año de vida como factores de influencia para el desarrollo de sobrepeso y obesidad.

La segunda demanda atendida en el tema de salud, “Estrategias de intervención para disminuir la desnutrición en la población infantil de San Luis Potosí a través de los complementos otorgados en los programas de apoyo alimentario”, se abordó a partir de la concepción de una investigación científica multidisciplinaria que identifica la modificación de los aspectos nutricionales con la aplicación de tres programas de apoyo alimentario en el estado; la caracterización de los factores de riesgo nutricional con base en una muestra representativa de niños beneficiarios

de los programas alimenticios; y la determinación de propuestas y alternativas de capacitación nutricional a padres y maestros, políticas de intervención y planes de combate a la desnutrición infantil. Adicionalmente, el grupo encargado de la investigación desarrolló un suplemento nutricional basado en amaranto.

El proyecto en atención de esta demanda, titulado “Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de la nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí”, estuvo a cargo del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), en colaboración con la UASLP. Estos organismos contaron con la colaboración de la Secretaría de Salud de San Luis Potosí y el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) estatal.

La demanda específica enmarcada en el área de medio ambiente y recursos naturales señala como necesaria la “Determinación de zonas factibles de explotación y propuestas alternativas de aprovechamiento de los recursos hídricos, con fines de abastecimiento de agua potable en la región del Altiplano potosino”. Esta demanda se atendió a partir de la metodología de evaluación ambiental estratégica, como instrumento para la elaboración de un Plan Integral de Gestión del Agua Potable, que proporcionará un censo de las fuentes de abastecimiento en la zona de estudio; investigaciones sobre la calidad del agua y su tratabilidad de acuerdo con el contexto de la región; identificación y análisis de aspectos relacionados con la normatividad, gestión y elementos ambientales, y principalmente la propuesta de acciones específicas, como elementos para la construcción de políticas que reviertan los efectos de las problemáticas del agua en el Altiplano.

Con el título “Identificación, propuesta de manejo y evaluación de sostenibilidad de zonas y obras factibles para el abastecimiento de agua potable en áreas rurales de la Región del Altiplano Potosino. Definición de las mejores alternativas”, un grupo de investigación a cargo de la UASLP, en colaboración con el IPICYT, abordó los requerimientos de la demanda con un enfoque multidisciplinario.

En el área agroindustrial fueron atendidas dos demandas específicas: “Creación de una planta de innovación tecnológica para el procesamiento y transformación de productos acuícolas de las especies bagres y tilapia con el propósito de dar valor agregado a la producción en el estado de San Luis Potosí” y “Desarrollo e integración de tecnología en el acopio, procesamiento y generación de productos y subproductos de la lechuguilla en el estado de San Luis Potosí”. Para la primera se diseñó un proyecto de concepción, construcción y operación de una planta de procesamiento integral y sustentable de bagre y tilapia para impulsar la cadena de valor del pescado procesado, que genere una alternativa de valor agregado a los productos acuícolas de San Luis Potosí. Además de conseguir la valorización de subproductos de estas especies.

La planta instalada, como resultado de este proyecto, tiene capacidad para procesar y empaquetar al alto vacío filetes de las especies citadas y producir *nuggets* de pescado. De manera adicional, ofrece la posibilidad de producir harina a partir de los desechos de la materia prima, con lo cual se logra su aprovechamiento integral. Las características de diseño y montaje de la planta, que consideró todas las especificaciones técnicas más adecuadas y el impacto social en torno a su instalación, la hace un modelo replicable en otras zonas acuícolas del estado.

La coordinación del proyecto que generó la “Transformadora integral potosina de bagre y tilapia” estuvo a cargo del Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), con la colaboración de El Colegio de San Luis (COLSAN) y la UASLP, que mantuvieron estrecha comunicación y participación con la asociación de Empresas Acuícolas Unidas de la Huasteca (EMACUH), que es el organismo encargado de la operación del Comité Sistema Producto Bagre en el Estado de San Luis Potosí.

La segunda demanda específica, “Desarrollo e integración de tecnología en el acopio, procesamiento y generación de productos y subproductos de la lechuguilla en el estado de San Luis Potosí”, fue abordada de manera integral en un proyecto con tres líneas de investigación principales (social, agroecológica y científico-tecnológica), que proporcionan los elementos necesarios en la búsqueda de soluciones para articular la cadena productiva de la lechuguilla en el Altiplano potosino.

En el “Proyecto integral multidisciplinario para la mejora productiva, incremento de la competitividad y atención de problemas socioambientales articulados con la utilización de lechuguilla (*Agave lechuguilla Torrey*) en el Panino Ixtlero de San Luis Potosí” se integró la información necesaria sobre el contexto social y laboral relacionado con la explotación de la lechuguilla para el desarrollo de prototipos de una máquina de tallado y un horno de secado, así como la generación de nuevos productos y subproductos como alternativas para satisfacer la demanda específica. La responsabilidad del proyecto estuvo a cargo del IPICYT, que contó con la cooperación del COLSAN, el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de la UASLP y el Centro de Investigación y Asistencia en Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ).

El último caso analizado atiende la demanda específica denominada “Fortalecimiento de la infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí”, enunciado que se conserva como el título del proyecto desarrollado por la empresa Opera IT, S. A. de C. V., especializada en proporcionar soluciones integrales en tecnologías de la información y comunicación, con la colaboración de investigadores adscritos a la UASLP para la determinación de necesidades y tecnologías apropiadas para el recinto.

Este proyecto contribuyó con el equipamiento y acondicionamiento del CRICYTI, con el propósito de fomentar la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación habilitando espacios con tecnología de punta para la formación de recursos humanos, acceso a la información y la divulgación y difusión de la CTI. A lo largo de tres etapas de desarrollo del proyecto fueron acondicionados los espacios del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación, del Centro de Negocios y del Laboratorio Multimedia.

En las siguientes páginas, el lector podrá encontrar el desarrollo en detalle de los seis proyectos objeto del presente estudio.

Referencias

- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (s.f). Fondos Mixtos. Distrito Federal, México: CONACYT. Recuperado de <http://conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/fondos-mixtos>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Yin, R. K. (1989). Case Study Research: Design and Methods. *Applied Social Research Methods Series*. Vol. 5. Newbury Park CA: Sage.

II. Contexto del Fondo Mixto de San Luis Potosí

Una de las políticas torales del gobierno federal en materia de ciencia, tecnología e innovación se refiere al fortalecimiento de las capacidades regionales para la creación de ecosistemas de innovación estatales que proporcionen mayor competitividad a sus sistemas productivos.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), en la meta “México con educación de calidad”, señala que uno de sus objetivos es “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible”. Con el fin de cumplir este propósito en el tema que nos concierne, se determinó la estrategia “Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente” (PND, 2013).

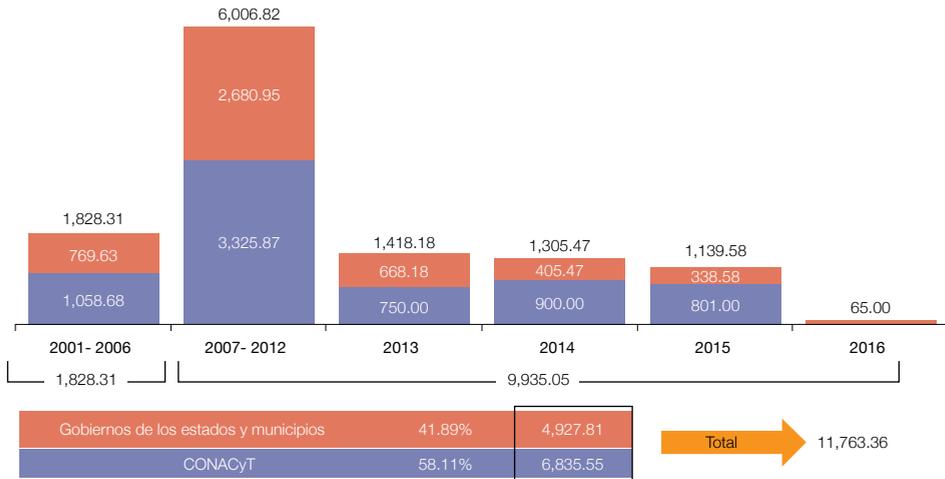
En 2001, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) instituyó una política de fomento y fortalecimiento de los sistemas estatales de ciencia, tecnología e innovación estableciendo una serie de programas que, mediante fondos de apoyo, apuntalan estas actividades.

En los estados se implementaron los Fondos Mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FOMIX) como un instrumento de política pública que propicia la ampliación de las capacidades locales y la promoción de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación para atender las necesidades y problemáticas locales y regionales. Los recursos destinados a cada fondo son aportados por la federación y los gobiernos estatales o municipales.

En la actualidad existen 35 Fondos Mixtos constituidos, 32 estatales y tres municipales. Las aportaciones realizadas hasta marzo de 2016 ascendieron a más de 11 mil millones de pesos, de los cuales el CONACYT ha aportado 58.11 por ciento y los gobiernos estatales y municipales 41.89 por ciento, en un total de 5 mil 790 proyectos (CONACYT, 2016).

Sólo en el año 2015 se invirtió, por parte del CONACYT, un presupuesto federal total de 801 millones de pesos. Los estados, por su parte, tuvieron una inversión de 338.5 millones de pesos que significó una inversión concurrente de 30 por ciento aproximadamente. Asimismo, se aprobaron 100 proyectos (CONACYT, 2016).

Ilustración 1. Aportaciones a Fondos Mixtos.
Cifras acumuladas 2001-2016 (millones de pesos)



• Incluye Convocatoria de proyectos estratégicos, la cual se emitió en 2008 y contó con recursos por 350 millones de pesos.

* Cifras a marzo 2016.

Fuente: CONACYT, 2016.

Las modalidades del Fondo Mixto para el otorgamiento de apoyos a las entidades federativas son las siguientes:

A. Investigación científica

- Para la atención de problemas, necesidades y aprovechamiento de oportunidades, establecidos en una demanda específica determinada por el gobierno del estado, en el marco de sus prioridades.

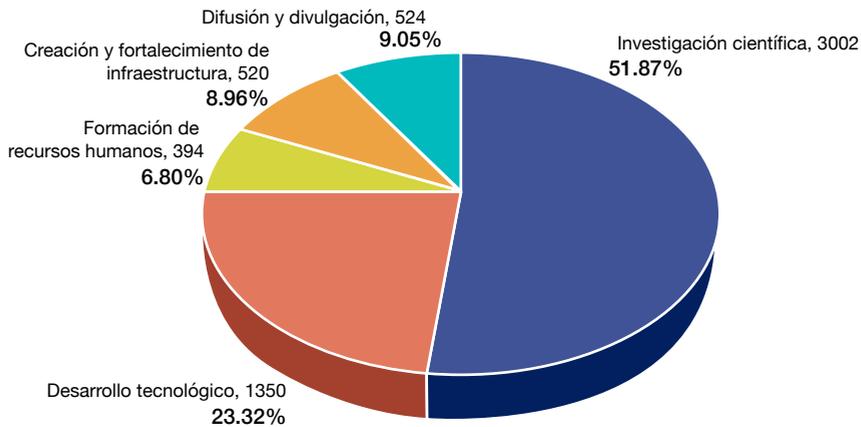
B. Desarrollo e innovación tecnológica

- Para el desarrollo de productos, procesos y servicios innovadores que beneficien a una comunidad, grupo social, colectividad de empresas o cadenas productivas.

C. Formación de recursos humanos

- Para la creación, fortalecimiento y consolidación de posgrados, grupos y redes de investigación y vinculación, así como la incorporación de investigadores en instituciones de educación, centros de investigación, empresas, y la formación de especialistas que atiendan una necesidad específica o generen oportunidades de desarrollo para el estado.

Ilustración 2. Proyectos aprobados por modalidad.
Fondos Mixtos. Cifras acumuladas 2002-2016.



Fuente: CONACYT, 2016.

D. Creación y fortalecimiento de infraestructura

- Para crear y fortalecer la infraestructura científica y tecnológica requerida por el gobierno del estado, en el marco de sus prioridades, tales como laboratorios de alta especialidad, centros de investigación y desarrollo, públicos o privados, parques y museos científicos y tecnológicos, entre otros.

E. Difusión y divulgación

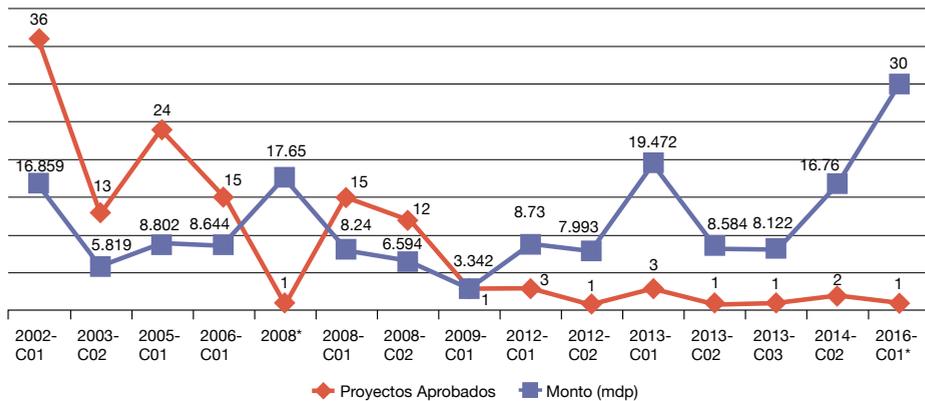
- Para fomentar una cultura científica y tecnológica; promover la difusión nacional e internacional del trabajo de la comunidad científica y tecnológica; propiciar la transferencia del conocimiento a los sectores usuarios; promover la realización de actividades y programas que despierten la creatividad y la vocación científico-tecnológica en la niñez y juventud; impulsar o promover las actividades de museos científicos o tecnológicos que fomenten la creación de una cultura de aprecio por el desarrollo y explotación de desarrollos científicos y tecnológicos (Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2015).

Los proyectos en la modalidad de investigación científica han predominado a lo largo de la existencia de los Fondos Mixtos. Asimismo, los proyectos en la modalidad de desarrollo tecnológico configuran casi una cuarta parte del total de proyectos apoyados históricamente.

Para el caso específico de San Luis Potosí, el Fondo Mixto se constituyó el 30 de octubre de 2001 a través de la instauración del fideicomiso Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí; su finalidad es canalizar recursos concurrentes para realizar investigación científica y tecnológica e impulsar el Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación articulando el sector productivo con la oferta de conocimiento para hacer más competitivo al sector empresarial y resolver problemáticas sociales.

Desde el establecimiento del FOMIX San Luis Potosí se han publicado 15 convocatorias, incluyendo la convocatoria de proyectos estratégicos en 2008. El total de proyectos aprobados fue de 131, por un monto de 175.41 millones de pesos. El número de proyectos aprobados muestra un decremento a partir de 2009; de acuerdo con el CONACYT, de manera generalizada en todos los estados, se han autorizado proyectos de mayor impacto, de manera que la tendencia es tener un menor número de proyectos aprobados pero con más recursos, en busca de mayores impactos.

Ilustración 3. FOMIX CONACYT SLP. Proyectos vs. montos

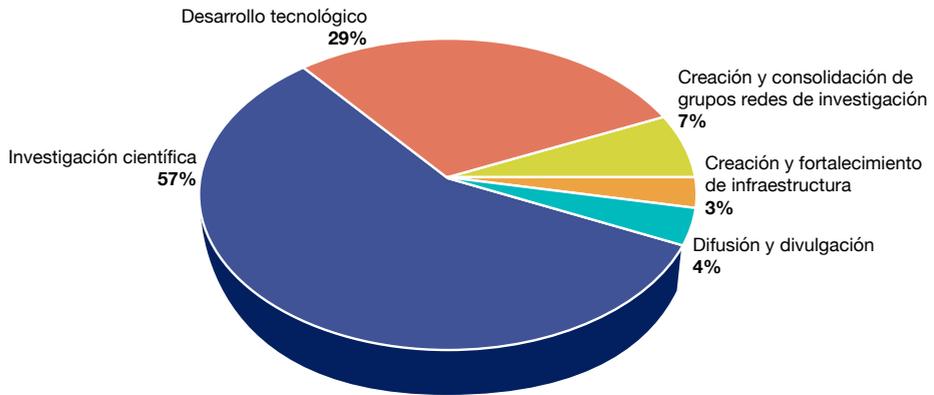


* Cifras a mayo 2016
Fuente: CONACYT, 2016.

La definición de las demandas específicas para cada convocatoria del Fondo se construye a partir de las estrategias y planes de desarrollo locales, que consideran sus vocaciones, capacidades, prioridades y necesidades sociales y económicas. Cabe mencionar asimismo la participación y colaboración intersectorial e interinstitucional en la definición de las demandas específicas.

En cuanto a la modalidad de los proyectos aprobados en el Fondo Mixto de San Luis Potosí, puede decirse que éstas superan en porcentajes la tendencia nacional, con predominio de la modalidad en investigación científica, seguida por la modalidad de desarrollo tecnológico, con 57 y 29 por ciento, respectivamente.

Ilustración 4. FOMIX CONACYT SLP, modalidad de proyectos.
Cifras acumuladas 2002-2016*



Fuente: Elaboración propia con datos de COPOCYT, 2016 (Serie 2002-2016*).

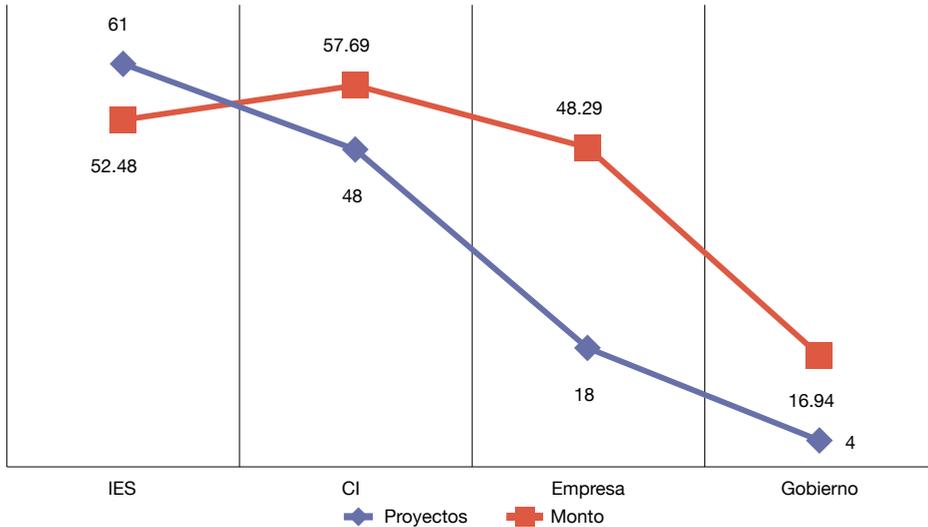
Por otra parte, es de resaltar que el porcentaje de proyectos finiquitados es alto; sin embargo, también debe considerarse que algunos otros no formalizaron convenio, e incluso fueron cancelados por los sujetos de apoyo. La razón aparente es el incumplimiento de algunos términos en los convenios de asignación de recursos. De igual forma, existen proyectos aprobados en los que no se formalizaron los convenios por motivos de incumplimiento en la aportación de los recursos concurrentes.

Ilustración 5. FOMIX CONACYT SLP, estatus de proyectos. Cifras acumuladas 2002-2016*

Estatus	Proyectos	Porcentaje
Cancelado	23	15
En desarrollo	6	4
Concluido	2	1
Cierre técnico	1	1
Finiquitado	119	79
Total	151	100

Fuente: Elaboración propia con datos de COPOCYT, 2016.

Acorde con el predominio en la modalidad de los proyectos (investigación científica y desarrollo tecnológico), se puede observar que la mayoría de los sujetos de apoyo en el FOMIX de San Luis Potosí corresponde a instituciones de educación superior (IES) y centros de investigación (CI). Se evidencia de manera clara que la participación del sector productivo y gubernamental ha sido limitada, lo que se contrapone a uno de los principios básicos de los Fondos Mixtos sobre el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas que impulsen la

Ilustración 6. OMIX CONACYT SLP, sujetos de apoyo. Cifras acumuladas 2002-2016*

* Cifras a marzo 2016

Fuente: Elaboración propia con datos de COPOCYT, 2016 (Serie 2002-2016).

competitividad de las empresas locales a través de la innovación. Cabe mencionar que la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) significa, en términos de proyectos aprobados, el 45 por ciento del total, mientras que el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) el 21 por ciento en este mismo rubro; esto indica, a todas luces, que se trata de proyectos de corte más académico y que estas instituciones cuentan con mejores capacidades en infraestructura y capital humano para atender las demandas, así como con mayor experiencia en la gestión de recursos de esta índole. Esto se está atendiendo al colocar en las convocatorias, como criterio de selección, la colaboración entre varias instituciones.

En términos de montos de apoyo en el FOMIX San Luis Potosí desde su instalación, la UASLP ha captado 29 por ciento; el Grupo BMW, 17 por ciento, y el IPICYT, 14 por ciento del total, lo que significa 50, 30 y 25 millones de pesos respectivamente en la historia del Fondo. Los recursos aprobados por el Fondo desde 2002 suman más de 169 millones de pesos, sin considerar los proyectos cancelados.

Se observa que la evolución presupuestal de los apoyos auspiciados por el FOMIX San Luis Potosí no ha sido constante ni homogénea, pues ha sufrido altibajos significativos, y aun la ausencia de convocatorias en algunos años. Por ello, se reconoce que es importante conservar un ritmo sostenido de crecimiento en los apoyos, de multidisciplinariedad en los proyectos y de involucramiento de los sectores académicos, productivos y gubernamentales para lograr las metas expresadas en el PND.

Tabla 1. Montos del Fondo Mixto San Luis Potosí 2002-2016

	2002	2003	2005	2006	2008	2009	2012	2013	2014	2016
2002 -C01	16,859,808.00									
2003 -C02		5,819,615.32								
2005 -C01			8,802,340.00							
2006 -C01				8,644,568.00						
2008 -C01					8,240,075.00					
2008 -C02					6,594,414.00					
2009 -C01						3,142,695.55				
2012 -C01							8,730,193.10			
2012 -C02							7,993,240.00			
2013 -C01								19,472,796.80		
2013 -C02								8,584,263.00		
2013 -C03								8,122,251.00		
2014 -C02									16,760,456.00	
2016-C01										30,000,000.00
Total	16,861,810.00	5,821,618.32	8,804,345.00	8,646,574.00	14,836,497.00	3,144,704.55	16,725,445.10	36,181,323.80	16,762,470.00	30,000,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos de COPOCYT, 2016 (Serie 2002-2016).

También se ha reconocido que es importante que se fortalezca la articulación entre las capacidades científicas y tecnológicas con las necesidades del sector productivo local y que existan más proyectos enfocados al impulso de cadenas de valor que repercutan en beneficio social en los ámbitos local y regional.

En términos generales, se puede afirmar que el Fondo Mixto ha contribuido al desarrollo de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en el estado de San Luis Potosí, en particular de aquellas alojadas en universidades y centros de investigación, por lo que parecería necesaria una mayor participación de empresas en el desarrollo de proyectos financiados por el Fondo. Igualmente, se puede decir que el desarrollo de los proyectos apoyados ha contribuido de manera significativa a la resolución de problemáticas locales.

Referencias

- CONACYT-DADER (2013). *Fondos Mixtos CONACYT-Gobiernos de los Estados y Municipios. Estadísticas al cierre de diciembre 2013*. Distrito Federal, México: CONACYT.
- CONACYT (2013a). *Actividad del CONACYT por entidad federativa 2013*. Distrito Federal, México: CONACYT.
- CONACYT (2013b). *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*. Distrito Federal, México: CONACYT.

- CONACYT (2014). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Distrito Federal, México: CONACYT.
- FCCYT (2012). *Fondos Mixtos en la generación de infraestructura científica y tecnológica nacional. Aportes para la generación y aumento de capacidades en CTI en los estados*. Distrito Federal, México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Medellín, E. (2012). *Fortalecimiento de las capacidades regionales de I+D+i. El caso del Fondo Mixto de San Luis Potosí*. Distrito Federal, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- PND (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Distrito Federal, México: Gobierno de la República.

III. Descripción de los seis proyectos estratégicos

1. Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en la población pediátrica de San Luis Potosí

Brenda Susana Figueroa Ramírez

1.1. Introducción

En este estudio de caso, como metodología de investigación, se pretende analizar y documentar el contexto en el que se desarrollaron las diferentes etapas, factores internos y externos que intervinieron en la formulación, organización, desarrollo y logro de objetivos del proyecto “Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en la población pediátrica de San Luis Potosí”, apoyado por el Programa de Fondos Mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Gobierno del Estado de San Luis Potosí. Este proyecto fue desarrollado por un grupo de investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, apoyados por el Instituto Potosino de Investigación en Ciencia y Tecnología, las Secretarías de Educación Pública y de Salud de San Luis Potosí, el Hospital Central doctor Ignacio Morones Prieto y la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, para atender la demanda específica “Sobrepeso y obesidad como factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y crónico-degenerativas en la población pediátrica del estado de San Luis Potosí”, publicada en la convocatoria FOMIX-SLP 2012-C01.

Un equipo de trabajo multidisciplinario desarrolló cinco líneas de investigación (cinco subproyectos) a través de las cuales se logró establecer un diagnóstico de las condiciones de salud y nutrición, prevalencia de sobrepeso y obesidad y los factores de riesgo cardiovascular en la población adolescente y en recién nacidos en el estado de San Luis Potosí. Asimismo, se identificaron miRNAs y biomarcadores en recién nacidos con bajo peso y adolescentes con potencial valor predictivo y diagnóstico modificable por el tratamiento que pueden convertirse en nuevos blancos terapéuticos. Se evaluaron los factores emocionales, conductuales y perceptuales maternos y su influencia en el estado nutricional del hijo.

La metodología de estudio de caso sugiere la revisión de fuentes de evidencias cualitativas y cuantitativas, así como el uso de información basada en entrevistas con los principales actores que intervinieron en el proyecto. Considerando

lo anterior, se recopilaron documentos, informes y anexos que respaldaron el desarrollo del proyecto, de manera que, adicionalmente a la convocatoria, a la demanda específica y a los términos de referencia publicados por el FOMIX-SLP en 2012, se solicitaron, al responsable técnico del proyecto, los diversos informes y documentos que sustentaran la propuesta, avances y resultados del proyecto. Fue así que se contó con el informe técnico final, los reportes finales de los subproyectos, el convenio de asignación de recursos, la propuesta del proyecto aprobado por el FOMIX-SLP, entre otros documentos que sustentaban la evidencia del caso.

La entrevista, realizada al responsable técnico y a los integrantes del equipo de trabajo,¹¹ estuvo orientada a la descripción de los antecedentes, objetivos y desarrollo del proyecto, así como a la identificación de los factores críticos y la participación de los principales actores institucionales. Asimismo, se obtuvo información de los beneficios, lecciones y perspectivas generados por el proyecto.

Bajo esta metodología, el presente documento no sólo pretende describir el procedimiento científico desarrollado para cumplir los objetivos de la demanda específica, sino también expone los logros obtenidos mediante la pertinente organización, coordinación, colaboración interinstitucional y vinculación interdisciplinaria y transdisciplinaria entre los diferentes subproyectos, con lo cual se enfrentaron los factores críticos que amenazaron la ejecución del proyecto.

1.2 Panorama estatal de la demanda específica

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. De 1980 a 2014, la prevalencia de la obesidad se ha más que duplicado en todo el mundo. En 2014, más de 1 900 millones de adultos de 18 años o más tenían sobrepeso, y 13 por ciento eran obesos. Se estima que cada año mueren al menos 2.6 millones de personas a causa de enfermedades asociadas a esta condición. En la actualidad, dicho trastorno alimenticio es considerado un importante problema de salud pública mundial, relacionado con cambios ambientales y estilos de vida. Se prevé que estas cifras continúen aumentando si la población no mejora sus hábitos alimenticios ni realiza actividades físicas (OMS, 2015).

¹¹ Doctor Antonio Gordillo Moscoso, responsable técnico del proyecto e integrante de subproyecto; doctora Teresa Guerrero, responsable del subproyecto 1; maestro Mauricio Pierdant Pérez, responsable del subproyecto 2; maestra Victoria Lima Rogel, responsable del subproyecto 3; maestro Francisco Escalante Padrón, integrante del equipo de trabajo del subproyecto 3; doctora Josefina Gallegos Martínez, responsable del subproyecto 5; doctora Mariana Salgado Bustamante, integrante del equipo de trabajo del subproyecto 2, 3 y 4; maestro Guillermo Ortiz Villalobos, representante de la Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí, y la contadora Mónica Gabriela Espinoza Morán de la UASLP.

Una preocupación más importante es el sobrepeso y la obesidad infantil. En todo el mundo, en 2013 más de 42 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso. Hace algunos años, el sobrepeso y la obesidad eran un problema asociado a los países de ingresos altos; ahora se presenta en países en desarrollo (de ingresos bajos y medios), en donde el incremento del sobrepeso y obesidad en los niños ha sido 30 por ciento superior al de los países desarrollados (OMS, 2015).

Entre las causas de este desequilibrio energético en la población en general se encuentra el aumento de alimentos hipercalóricos, ricos en grasa, sal y azúcares; el descenso de actividades físicas, el sedentarismo de muchas actividades recreativas; la creciente urbanización y los nuevos modos de desplazamiento. No sólo estos factores influyen en el incremento de la obesidad infantil, sino también variables como el desarrollo social, económico y las políticas públicas relacionadas con la educación, agricultura, medios de transporte, planificación urbana, medio ambiente y el procesamiento, distribución y comercialización de los alimentos.

La obesidad infantil se asocia con una mayor probabilidad de enfermedad, muerte prematura y discapacidad en la edad adulta. Además, las consecuencias de desarrollar obesidad en la infancia son disminución de la capacidad física, trastornos del aparato locomotor, aumento de la probabilidad de padecer a edades tempranas enfermedades crónico-degenerativas como hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, algunos cánceres y efectos psicológicos.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT), en México más de 70 por ciento de los adultos mexicanos padecen sobrepeso y obesidad, mientras que uno de cada tres adolescentes entre 12 y 19 años sufre de este trastorno alimenticio. Para los escolares (niños de 5 a 11 años de edad), la proporción asciende a 34.4 por ciento, es decir, más de 5.6 millones de niños registran sobrepeso y obesidad, cifra que posiciona a México en el primer lugar de obesidad infantil en el mundo. A pesar de que el análisis de tendencias indica que estas cifras no han aumentado en los últimos seis años, y que la prevalencia se ha mantenido sin cambios de 2006 a 2012, los datos son preocupantes e inaceptables debido a las graves consecuencias para la salud infantil (ENSANUT, 2012).

Con base en resultados publicados en 2012 (ENSANUT SLP, 2012), en el estado de San Luis Potosí 65.2 por ciento de la población adulta de 20 años o más presenta problemas de sobrepeso y obesidad. Asimismo, de 2006 a 2012 la cifra de sobrepeso y obesidad en adolescentes que habitan en zonas urbanas pasó de 27.7 a 33.8 por ciento; en niños de edad escolar esta enfermedad representa 27.2 por ciento; en niños menores de cinco años de edad la obesidad y sobrepeso prevalecen en 7.3

por ciento de esta población, y es mayor el porcentaje en localidades rurales (7.8 por ciento) que en localidades urbanas (7.0 por ciento). Sin embargo, por la distribución geográfica y social del estado de San Luis Potosí se infiere una variabilidad en la prevalencia reportada, debido a que zonas geográficas como el Altiplano potosino y la Huasteca Sur se caracterizan por un alto grado de marginación y desnutrición, en comparación con las regiones Centro, Media y Huasteca Norte, en las que prevalecen mejores condiciones socioeconómicas y alimenticias.

El sobrepeso y la obesidad infantil son consideradas por la OMS como una epidemia que debe atenderse con prevención, la cual no sólo debe iniciarse en los primeros años de vida de los niños, sino en el adecuado seguimiento de la mujer embarazada y con una orientación sobre hábitos alimenticios saludables (VOZCERO, 2015). En consecuencia, es importante tomar en cuenta la perspectiva del ciclo de vida y reconocer los factores ambientales, económicos y sociales, así como los consiguientes procesos conductuales y biológicos que actúan a lo largo de todas las etapas de la vida para incidir sobre los riesgos de enfermedades. Los principales factores negativos durante las distintas etapas de la vida, desde la etapa fetal hasta la adultez, son: deficiente estado de nutrición materno, crecimiento fetal retardado, situación socioeconómica desfavorable al nacer, falta de amamantamiento, baja tasa de crecimiento, régimen alimentario inadecuado, falta de actividad física, educación deficiente de la madre, consumo de tabaco y alcohol; factores de riesgo conductuales como la elevada ingesta de grasas saturadas, el consumo excesivo de sal y la ingesta reducida de frutas y vegetales (Córdova *et al.*, 2010, p. 203).

Por lo anterior, se debe mencionar que el peso al nacer guarda una correlación con la morbimortalidad en la etapa neonatal, mientras que la longitud al nacimiento muestra mayor relación con el desarrollo de problemas metabólicos. Cualquier alteración materna, placentaria y/o fetal durante la gestación es potencialmente dañina para la función y el tamaño del producto. El retraso del crecimiento intrauterino cuenta con varias definiciones, aunque con fines de predicción de riesgo se ha considerado sólo el peso como el mejor marcador en la edad gestacional.

Barker y Osmond (1986) propusieron la hipótesis llamada programación fetal, en la cual un estímulo nutricional adverso en un periodo crítico prenatal se relaciona con patología metabólica en la edad adulta. La hipótesis se basa en la capacidad del feto para adaptarse a las necesidades impuestas por el medio, y se menciona que en presencia de un aporte bajo de nutrientes se adquiere un fenotipo ahorrador que almacena energía, limita la demanda de recursos y utiliza su propio organismo como fuente de energía para poder sobrevivir. La consecuencia inmediata es la detención del crecimiento corporal. Esto hace que al nacer su metabolismo sea inadecuado para excesos alimenticios; su escaso gasto

energético resulta en un mayor riesgo para el desarrollo de obesidad, hiperinsulinismo, dislipidemia, adiposidad central, anormalidad en el desarrollo puberal y gonadal, y riesgo para el desarrollo de diabetes y enfermedad cardiovascular.

Para frenar la epidemia de obesidad infantil, la OMS recomienda un enfoque multisectorial que movilice las energías, recursos y conocimientos técnicos de todas las partes interesadas en la escalas mundial, nacional y estatal, es decir, se requiere asumir un compromiso político acompañado de una colaboración conjunta de gobiernos, asociaciones internacionales, sociedad civil, organizaciones no gubernamentales y el sector privado para la creación de condiciones saludables para los niños y los adolescentes.

1.3 Propuesta de atención a la demanda específica

En el estado de San Luis Potosí, el sobrepeso y la obesidad infantil son un problema de salud pública que conlleva factores de riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares y crónico-degenerativas. En este contexto, y con el objetivo de prevenir e identificar las causas epidemiológicas y fisiológicas ocasionadas por el sobrepeso y la obesidad en esa entidad, el Instituto Mexicano del Seguro Social y la Secretaría de Salud del estado expresaron sus necesidades ante el gobierno estatal para atender dicho problema con el apoyo de la comunidad científica. De acuerdo con lo anterior, y basado en diversas interacciones con el gabinete estatal, se propuso dar alta prioridad a este problema de salud pública. Es así que, a través de la convocatoria 2012- C01 del Programa de Fondos Mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se publicó la demanda específica “Sobrepeso y obesidad como factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y crónico-degenerativas en la población pediátrica del estado de San Luis Potosí”, cuyo objetivo es apoyar la investigación orientada a evaluar la relación de sobrepeso y obesidad con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y crónico-degenerativas en población pediátrica del estado. Asimismo, la convocatoria establecía que la atención de la demanda debía contemplar en la integración del grupo de trabajo las disciplinas o especialidades requeridas que aseguraran una respuesta integral a los requerimientos establecidos en la convocatoria.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí presentó su propuesta en atención a esa demanda y planteó la búsqueda de nuevos marcadores séricos, nuevas dianas terapéuticas y nuevas estrategias terapéuticas con el fin de analizar el problema de sobrepeso y obesidad. A través de estos planteamientos se proponía

optimizar los esfuerzos y diseñar mejores políticas públicas para el manejo preventivo y curativo del sobrepeso, la obesidad y las condiciones patológicas asociadas a ellas. Además, el proyecto planteaba desarrollar en seis subproyectos las líneas de investigación que permitirían obtener los resultados esperados. Por ello, se propuso conocer con mayor precisión la prevalencia de sobrepeso y obesidad mediante el desarrollo de dos subproyectos epidemiológicos aplicados a dos poblaciones etarias específicas: recién nacidos de bajo peso y adolescentes. Otro subproyecto identificaría, por medio de un remuestreo en la población adolescente inicialmente encuestada, la presencia de marcadores séricos bioquímicos, inflamatorios, genéticos y epigenéticos,² así como anatómicos y funcionales ultrasonográficos que se asocien con sobrepeso y obesidad, de forma tal que permitan reconocer factores de riesgo cardiovascular en etapas tempranas del desarrollo. Un subproyecto adicional relacionaría la presencia de ciertos miRNAs asociados al sobrepeso y obesidad como probable marcador de reprogramación epigenética en estas condiciones clínicas. Dos subproyectos más probarían el efecto de diferentes intervenciones en la calidad de la nutrición, en el peso, la distribución corporal y sobre los marcadores referidos anteriormente.

Dicha propuesta fue evaluada por el FOMIX-SLP y notificada su aprobación el 25 de enero de 2013. Fungió como responsable técnico el doctor Antonio Augusto Gordillo Moscoso,³ investigador de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, institución que fue el sujeto de apoyo del proyecto.

Aprobada la propuesta, y con base en las recomendaciones emitidas por el Comité Técnico y de Administración del FOMIX-SLP, el grupo de trabajo multidisciplinario se reestructuró y enfocó en tres objetivos generales: 1) establecer el diagnóstico de las condiciones de salud y nutrición, prevalencia de sobrepeso, obesidad y factores de riesgo cardiovascular en población adolescente y en recién nacidos del estado de San Luis Potosí; 2) identificar miRNAs y biomarcadores en recién nacidos con bajo peso y adolescentes con potencial valor predictivo y diagnóstico modificable por el tratamiento que puedan convertirse en blancos terapéuticos, y 3) evaluar los factores emocionales, conductuales y perceptuales maternos y su influencia en el estado nutricional del hijo.

Con base en los productos esperados, establecidos en la demanda específica, el proyecto definió como entregables: 1) la base de datos antropométricos, socio-demográficos de sobrepeso y obesidad en población representativa de adolescentes

² La epigenética es el conjunto de reacciones químicas y demás procesos que modifican la actividad del ADN pero sin alterar su secuencia.

³ El doctor Antonio Gordillo propuso a sus colegas la idea de crear este proyecto y atenderlo a través de un grupo multidisciplinario y transdisciplinario.

del estado de San Luis Potosí; 2) el diagnóstico nutricional y factores de riesgo cardiovascular temprano en adolescentes; 3) el perfil diferencial completo de marcadores genéticos y epigenéticos: miRNAs en adolescentes con sobrepeso y obesos, y 4) la identificación de biomarcadores con valor predictivo, diagnóstico y modificables por el tratamiento que puedan convertirse en blancos terapéuticos. Para alcanzar los objetivos mencionados y cumplir con los productos esperados, se reorganizaron los seis subproyectos planteados en la propuesta y las líneas de investigación basadas en la congruencia, interdisciplinariedad, viabilidad y costos del proyecto quedaron establecidas en cinco subproyectos. La metodología y alcances de los subproyectos fueron independientes, pero para cubrir la demanda de trabajo interdisciplinario y transdisciplinario descrita en la convocatoria se presentaron como un solo proyecto estructurado.

El proyecto se realizó conjuntamente con investigadores, funcionarios, docentes y estudiantes del Instituto Potosino de Investigación en Ciencia y Tecnología (IPICYT), del Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), de la Secretaría de Educación Pública y de la Secretaría de Salud del estado.

Ilustración 1. Integrantes del equipo de trabajo del proyecto



Fuente: CamBioTec, A.C.

1.4 Desarrollo del proyecto

En las diversas reuniones del grupo de trabajo se lograron consensos y acuerdos que delimitaron los objetivos, alcances y productos esperados de cada uno de los cinco subproyectos propuestos. De esta misma manera se definió la metodología que se utilizaría en cada subproyecto. Al respecto se puede decir que, aunque hubo algunas modificaciones, sobre todo en técnicas de medición que se demostró que no eran prácticas para el desarrollo del proyecto, no se hicieron cambios sustanciales en el método

Tabla 1. Subproyectos y actividades por etapa

Subproyectos	Actividades	
	Etapa 1	Etapa 2
Subproyecto 1. Diagnóstico situacional de sobrepeso y obesidad en estudiantes de secundaria en el estado de San Luis Potosí.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinación con autoridades de los sectores educativos y de salud en los municipios y comunidades asignadas para muestreo. 2. Trabajo de campo (colecta de información). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procesamiento y análisis de la información. 2. Difusión de los resultados. 3. Reporte técnico.
Subproyecto 2. Búsqueda de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Base de datos de adolescentes. 2. Muestras congeladas para determinar miRNAs y la variante del gen CTCRC3. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de parámetros clínicos y bioquímicos y moleculares de las muestras sanguíneas en la población adolescente estudiada. 2. Reporte técnico.
Subproyecto 3. Panorama epidemiológico y molecular en neonatos de bajo peso, factores de riesgo para el desarrollo de sobrepeso, obesidad y riesgo cardiovascular asociado.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colecta de muestra de sangre de neonatos en el Hospital Central Ignacio Morones Prieto y determinación de sus parámetros clínicos y bioquímicos. 2. Preparaciones celulares y séricas de dichas muestras para análisis moleculares posteriores. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuantificación de los niveles de grelina (ELISA) y de expresión de Sirtuina-1 (qRT-PCR) en los sueros neonatos con normopeso y bajo peso al nacimiento. 2. Reporte técnico. 3. Artículo.
Subproyecto 4. Perfil de miRNAs en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí con sobrepeso, obesidad y enfermedades crónico-degenerativas asociadas, análisis de sus genes blanco y determinación del efecto de la dieta sobre su expresión.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de expresión microRNAs en fluidos (sangre del cordón umbilical, saliva) en neonatos potosinos con normopeso y bajo peso al nacimiento y en muestras sanguíneas de adolescentes con diversa composición corporal. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de expresión de microRNAs en fluidos (sangre del cordón umbilical, saliva) en infantes potosinos de 6 a 12 meses de edad con normopeso y bajo peso al nacimiento. 2. Análisis bioinformático de los genes blanco de microRNAs diferencialmente expresados en infantes potosinos con normopeso y bajo peso al nacimiento. 3. Reporte técnico.
Subproyecto 5. Intervención vincular educativa del valor de apego y alimentación (VEVA).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtención del consentimiento informado de las madres participantes e integración de la población de estudio. 2. Intervención del programa VEVA, basado en la evaluación del apego y vínculo madre-hijo y en educación nutricional, dirigida a las madres de los recién nacidos internados en las unidades neonatales de San Luis Potosí. 3. Seguimiento prospectivo de la evolución de los neonatos hasta el primer año de vida con evaluaciones de composición corporal y estado nutricional. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis estadístico de los datos obtenidos en la etapa previa. 2. Reporte técnico. 3. Elaboración del manual de recomendaciones para intervención VEVA.

Durante un periodo de dos años y seis meses se llevó a cabo el proyecto,⁴ que se conformó en dos etapas: la primera consistió en la generación de bases de datos, encuestas y recolección de muestras obtenidas en el trabajo de campo; en la segunda se analizó la información, se realizaron y entregaron reportes técnicos, informes, análisis y manuales (véase la tabla 1). Para entender el desarrollo del proyecto, así como sus alcances y productos obtenidos, es recomendable describir cada uno de los cinco subproyectos que lo componen; de esta manera se podrá apreciar la metodología, actividades y particularidades que enriquecen la investigación, así como la manera en que cada uno de estos subproyectos atendió los objetivos específicos de la demanda propuesta a través del FOMIX-SLP.

1.4.1. Subproyecto 1. Diagnóstico situacional de sobrepeso y obesidad en estudiantes de secundaria en el estado de San Luis Potosí

Conformado por un grupo de siete investigadores⁵ y coordinado por la doctora María Teresa Guerrero Hernández, el subproyecto 1 se dedicó a establecer el diagnóstico de las condiciones de salud y nutrición, así como la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población adolescente del estado de San Luis Potosí.

De acuerdo con los planteamientos y sugerencias de los integrantes del equipo de trabajo, se determinó que el estudio sería analítico, prospectivo y transversal. A través del trabajo de campo realizado en diferentes zonas de las regiones Huasteca, Media, Altiplano y Centro se obtuvo un muestreo polietápico⁶ por conglomerados (*clusters*); la primera etapa se seleccionó por región geográfica del estado y la segunda por escuela y condición de marginación. La muestra se conformó por 2713 estudiantes de secundaria de los diferentes planteles de las escuelas públicas, sistema regular y privadas. Los conglomerados se constituyeron por 50 escuelas; en éstas se seleccionaron 55 estudiantes.

Previo estandarización de las técnicas, las mediciones antropométricas⁷ se realizaron de acuerdo con la normativa establecida por el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), y se utilizaron las categorías nutricionales: bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad aplicando

⁴ El proyecto solicitó una prórroga de seis meses, por lo que se llevó a cabo del 1° de junio de 2013 al 2 de diciembre de 2015.

⁵ Maestra Aldanely Padrón Salas, maestro Luis Meave Gutiérrez Mendoza, maestro Guillermo Ortiz (SSSLP), doctor Antonio Gordillo Moscoso, doctora Rocío Rocha (CAZM), maestra Martha Ranauro (CAZH); química farmacobióloga Olga Edith González Lugo (COARA).

⁶ Es una muestra —generalmente representativa— diseñada para obtener datos y generalizarlos a una cierta población, que para recabar datos requiere de distintas etapas o procedimientos.

⁷ Se refiere al estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de valorar los cambios físicos y las diferencias entre razas y subrazas sexuales.

el criterio de referencia de la International Obesity Task Force (IOTF).⁸ Para identificar variables que afectan de manera directa el sobrepeso y la obesidad se aplicó una encuesta a los adolescentes en la que se consideraron factores sociodemográficos, de riesgo, hábitos alimenticios, actividad física y percepción corporal. Adicionalmente, se aplicó una encuesta a las madres de los adolescentes en la cual se exploraron las condiciones socioeconómicas y de seguridad alimentaria.⁹

Debido al ajuste presupuestal realizado en los gastos, se tuvo que reestructurar la organización del trabajo de campo considerando principalmente a tres maestros de las sedes universitarias de las zonas geográficas seleccionadas, que gestionaron y coordinaron el transporte ante sus respectivas coordinaciones académicas y autoridades de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; asimismo gestionaron ante el personal docente el permiso para la participación de estudiantes de 7° y 8° semestres de la Licenciatura de Enfermería. Por otra parte, se utilizaron instalaciones de los servicios de salud de las comunidades visitadas. El personal de apoyo se capacitó y se organizó para realizar las encuestas y las mediciones de peso, talla, IMC e impedanciometría.¹⁰

Durante la segunda etapa del proyecto, el subproyecto 1 concluyó con el trabajo de campo (recolección de muestras y aplicación de encuestas). La información obtenida se capturó en bases de datos aplicando métodos y procedimientos que garantizaran la calidad en la recolección y análisis de la información. Al terminar el procesamiento de la información, ésta se analizó. Los principales resultados obtenidos son que 62 por ciento de los adolescentes habita en comunidades de alta y muy alta marginación social y 29.6 por ciento en localidades de marginación baja y muy baja. Sobre esa base, de los adolescentes que viven en localidades de marginación alta y muy alta, 59 por ciento se encuentra por debajo del peso normal, 58.9 por ciento tiene sobrepeso y 67.2 por ciento obesidad. En contraste, de los adolescentes que viven en comunidades de marginación baja y muy baja, 27.7 por ciento presenta insuficiencia ponderal, 31.2 por ciento sobrepeso y 26.2 por ciento obesidad.

De acuerdo con los resultados de la muestra total, el bajo peso está presente en 5.3 por ciento de los adolescentes; normopeso en 60 por ciento; sobrepeso en 23.6 por ciento, y obesidad en 11.3 por ciento. Además, se observó que tanto el bajo peso como la obesidad se encuentran con mayor frecuencia en la zona centro del estado de San Luis Potosí y es de menor prevalencia en la zona del Altiplano. Por grado de instrucción educativa, el estado nutricional de sobrepeso y obesidad

⁸ Puntos internacionales (IOTF) de corte para el IMC (índice de masa corporal) para sobrepeso y obesidad en niños, por sexo, de 2 a 18 años, correspondientes a un IMC de 25 y de 30 a los 18 años (Kaufer Horwitz y Toussaint, 2008).

⁹ Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

¹⁰ Es una prueba que mide con objetividad la respuesta del oído medio al estímulo sonoro, tanto desde una perspectiva fisiológica, como neurovegetativa y neurofisiológica.

Ilustración 2. Recolección de mediciones antropométricas



Fuente: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

decrecen conforme se avanza en la escolaridad, por lo que las tasas más altas se registran en el primer año de secundaria. Sin embargo, la deficiencia ponderal tiene un comportamiento a la inversa, es decir, ésta decrece mientras se avanza en los grados escolares.

Dichos resultados permiten al equipo de investigación inferir que existe un alto porcentaje de sobrepeso y obesidad en zonas marginadas del estado, causado por malos alimentos o nutrimentos. Se considera que hay una alta posibilidad de que este porcentaje pueda ser aún mayor debido a que por la lejanía entre las comunidades y las escuelas secundarias, muchos niños no asisten a las escuelas y por ello no fueron considerados para ser evaluados en este estudio. Parte fundamental de los resultados de este subproyecto fue la generación de una base de datos que documenta el diagnóstico nutricional de los adolescentes en el estado de San Luis Potosí, integrada con información obtenida de la recolección de muestras y entrevistas realizadas a la población objetivo.

Con base en los resultados de la investigación, los integrantes del equipo de trabajo participaron en diversos congresos y foros,¹¹ con los temas “Autopercepción sobre la imagen corporal en adolescentes frente a IMC medido en San Luis Potosí”, “Actividad física y factores de riesgo en adolescentes”, “Alimentación y factores de riesgo en adolescentes”. Asimismo, se apoyó la formación de recursos humanos a través de la asesoría de una tesis de pregrado cuyo tema es “Sobrepeso, obesidad,

¹¹ Octavo Foro Estatal Interinstitucional de Bioética e Investigación en Salud, junio 2014; Noveno Foro Estatal Interinstitucional de Bioética e Investigación en Salud, marzo 2015; 4th. Global Congress for Qualitative Health Research, marzo de 2015.

autopercepción corporal y rendimiento académico en estudiantes de enfermería de la UASLP”. También se realizó una estancia de investigación en la UASLP con el tema “Panorama epidemiológico de enfermedades crónico-degenerativa asociadas a sobrepeso y obesidad en adolescentes de San Luis Potosí”.

1.4.2. Subproyecto 2. Búsqueda de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes

A partir del trabajo de campo realizado para el cumplimiento de los objetivos del subproyecto 1, el coordinador del proyecto decidió correlacionarlo con el subproyecto 2, debido a que en una misma visita a las comunidades se podrían obtener las muestras y encuestas para los alcances de ambos subproyectos.

El subproyecto 2 comenzó a realizarse bajo la responsabilidad del maestro en ciencias Mauricio Pierdant Pérez¹² y el grupo estuvo integrado por cuatro investigadores¹³ expertos en el tema de sobrepeso y obesidad. El principal objetivo del subproyecto fue la búsqueda de factores de riesgo cardiovascular en población adolescente del estado de San Luis Potosí. Para atender este objetivo se definió, como metodología, la realización de un estudio transversal, utilizando una submuestra aleatoria de la población elegida en el subproyecto 1. De este grupo de personas se analizó la frecuencia de alteraciones dislipidémicas, presencia de genotipo de riesgo y otros factores relacionados con obesidad en adolescentes. Debido a que las variables de investigación tienen escalas dicotómicas (presencia/ausencia), se utilizó la metodología recomendada por la OMS, la encuesta 30 X7,¹⁴ cuya justificación del tamaño de la muestra es inusual, pero permitió su realización dentro del rango aceptable de costos. Siguiendo la recomendación de la OMS se estableció una muestra de 37 conglomerados, y en cada uno de ellos se evaluaron a siete personas, lo que dio una muestra de 254 adolescentes.

Con previa autorización por escrito de los padres o tutores de los 254 adolescentes, les fue realizada una extracción de ocho mililitros de sangre venosa por personal calificado. No se presentaron complicaciones. Esta obtención de muestras se clasifica en la categoría de investigación de riesgo mínimo, en la que se efectuaron mediciones de peso, talla, perímetros abdominales y de cadera. En

¹² Médico cardiólogo pediatra, Facultad de Medicina de la UASLP.

¹³ Doctor Antonio Gordillo Moscoso; doctora Mariana Salgado Bustamante; maestro Francisco Pérez, así como docentes y alumnos de las coordinaciones académicas de la UASLP.

¹⁴ La encuesta 30 x 7 es un protocolo práctico, estándar y de costos reducidos, que permite obtener estimaciones confiables y comparables para diferentes lugares y distintos periodos. Debido a que la implementación de un muestreo simple al azar es muy costosa y de compleja realización, se hizo un muestreo por conglomerados. La denominación “30 x 7” proviene del protocolo que implica seleccionar 30 conglomerados (ciudades, pueblos, fracciones o radios censales) y en cada uno de ellos evaluar el estado de vacunación de siete individuos de la cohorte de interés (SSP, 2015).

Ilustración 3. Obtención de muestras sanguíneas



Fuente: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

este marco ético-legal, la investigación fue aprobada por la Comisión Estatal de Ética de los Servicios de Salud en San Luis Potosí, con registro SLP/011-2014.

Una vez conseguidas las muestras se analizaron de acuerdo con variables demográficas, metabólicas y bioquímicas según las regiones geográficas de San Luis Potosí. Entre los principales resultados se encontró que existen riesgos cardiovasculares diferenciados por zona geográfica. Además de las diferencias observadas en la antropometría, existen zonas en donde los riesgos cardiovasculares están más presentes, como la región Huasteca Norte y Sur, en donde se encontraron niveles de colesterol de alta densidad (HDL colesterol) por debajo de los rangos considerados como seguros y en niveles considerados de riesgo cardiovascular independiente.¹⁵ El colesterol total, colesterol de baja densidad y triglicéridos se encontraron en rangos recomendados como aceptables y sin diferencias importantes entre las zonas geográficas, mientras que el diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 (dos por ciento), aunque escaso en este grupo etario, fue más frecuente en la región Centro.¹⁶ El promedio de tabaquismo se reportó en 25 por ciento de la población analizada; fue más frecuente en las regiones Centro y Media del estado. Otro factor de riesgo son las importantes variaciones en los niveles de insulina sérica en ayuno, que no se acompaña de elevaciones de glucosa sérica, lo que orienta a la probable presencia de síndrome metabólico; este último factor podrá sustentar sus conclusiones con mayor análisis en la base de datos.

¹⁵ Las cifras son preocupantes, pues es alto el riesgo de que los adolescentes sufran infartos si no son atendidos tempranamente.

¹⁶ Los adolescentes con sobrepeso y obesidad tienen 1.3 veces más riesgo de tener diabetes.

Ante estos resultados, se tiene la posibilidad de fundamentar una política de prevención del sobrepeso y la obesidad en adolescentes en el estado de San Luis Potosí. Las consecuencias de los factores de riesgo incrementan las posibilidades de que la población infantil potosina sufra enfermedades crónico-degenerativas y cardiovasculares a una edad adulta. La propuesta de prevención deberá atender el problema desde la gestación hasta que los niños ingresen a la escuela.

Como parte de la difusión de los resultados, apoyo a la investigación y formación de recursos humanos, el proyecto aportó la realización de una tesis de la Maestría en Ciencias en Investigación Clínica; participaron estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila y de la Facultad de Nutrición de la Universidad Veracruzana en el programa Verano de la Ciencia Nacional 2015 y Verano de la Ciencia Regional 2015, respectivamente, con temas como “Polimorfismos asociados a la obesidad” y “Caracterización de la dieta en individuos con la variante S72N del gen CRT3”; además, se está elaborando el artículo “Association of a CRT3 polymorphism with hypercholesterolemia and body surface area in a Mexican pediatric population”.

1.4.3. Subproyecto 3. Panorama epidemiológico y molecular en neonatos de bajo peso, factores de riesgo para el desarrollo de sobrepeso, obesidad y riesgo cardiovascular asociado

Considerando la premisa de que el sobrepeso y la obesidad son un problema de salud que debe analizarse desde etapas tempranas de la vida, el equipo de investigadores que desarrolló la propuesta del proyecto determinó incorporar, como parte de las líneas de investigación, un análisis epidemiológico en recién nacidos de bajo peso molecular con riesgo potencial de reprogramación y tendencia a desarrollar tempranamente sobrepeso y obesidad.

Por medio del reconocimiento profesional mutuo, obtenido del trabajo conjunto en el desarrollo de otros proyectos, y el interés de participar en el tema de programación fetal, los investigadores doctor Francisco Goldaracena Orozco (HC), doctora Mariana Salgado Bustamante, M.C. Victoria Lima Rogel¹⁷ y maestro Francisco Escalante Padrón¹⁸ conformaron el equipo de trabajo del subproyecto 3.

El desarrollo de este subproyecto se basó en dos estudios: el primero analizó a los recién nacidos hipotróficos¹⁹ y eutróficos,²⁰ con el objetivo de conocer

¹⁷ Corresponsable del subproyecto

¹⁸ Corresponsable del subproyecto

¹⁹ Cuando el peso resulta inferior del percentil 10 de la distribución de los pesos correspondientes a la edad gestacional.

²⁰ Cuando el peso corporal se sitúa entre el percentil 10 y 90 de la distribución de los pesos correspondientes a la edad gestacional.

si el peso al nacer tiene efectos sobre los diferentes parámetros antropométricos, bioquímicos y moleculares. El segundo estudio incluyó a recién nacidos del mismo peso, divididos en dos grupos de acuerdo con el peso materno durante la gestación. Los investigadores afirman que el estudio les permitió conocer no sólo los cambios asociados con el peso del individuo (estudio clásico), sino además los cambios en el recién nacido (RN) aparentemente sano que se asocian con el ambiente intrauterino en el cual se desarrolla el problema del sobrepeso y la obesidad, así como sus complicaciones desde el origen de la vida del individuo. Asimismo, señalan que la programación fetal se entiende como el origen de la salud y la enfermedad en el adulto; es una teoría que se ha fortalecido con la participación de mecanismos moleculares, entre ellos, los epigenéticos. De esta manera, el subproyecto analizó ambas partes: el efecto que existe cuando el individuo presenta cambios, y aquellos que son moleculares y que ocurren aun cuando el individuo no presenta modificaciones en el peso corporal.

Para el primer estudio se consideraron 36 muestras de recién nacidos hipotróficos y 24 muestras de recién nacidos eutróficos obtenidas del Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto. El análisis inició con una estandarización de todas las mediciones antropométricas; se consideraron las variables edad gestacional, género, pliegues cutáneos, variables bioquímicas (insulina, colesterol, triglicéridos), análisis de bioimpedancia (impedancia, resistencia, reactancia), composición corporal (índice nutricional, porcentaje de grasa, porcentaje de masa grasa, porcentaje de masa magra), y se identificó la expresión relativa del mRNA de SIRT-1 y la expresión de IL-1b en suero de RN. De estos análisis se concluyó que las variables antropométricas se encuentran por debajo de los valores normales cuando se comparan con neonatos eutróficos en iguales condiciones; que la composición corporal de los neonatos hipotróficos presenta menor masa grasa y magra con respecto de los neonatos eutróficos; que las variables bioquímicas insulina y colesterol no fueron significativas, pero los triglicéridos fueron elevados en el grupo de hipotróficos.²¹ Un resultado significativo fue el conseguido a través de la expresión de moléculas SIRT-1, los miR-146a y miR-132, las cuales se encontraron aumentadas en los recién nacidos de bajo peso con respecto de los de normopeso. Cabe mencionar que éste es el primer estudio relacionado con este tipo de moléculas en recién nacido en una población mexicana. Continuando con los objetivos del subproyecto, en la segunda parte de la investigación se estudiaron los recién nacidos de peso normal que se desarrollaron en ambientes intrauterinos diferentes, que fueron clasificados de acuerdo con el peso materno pregestacional. Se analizaron 41 muestras de sangre completa de neonatos nacidos en el Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto entre 2013 y 2014.

²¹ Estos pacientes se encuentran en seguimiento médico.

Ilustración 4. Mediciones antropométricas en recién nacidos

Fuente: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

De acuerdo con el protocolo, se incluyeron sólo aquellos cuyo peso al nacer hubiera sido de entre 2.6 a 4.0 kilogramos y una talla de 48-52 centímetros, perímetro craneal de 32-36 centímetros y perímetro torácico de 30-34 centímetros. Los grupos fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión de las madres, madres normopeso y madres con sobrepeso/obesidad pregestacional y gestacional. Los criterios de exclusión fueron la gestación múltiple, el parto prematuro y el nacimiento por cesárea. El protocolo tiene el número de registro del Comité de Ética 79-14, y únicamente los médicos especialistas neonatólogos fueron los responsables de la toma de muestra, que fue de un mililitro de sangre de los neonatos; se dividió en tres partes: para aislamiento de miRNAs,²² para la cuantificación de adiponectina por ELISA²³ y para la cuantificación de citocinas²⁴ mediante citometría de flujo.

²² Es un ARN monocatenario, de una longitud de entre 21 y 25 nucleótidos, que tiene la capacidad de regular la expresión de otros genes mediante diversos procesos, utilizando la ruta de ribointerferencia.

²³ Es una técnica de laboratorio que identifica pequeñas partículas — antígenos — y gérmenes que causan enfermedades.

²⁴ Las citocinas son un grupo de proteínas y glucoproteínas producidas por diversos tipos celulares que actúan fundamentalmente como reguladores de las respuestas inmunitaria e inflamatoria. Asimismo, intervienen como factores de crecimiento de distintas células, entre las cuales, y de forma destacada, se encuentran las células hematopoyéticas (Filella, Molina y Ballesta, 2002).

Para este análisis se consideraron los datos clínicos y antropométricos de las madres y de los recién nacidos, se identificó la adiponectina en suero de neonatos y las siguientes expresiones en suero RN: IL-6, IL-8 e IL-10, IL-1b, miR-155, miR-221, miR-181; asimismo se obtuvo la expresión disminuida de miR-221 en RN de madres obesas durante la gestación. De acuerdo con los resultados, éste es el primer estudio que intenta abordar el análisis de cambios moleculares relacionados con obesidad y respuesta metabólica incluso antes de que el individuo tenga cambios de peso y talla. Se demostró que el ambiente intrauterino puede modificar marcadores epigenéticos que potencialmente forman parte de los mecanismos de programación fetal y contribuyen con las respuestas metabólicas implicadas con la susceptibilidad para el desarrollo de obesidad durante la infancia. Se identificó un perfil de expresión diferencial de miR relacionado con la respuesta inflamatoria y metabólica. La expresión disminuida de los miR sugiere que estas moléculas participan en los mecanismos de respuesta durante la programación fetal, por lo que apoya la teoría del origen de las enfermedades durante la gestación. Por lo tanto, una de las estrategias de prevención de obesidad y sus complicaciones deberá ser la vigilancia de la nutrición y peso materno prenatal.

De acuerdo con los comentarios de los investigadores, la investigación marca un precedente para estudios posteriores; por el momento ha permitido difundir los resultados a través de dos artículos: “miRs altered in low weight mexican new born” y “Differential expression profiles of circulating microRNA’s in newborns associated to maternal pre-gestational overweight and obesity”, así como la generación de una tesis de Subespecialidad en Neonatología y una tesis de Maestría en Ciencias Biomédicas Básicas.

1.4.4. Subproyecto 4. Perfil de miRNAs en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí con sobrepeso, obesidad y enfermedades crónico-degenerativas asociadas, análisis de sus genes blanco y determinación del efecto de la dieta sobre su expresión

Una aportación más a este proyecto se consideró al analizar la ocurrencia de enfermedades crónico-degenerativas con los patrones de expresión de miRNAs. En la actualidad no existen trabajos que describan el perfil de la expresión de miRNAs en población infantil mexicana y su relación con la composición corporal, el sobrepeso y la obesidad. Se desconoce si los perfiles de expresión de los miRNAs se programan al nacimiento debido a la dieta durante la gestación y la lactancia; también se desconoce si el perfil de los miRNAs programado durante el nacimiento permanece hasta la adolescencia y determina la obesidad y las enfermedades cardiovasculares asociadas.

Ante estas realidades, el doctor Luis Salazar Olivo, interesado en aportar conocimiento y respuestas a los objetivos del subproyecto 4, propuso utilizar una metodología basada en el análisis de miRNAs relevantes al desarrollo de diabetes adulta expresada en neonatos con normopeso y bajo peso al nacimiento.

El procedimiento fue tramitar ante diversas autoridades sanitarias la donación de tarjetas de tamizaje neonatal. Se obtuvieron 450 tarjetas de tamizaje neonatal (tarjetas de Guthrie) del Laboratorio Estatal de Salud Pública, dependiente de los Servicios de Salud del Estado de San Luis Potosí, y 600 tarjetas de tamizaje neonatal de otras instituciones de la región a fin de emplearlas en el análisis de expresión de miRNAs en neonatos con distintas condiciones de peso corporal al nacimiento. Las tarjetas de tamizaje neonatal obtenidas se clasificaron en tres grupos: 1) peso bajo, 2) macrosomía²⁵ y 3) peso normal, de acuerdo con la tabla de percentiles para recién nacidos de la OMS; para el criterio de peso bajo se consideraron los nacidos con peso corporal $\leq 2,400$ g (percentil 3); para macrosomía se consideraron aquellos nacidos con un peso $\geq 4,300$ g (percentil 97). Las tarjetas de neonatos con valores de peso corporal entre los dos valores antes señalados se ubicaron en la categoría de peso normal. Se eligieron 30 muestras al azar para representar a cada categoría.

Obtenidas las tarjetas de tamizaje, se analizaron y se determinaron los perfiles de expresión de miRNAs relevantes para el desarrollo adulto de obesidad y diabetes mellitus en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí con normopeso, bajo peso y macrosomía al nacimiento; y se identificaron por bioinformática algunos de sus genes blanco, a fin de desarrollar nuevas estrategias de identificación de blancos de diagnóstico temprano para enfermedades crónico-degenerativas. Los resultados posibilitaron la estandarización de una metodología para recuperar miRNAs de muestras de sangre seca almacenadas en tarjetas de tamizaje y analizar la expresión de diversos miRNAs circulantes asociados a obesidad y diabetes mellitus adultas, en neonatos con normopeso, bajo peso y macrosomía al nacimiento. Este método permitirá el uso de tarjetas de tamizaje neonatal para el análisis de nuevos marcadores de diagnóstico de múltiples enfermedades y condiciones metabólicas en edades tempranas.

El desarrollo del método de análisis de miRNAs hizo posible la redacción de tres manuscritos: uno sobre la importancia de los miRNAs como marcadores de diagnóstico de síndrome metabólico, y otros dos de investigación original sobre la expresión diferencial de miRNAs en neonatos. Un manuscrito se publicó y los otros dos están siendo evaluados para su publicación en revistas científicas

²⁵ Término usado para describir el desarrollo o tamaño excesivo del cuerpo, como en el caso de un recién nacido con un peso por arriba del normal.

indizadas. Además, el equipo de trabajo participó en congresos²⁶ y se apoyó la formación de recursos humanos mediante la asesoría de dos tesis de Maestría en Biología Molecular.

1.4.5. Subproyecto 5. Intervención vincular educativa del valor de apego y alimentación (VEVA)

En México, entre ocho y diez por ciento de los niños nacen antes de cumplir las 37 semanas de gestación. La consecuencia a lo largo del tiempo es que los niños prematuros y de bajo peso al nacer presentan mayor tendencia a padecer enfermedades crónico-degenerativas por su ganancia de peso debido a la modificación en su metabolismo, hormonas y mayor vulnerabilidad a las influencias del medio ambiente.

Cuando los niños nacen prematuros son ingresados, por largo tiempo, a las unidades de cuidados especiales neonatales. Durante este tiempo, son separados de sus madres y reciben cuidados especializados, lo que impide la consolidación del apego y del vínculo madre-hijo. Diversos estudios han demostrado que las madres de hijos prematuros no continuarán con los cuidados nutricionales y protección adecuados, lo que contribuye a la profundización de la problemática. Adicional a esto se encuentra la disminución de la lactancia materna, que desfavorece la nutrición y salud de los niños.²⁷

Con base en lo anterior, el equipo de trabajo del proyecto consideró incluir en esta investigación la parte psicológica y emocional de la madre de los recién nacidos prematuros hospitalizados en San Luis Potosí. Por consiguiente, el quinto subproyecto que se integró, a cargo del doctor Jaime Reyes Hernández y la doctora Josefina Gallegos Martínez,²⁸ se planteó como metodología principal la aplicación del modelo educativo “Intervención vincular educativa del valor de apego y alimentación”, denominado VEVA, que describe el apego y vínculo madre-hijo, así como la orientación educativo-nutricional para el primer año de vida del recién nacido.

El programa VEVA fue desarrollado por la Facultad de Enfermería y la Licenciatura en Nutrición de la UASLP. Fue aplicado en el Hospital del Niño y la Mujer de San Luis Potosí con el objetivo de contar con el diagnóstico basal de las díadas madre-hijo de bajo peso al nacimiento y prematuros internados; comprobar si la intervención del programa VEVA ayuda en la mejoría nutricional

²⁶ xxx Congreso Nacional de Bioquímica, noviembre de 2014; American Society for Cell Biology/International Federation for Cell Biology Meeting, diciembre de 2014. En este último congreso fue aceptado el trabajo, pero no se presentó porque el FOMIX-SLP no autorizó el uso de fondos del proyecto para cubrir los gastos de traslado.

²⁷ Tomado del reporte final del subproyecto 5: Intervención vincular educativa del valor de apego y alimentación VEVA. Proyecto: Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en la población pediátrica de San Luis Potosí, FOMIX-SLP, México, 2015.

²⁸ Responsable del subproyecto 5.

de los prematuros; dar orientación nutricional a las madres de hijos prematuros para que sepan la importancia de la relactancia, así como el seguimiento de su alimentación, tanto de la madre como del hijo.

El equipo de trabajo estableció como metodología la selección de un grupo experimental y uno de control para realizar un estudio de intervención del programa VEVA. Cada grupo se situó en un hospital de la cabecera municipal de San Luis Potosí (Hospital del Niño y la Mujer y el Hospital General de la Soledad). Establecieron como variables de estudio los antecedentes heredo familiares maternos relacionados con enfermedades crónicas, el tipo de apego en la díada madre-hijo, el estado nutricional y composición corporal a los 0, 3, 6, 9 y 12 meses de vida, la percepción materna del peso corporal del hijo y la perspectiva materna de la alimentación del hijo.

Para realizar el trabajo de campo solicitaron al Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Enfermería de la UASLP las aprobaciones y permisos para aplicar los procedimientos en los hospitales seleccionados. Una vez obtenida la autorización comenzaron con la revisión de 30 díadas madre-hijo en el Hospital General de la Soledad y 50 díadas en el Hospital del Niño y la Mujer; en este último se realizó la intervención VEVA en el aspecto “apego materno” en 12 díadas, y en 11 díadas en el aspecto “alimentación del hijo”. Una revisión más amplia se obtuvo a través de 143 díadas entre madres e hijos prematuros internados en la unidad neonatal del Hospital del Niño y la Mujer, de las cuales sólo a 95 se le dio seguimiento debido al retorno de las madres a consulta, por lo que la intervención VEVA, y sus efectos posteriores, solamente fue posible en 34 díadas. Este trabajo de investigación se realizó a través de la elaboración de dos tesis de maestría y tres de especialidad.

Al aplicar a las madres el instrumento para valorar el conocimiento sobre la lactancia materna se obtuvo un puntaje promedio de 6 en el cuestionario aplicado antes de la intervención VEVA; en cuanto al aplicado después de la intervención VEVA, la calificación promedio fue de 9.3. Se deduce que la intervención educativa produce una mejoría en el conocimiento de la madre sobre la lactancia, mejora la alimentación del niño, y se espera que a lo largo plazo disminuya la probabilidad de que desarrolle sobrepeso y obesidad.

Adicionalmente, se realizaron entrevistas cualitativas a madres de niños prematuros internados en la unidad neonatal del Hospital del Niño y la Mujer y del Hospital General de la Soledad. Con base en los testimonios obtenidos de estas entrevistas se realizaron adecuaciones a la intervención educativa, al material y formato del manual VEVA.

Entre otros resultados, el equipo de trabajo percibió que existe una ausencia de información sobre la percepción y perspectivas que tiene la madre hacia su

hijo prematuro y la relactancia; que el rol de las madres de hijos prematuros no está bien establecido, no tienen conocimiento de cómo deben cuidar a sus hijos; son madres que se encuentran estresadas, lo cual permea en su forma de conducir su rol de madre. Sumado a lo anterior, se encontró la reducida participación de apoyo paterno para atender los cuidados del niño.

El desarrollo de este subproyecto favoreció el rediseño del manual de VEVA, lo cual dio como resultado la publicación de dos libros, uno dirigido a los proveedores de salud y el otro a los padres de un niño prematuro; ambos son una guía de los cuidados del lactante prematuro, el vínculo de apego, la lactancia materna y las bases de la alimentación adecuada.²⁹ Asimismo, se elaboró un artículo científico y se fortaleció la red de investigación iniciada por la investigadora responsable del subproyecto 5.

1.5. Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto

Concluidos los cinco subproyectos que integran las líneas de investigación desarrolladas para cumplir los objetivos del proyecto, y realizada la revisión conjunta de los resultados por parte del equipo de trabajo, se identificó, como una nueva línea de investigación, la necesidad de estudiar en profundidad las alteraciones de los valores de antropometría y lípidos encontrados en las diferentes regiones geográficas del estado, con especial atención en los bajos niveles de colesterol de alta densidad en la Huasteca Norte y Sur, así como el alto nivel de consumo de tabaco en adolescentes. Estos resultados proponen la necesidad de una intervención estatal basada en políticas, programas y campañas de concientización del alto riesgo cardiovascular que representan en la población infantil, y las medidas pertinentes para corregirlas, como el fomento del ejercicio, la alimentación saludable y la disminución de tabaquismo.

Debe reconocerse que este proyecto es un precedente del análisis de cambios moleculares relacionados con obesidad y respuesta metabólica, incluso antes de que el individuo tenga cambios de peso y talla. Los resultados orientan a que las moléculas participan en los mecanismos de respuesta durante la programación fetal. Lo anterior apoya la teoría del origen de las enfermedades durante la gestación. Por lo tanto, se deduce que una estrategia de prevención del sobrepeso y la obesidad infantil deberá ser la vigilancia de la nutrición y peso materno prenatal. Otro punto

²⁹ "El vínculo de apego y la lactancia en el niño prematuro. Proveedores de salud", ISBN 978-607-9453-24-4. "Amor y alimentación del bebé prematuro. Apoyo y orientación para los padres", ISBN 978-607-9453-22-00

importante que debe explorarse en futuras investigaciones es la alimentación de los neonatos en sus primeros seis meses de vida, considerando la lactancia materna como factor principal para el desarrollo saludable del individuo; probablemente una intervención temprana podría hacer la diferencia para evitar la obesidad infantil.

Una aportación notable de este estudio es el compartir con instituciones públicas de salud nacionales y estatales tanto la metodología utilizada para la recuperación de miRNAs a partir de las tarjetas de tamizaje neonatal como los patrones de expresión de miRNAs relevantes para el desarrollo de diabetes adulta en neonatos con diferentes condiciones de peso al nacimiento. Esto representa una alternativa para el reconocimiento de nuevos elementos de diagnóstico temprano para la detección de enfermedades crónico-degenerativas como obesidad y diabetes mellitus. Asimismo, se distribuirán a los usuarios ejemplares de los artículos publicados y copias de las tesis de grado aprobadas con los resultados del proyecto.

Este mismo mecanismo de transferencia de conocimiento se llevará a cabo una vez que se encuentren impresos los libros *El vínculo de apego y la lactancia en el niño prematuro*, *Proveedores de salud y Amor y alimentación del bebé prematuro*, *Apoyo y orientación para los padres*, elaborados a partir de las adecuaciones al manual VEVA. Dichas publicaciones serán los instrumentos para educar a proveedores de salud y a las madres en los temas de apego, alimentación y lactancia materna. El proyecto comprobó que la intervención educativa en madres lactantes basada en el manual VEVA producirá un mejor entendimiento de la diada madre-hijo, así como mejores condiciones de alimentación y prevención de obesidad infantil.

A futuro, la investigación propone apoyar y mejorar las condiciones de salud en la región de la Huasteca potosina, por lo que deben desarrollarse líneas de investigación y tratamiento para adolescentes con enfermedades crónico-degenerativas asociadas al sobrepeso y la obesidad, principalmente los problemas cardiovasculares. Asimismo, dado que algunos de los resultados del proyecto son de naturaleza experimental, demandan la realización de estudios adicionales que permitan su implantación en los sistemas de salud públicos y privados.

1.6. Evaluación del impacto del proyecto

Debido a la relevancia de los resultados de este proyecto y la atención oportuna que requiere la población infantil del estado, se infiere que una vez que los representantes de la Secretaría de Salud y de la Secretaría de Educación del Estado de San Luis Potosí conozcan los hallazgos y conclusiones de este estudio, el principal efecto esperado será la creación de nuevas políticas estatales basadas en el

desarrollo y fortalecimiento de actividades, estrategias, programas, difusión e investigaciones para la prevención de enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en la población pediátrica del estado.

Científicamente, el proyecto fortaleció la investigación colaborativa y la generación de conocimiento a través de un equipo multidisciplinario que se relacionó interdisciplinaria y transdisciplinariamente para conocer la realidad del problema y analizarlo desde diferentes perspectivas, así como favorecer la toma de decisiones basadas en la mejor evidencia. Por ello, adicionalmente, la presente investigación impactará en el desarrollo de nuevas líneas de investigación a través de trabajo colaborativo multidisciplinario.

La traducción del conocimiento generado se registró en la integración de bases de datos con información relevante para posteriores estudios, en la realización de reportes técnicos y científicos difundidos en diferentes medios de divulgación (libros, memorias, carteles, artículos para revistas científicas indizadas, manuales y otros) y en la presentación de resultados en congresos, seminarios y estancias de investigación. Aportó conocimiento para la formación de recursos humanos mediante la realización de dos tesis de licenciatura, cuatro de maestría, dos para programas doctorales, una tesis de pregrado y una de subespecialidad.

A través del desarrollo de los subproyectos se adquirió equipo que reforzará y ampliará las capacidades técnicas para análisis y diagnósticos clínicos y de laboratorio.³⁰ Asimismo, la investigación científica contribuyó con mejoras en las técnicas de amplificación de DNA, retrotranscripción e identificación de polimorfismo del gen CRT3 y mejoras en las técnicas de amplificación de DNA, retrotranscripción e identificación de miRNAs, que posiblemente influirán para la realización de investigaciones futuras.

Socialmente, este proyecto intenta impactar en la disminución de problemas psicológicos y sociales provocados por la discriminación y *bullying* en adolescentes que padecen de sobrepeso y obesidad. Además, busca evitar los efectos perniciosos de los factores de riesgo en el ámbito emocional, familiar y académico de los estudiantes al generar cambios que iniciarían desde el nacimiento en las diferentes esferas de relación del individuo. Aunado a esto, se tendrán efectos en los estilos de vida, alimentación y actividad física de la población, así como intervenciones educativas y psicosociales.

Una vez diseñados los programas preventivos, se espera reducir el impacto económico de la obesidad y el sobrepeso en la salud de la población pediátrica en el estado de San Luis Potosí con el objetivo de disminuir los gastos directos e

³⁰ Adquisición de equipo bioimpedancia y concordancia de las mediciones, así como con la adquisición de termociclador para PCR en tiempo real.

indirectos derivados de la curación de enfermedades y complicaciones. Además, se busca que las intervenciones sean costo-efectivas y eficaces, dadas las condiciones económicas del estado, utilizando el cambio de conducta y actitudes desde el nacimiento, con la alimentación con seno materno, hasta modificaciones en el estilo de vida de los adolescentes.

1.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución del proyecto

Uno de los principales factores que afectó la realización del proyecto fue el ajuste realizado sobre el presupuesto original solicitado al FOMIX-SLP. De acuerdo con lo convenido en la propuesta realizada por el equipo de trabajo para atender la demanda específica “Sobrepeso y obesidad como factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y crónico-degenerativas en población pediátrica del estado de San Luis Potosí”, el presupuesto original se redujo cerca de un 40 por ciento, lo cual afectó principalmente las partidas presupuestales para el gasto en viáticos, gasto de trabajo de campo y en materiales de consumo de uso directo para las etapas del proyecto. Lo anterior limitó el desarrollo del proyecto afectando la realización de un número mayor de encuestas, obtención y análisis de muestras sanguíneas y el uso limitado de materiales.

En específico, el ajuste presupuestal eliminó 70 por ciento de lo destinado al trabajo de campo, lo que provocó reajustar el equipo de trabajo para garantizar la calidad de la información. Ante esta situación, el coordinador del proyecto, en conjunto con el equipo de investigadores, decidieron continuar con el estudio por el compromiso y relevancia social de éste, por lo que a través de diversas reuniones y discusiones grupales acordaron recurrir a la búsqueda y apoyo de otras instituciones para subsanar las limitantes que el recorte presupuestal ocasionaría al desarrollo del proyecto. Se realizó un ajuste presupuestal en la asignación de recursos para diversos rubros del proyecto; se establecieron convenios de colaboración con directivos y personal docente de las facultades y centros educativos³¹ de la UASLP con el objetivo de recibir apoyo para efectuar las visitas a las escuelas secundarias ubicadas en la capital e interior del estado; para el traslado de personal, equipo y materiales para la obtención de las muestras sanguíneas y medidas antropométricas de los adolescentes, y para el apoyo con personal para la aplicación de encuestas, toma de muestras y para la separación y almacenamiento del material obtenido de las visitas a las escuelas secundarias. Por otro lado, la Secretaría de Salud, a través

³¹ Considerando centros educativos del interior del estado de San Luis Potosí.

de sus centros comunitarios de salud, apoyó con personal (estudiantes de los últimos semestres de enfermería) para realizar el trabajo de campo, principalmente en Ciudad Valles. Asimismo, se utilizaron recursos económicos de otro proyecto para ofrecer una aportación económica “simbólica” al personal de apoyo.

De acuerdo con la programación inicial, el proyecto tenía previsto capacitar un único equipo de trabajo de la UASLP para la toma de muestras en cada una de las ciudades seleccionadas del estado; sin embargo, con el ajuste presupuestal se recurrió al apoyo de diversos centros educativos ubicados en el interior del estado para realizarlas, por lo que el equipo de trabajo del proyecto decidió que la capacitación del personal de apoyo para la aplicación de encuestas, entrevistas a madres, medición, pesado y talla de adolescentes se llevaría a cabo en cada una de las cuatro ciudades (Matehuala, Rioverde, Valles y Tamazunchale).

En consecuencia, los investigadores que participaron en el proyecto señalan que al conformarse un equipo multidisciplinario para atender un objetivo común, y de esta manera ampliar la perspectiva del trabajo y análisis de un problema o demanda, se requiere que sean evaluadas bajo las mismas condiciones las aportaciones y propuestas científicas y técnicas que se sugieren o propongan, además de sensibilizarse con las necesidades presupuestales del mismo para obtener los resultados con la calidad y tiempo esperados.

Otro factor crítico para el desarrollo del proyecto fue el retraso en las fechas de entrega de las dos ministraciones,³² que afectó el inicio de trabajo de campo y la continuidad de las actividades programadas para la segunda etapa del proyecto. A este factor crítico se sumó el retraso burocrático por parte de la UASLP para la asignación de recursos a los subproyectos. Debido a que era indispensable disponer de recursos económicos para iniciar con la obtención de muestras y aplicación de encuestas, el equipo de trabajo recalendarizó las actividades programadas para cada uno de los cinco subproyectos en las dos etapas. A pesar del retraso que esto provocó para dar inicio al proyecto, así como el no disponer de un ultracongelador para las muestras, el responsable técnico del proyecto y el equipo de colaboradores decidieron dar comienzo al trabajo de campo para evitar mayores retrasos en el proyecto general. Al finalizar la primera etapa, el proyecto disponía para su realización de los equipos necesarios, los reactivos y el personal de apoyo.

Una vez concluida la primera etapa, el equipo de trabajo emitió el informe técnico,³³ el cual fue evaluado favorablemente. Sin embargo, la segunda minis-

³² Según los términos de referencia de la convocatoria 2012-C01, la ministración de recursos se hará de acuerdo con las etapas en que se haya estructurado el proyecto, indicadas en el convenio específico.

³³ De acuerdo con los términos de referencia de la convocatoria 2012-C01, las ministraciones subsecuentes se harán con base en las etapas señaladas en el convenio de asignación de recursos formalizado, previa evaluación de los avances obtenidos y del cumplimiento de lo establecido en dicho convenio. Asimismo, el inicio de la segunda etapa y subsecuentes contará a partir de la fecha en que se efectúen las ministraciones correspondientes.

tración se retrasó cerca de cuatro meses,³⁴ lo que provocó la solicitud de una prórroga de seis meses para concluir con el proyecto, que fue aceptada por el Comité Técnico y de Administración del Fondo Mixto.

Otros factores críticos del proyecto fueron la demora en la obtención de permisos por parte de la Secretaría de Educación del Estado de San Luis Potosí para acceder a los planteles seleccionados, el censo no actualizado de las escuelas secundarias del estado, así como el cierre o suspensión de labores motivado por el rechazo a la reforma educativa. Esto afectó el cronograma previsto para la realización del trabajo de campo. No obstante, el equipo de trabajo del proyecto acudió a diversas reuniones institucionales con directivos de la Secretaría de Educación, del Sistema Educativo Estatal Regular, sindicatos de profesores y estructura jerárquica educativa, y logró obtener los permisos para realizar las visitas a los diversos planteles educativos estatales y conseguir la representativa deseada de la muestra seleccionada.

Una situación crítica que el proyecto tuvo que enfrentar fue el cambio de gobierno del estado de San Luis Potosí, que ha ocasionado el nombramiento de nuevos titulares de la Secretaría de Educación y de la Secretaría de Salud estatales, cuyas consecuencias fueron el desconocimiento del proyecto y la dificultad de presentar los resultados finales a estas dependencias. Sin embargo, el responsable técnico del proyecto remitió a dichas autoridades un duplicado del informe final. En la actualidad, el equipo de trabajo del proyecto está a la espera de recibir fecha para la presentación de los resultados ante las autoridades, confiando en que influirá en la solución del sobrepeso y obesidad infantil en el estado.

A pesar de esta limitante, los resultados del proyecto se comenzaron a difundir en reuniones y seminarios efectuados en diferentes dependencias de la Secretaría de Educación y la Secretaría de Salud del estado. Durante estas sesiones se han compartido los avances, problemas y soluciones de la realización del estudio, en específico la información que puede ser utilizada para obtener mejoras en alimentación infantil, cuidados prematuros, atención de la díada madre-hijo durante la lactancia y atención nutricional, en programas de ejercicio y vigilancia de valores lipídicos en edades tempranas de la vida que prevengan enfermedades crónico-degenerativas como diabetes mellitus, hipertensión y aterosclerosis. Cabe destacar que las sesiones clínicas y de actualización celebradas en el departamento de Neonatología del Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto se han enriquecido a partir de los resultados de este proyecto; actualmente existe la indicación de educar y proteger a la madre en el periodo prenatal, principalmente en cuanto a su alimentación.

³⁴ Debido a la demora en la evaluación de la primera etapa del proyecto por parte de la Comisión de Evaluación del Fondo Mixto.

Finalmente, cabe destacar que a pesar de los diferentes factores críticos que se presentaron para la ejecución del proyecto, la colaboración multidisciplinaria e interinstitucional y la pertinente coordinación del equipo de trabajo permitieron cumplir con los objetivos del proyecto.

A través de un equipo de trabajo conformado por investigadores especializados representantes de diferentes instituciones se gestó la propuesta, la cual ameritó diversas reuniones, con acuerdos y desacuerdos, de diez subproyectos iniciales; al final se propusieron cinco en función de la congruencia, interdisciplinariedad, viabilidad y costos. Aunque los cinco subproyectos tenían objetivos independientes, tres de ellos (subproyectos 1, 2 y 3) compartieron información, muestras, equipo tecnológico y produjeron reportes en común acuerdo. Para lograr la interdisciplinariedad entre los subproyectos, el responsable técnico fungió como vinculador entre los resultados de éstos, participando como integrante de los equipos de trabajo y correlacionando las actividades e identificando la interdependencia entre las actividades y hallazgos de los subproyectos. Sumado a esto, la comunicación y la participación activa de los integrantes del equipo de trabajo definieron la metodología y diseñaron las estrategias para atender los factores críticos que se presentaron. A pesar de que el equipo de trabajo no se pudo integrar por completo debido a las diversas líneas de investigación, investigadores e instituciones involucradas, la experiencia se resume en lecciones de aprendizaje no sólo científicas y tecnológicas, sino también organizacionales y de trabajo en equipo.

Sin duda, la postura reactiva de la Secretaría de Salud y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí ante el ajuste presupuestal del proyecto posibilitó el logro de los objetivos. La colaboración interinstitucional se basó en la estrecha comunicación y cooperación entre los representantes de dichas instituciones con el grupo de trabajo, acordando que las aportaciones se dirigirían principalmente a subsanar el déficit presupuestal para el trabajo de campo con el apoyo de personal de enfermería y alumnos de carrera, así como la disponibilidad de transporte y el uso de instalaciones en las diferentes ciudades visitadas. Por otro lado, el responsable técnico y los integrantes del equipo de trabajo del proyecto se encargaron de gestionar la calendarización de las actividades, la realización de entrevistas previas con autoridades y la elaboración de la logística para el momento del trabajo de campo. Asimismo, mantuvieron comunicación directa con la Secretaría de Educación General del Estado, principalmente con los sindicatos, personal docente y directivos para realizar las encuestas y toma de muestras, así como con las cooperativas escolares para analizar el tipo de alimentos que ahí se expenden. Es pertinente mencionar que también se presentaron desavenencias con el sector educativo que impidieron, en algunas escuelas, aplicar las encuestas;

sin embargo, debido a que las faltas son mínimas, los resultados del estudio no pierden validez.

Entre otros factores clave que apoyaron y sustentaron los resultados de los subproyectos están las investigaciones científicas realizadas por estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, a través de la elaboración de tesis, que fueron sustentadas con trabajo de campo y análisis. En suma, debe destacarse que el proyecto logró sus objetivos debido al compromiso social y la actitud propositiva de los investigadores por atender la demanda específica en beneficio de salud pública infantil en el estado.

La documentación del proyecto fue posible gracias a los informes y material fotográfico facilitado por los actores principales y por las entrevistas realizadas a integrantes del equipo de investigación involucrados en el desarrollo del proyecto.

1.8. Grupo de trabajo

Tabla 2. Equipo de trabajo

Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en la población pediátrica de San Luis Potosí	
Doctor Antonio Gordillo Moscoso	Responsable técnico del proyecto
Subproyecto 1. Diagnóstico situacional de sobrepeso y obesidad en estudiantes de secundaria en el estado de San Luis Potosí	
Doctora Teresa Guerrero	Responsable
Maestra Aldanely Padrón Salas	Integrantes del equipo de trabajo
Maestro Luis Meave Gutiérrez Mendoza	
Maestro Guillermo Ortiz	
Doctor Antonio Gordillo Moscoso	
Doctora Rocío Rocha	
Maestro Martha Ranauro	
Maestra Olga Edith González Lugo	
Subproyecto 2. Búsqueda de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes	
Maestro Mauricio Pierdant Pérez	Responsable
Doctor Antonio Gordillo Moscoso	Integrantes del equipo de trabajo
Doctora Mariana Salgado Bustamante	
Maestro Francisco Pérez	
Subproyecto 3. Panorama epidemiológico y molecular en neonatos de bajo peso, factores de riesgo para el desarrollo de sobrepeso, obesidad y riesgo cardiovascular asociado	
Maestra Victoria Lima Rogel	Responsable

Tabla 2. Equipo de trabajo

Maestro Francisco Escalante Padrón Doctor Francisco Goldaracena Orozco Doctora Mariana Salgado Bustamante	Integrantes del equipo de trabajo
Subproyecto 4. Perfil de miRNAs en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí con sobrepeso, obesidad y enfermedades crónico-degenerativas asociadas, análisis de sus genes blanco y determinación del efecto de la dieta sobre su expresión	
Doctor Luis Salazar Olivo	Responsable
Subproyecto 5. Intervención vincular educativa del valor de apego y alimentación (VEVA)	
Doctora Josefina Gallegos Martínez	Responsable
Doctor Jaime Reyes Hernández	Integrante del equipo de trabajo

Fuente: CamBioTec, A.C.

1.9. Referencias

- Barker, D. J., y Osmond, C. (1986). Infant mortality, childhood nutrition and ischaemic heart disease in England and Wales. *The Lancet*, 1(8489), 1077-1081. doi: 10.1016/S0140-6736(86)91340-1.
- Córdova, J. *et al.* (octubre-diciembre de 2010). Sobrepeso y obesidad. Situación actual y perspectivas. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 8(4), 202-207. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2010/am104c.pdf>.
- ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición) (2012). Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Recuperado de <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>.
- ENSANUT SLP (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición San Luis Potosí) (2012). Resultados por entidad federativa. San Luis Potosí. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Recuperado de <http://ensanut.insp.mx/informes/SanLuisPotosi-OCT.pdf>.
- Filella, X.; Molina, R., y Ballesta, A. (2002). Estructura y función de las citocinas. *Elsevier*, 39(2). Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-estructura-funcion-las-citocinas-13026682>.
- FOMIX-SLP (2013). *Convenio de asignación de recursos del proyecto Panorama Epidemiológico, nuevos blancos, y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas al sobrepeso y obesidad en la población pediátrica de San Luis Potosí*. San Luis Potosí, México.
- Gallegos, J. (2015). *Reporte final del Subproyecto 5: Intervención vincular educativa del valor de apego y alimentación (VEVA)*. San Luis Potosí, México.
- Gordillo, A. (2015). *Informe técnico final del proyecto Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí*. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- Guerrero, M.; Pierdant, M., y Gordillo, A. (2015). *Reporte final del Subproyecto 1: Diagnóstico situacional de sobrepeso y obesidad en estudiantes de secundaria en el estado de San Luis Potosí y Subproyecto 2: Búsqueda de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes*. San Luis Potosí, México.
- Kaufman Horwitz, M., y Toussaint, G. (2008). Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 65, 502-518. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhim/hi-2008/hi086i.pdf>.
- Lima, V.; Salgado, M., y Escalante, F. (2015). *Reporte final del Subproyecto 3: Panorama epidemiológico y molecular en neonatos de bajo peso, factores de riesgo para el desarrollo de sobrepeso, obesidad y riesgo cardiovascular asociado*. San Luis Potosí, México.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2015). Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva N° 311. Centro de prensa en línea de la Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.
- Salazar, L. (2015). *Reporte final de Subproyecto 4: Perfil de miRNAs en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí con sobrepeso, obesidad y enfermedades crónico-degenerativas asociadas, análisis de sus genes blanco y determinación del efecto de la dieta sobre su expresión*. San Luis Potosí, México.
- Secretaría de Salud Pública (2015). III Metodología. Descripción general de la "Encuesta 30 x 7". Sala de Situación. Rosario, Argentina: Secretaría de Salud Pública, Municipalidad de Rosario. Recuperado de https://www.rosario.gov.ar/mr/epidemiologia/promocion-y-prevencion-de-la-salud/monitoreo-estrategico/encuesta-30x7/copy_of_metodologia.
- UASLP (Universidad Autónoma de San Luis Potosí) (2012). *Propuesta del proyecto Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en poblaciones pediátricas de San Luis Potosí*. San Luis Potosí, México: UASLP.
- VOZCERO(2015). México, 1er lugar mundial en obesidad infantil, actuemos ¡Ya! VOZCERO. Recuperado de <https://www.vozcero.com/mexico-1er-lugar-mundial-en-obesidad-infantil-actuemos-ya/>.

2. Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí

Norma Solís Mérida
José Luis Solleiro Rebolledo

2.1. Introducción

El presente capítulo trata el estudio de caso “Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de la nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí”, uno de los seis proyectos que hace poco tiempo fueron apoyados por el Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FOMIX) de dicha entidad.

Al documentar esta experiencia de investigación, que respondió a la demanda específica “Estrategias de intervención para disminuir la desnutrición en la población infantil de San Luis Potosí, a través de los complementos otorgados en los programas de apoyo alimentario”, ha sido de suma importancia no sólo el material bibliográfico que da cuenta de los avances y resultados a los que llegó el equipo de trabajo conformado por el Instituto Nacional de Salud Pública y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, sino también un conjunto de entrevistas en profundidad con los principales actores del proyecto.

¿Cómo se logró la colaboración entre dos instituciones geográficamente distantes y, en consecuencia, la estructuración de una propuesta que contemplara los objetivos de ambas y respondiera a la demanda específica de la convocatoria? ¿Cuáles fueron los principales retos que se enfrentaron desde la conformación del proyecto, pasando por su ejecución, hasta su conclusión? ¿Qué factores y actores resultaron clave en la consecución de las metas planteadas? ¿A qué resultados se llegó y cuáles fueron los hallazgos relevantes en el camino? ¿Qué posibilidad se avizora en cuanto a la puesta en práctica de las recomendaciones surgidas a partir de dichos resultados? Estas son algunas de las preguntas que guiaron la realización de este estudio de caso.

2.2. Panorama estatal de la demanda específica

En México, la existencia de programas de apoyo alimentario como parte de una política social y estrategia gubernamental para combatir problemas relacionados

con la nutrición se remonta a la década de 1920. Entonces la población infantil fue uno de los primeros grupos beneficiarios al instituirse el programa de desayunos para niños en edad escolar. De iniciar como acciones asistenciales, generalizadas y consistentes en la mera distribución de productos para contrarrestar la desnutrición por carencia o falta de acceso a los alimentos, estos programas han transitado hacia mecanismos integrados de coordinación intersectorial, selectivos de grupos vulnerables y con intervenciones educativas, que en el siglo XXI enfrentan nuevos retos de salud: el sobrepeso y la obesidad (Barquera, Rivera Dommarco y Gasca García, 2001; CONEVAL, 2010).

Es evidente que la puesta en marcha de tales proyectos, su permanencia, cambios o desaparición han sido determinados por factores económicos, políticos y sociales, no sólo nacionales, sino aun regionales y estatales. Pero dicha evolución se ha visto también cada vez más influida por el contexto internacional, en tanto que, desde 1996 (a raíz de la Cumbre Mundial de la Alimentación celebrada en Roma, Italia), eliminar el hambre y la malnutrición, así como garantizar la seguridad alimentaria, han conformado un propósito en las agendas políticas mundiales, al que se suscribió el gobierno mexicano, junto con la asunción de otros compromisos en ese nivel en materia de derechos humanos, infancia y alimentación (FAO, s.f.; FAO, 1996).¹

De hecho, fue el 8 de agosto de 1997 cuando el gobierno federal inició “un ambicioso programa de inversión en desarrollo humano en el que participaron las secretarías de Hacienda, Educación, Salud y Desarrollo Social” (CONEVAL, 2010, p. 39) denominado al inicio Programa de Educación, Salud y Alimentación (PROGRESA); después, a partir de 2002, Programa de Desarrollo Humano Oportunidades (PDHO), y desde septiembre de 2014, Prospera Programa de Inclusión Social (*El Universal*, 2014; Gobierno de la República, 2014).

PROGRESA se convirtió en un hito, entre otras razones, por ser el primero en México que incluyó, desde su diseño, un proyecto de evaluación de impacto, basado en encuestas semestrales aplicadas tanto a la población beneficiaria como a un grupo control (Parker y Scott, 2001).

Una de las principales innovaciones del PDHO es la inclusión de un componente de evaluación externa [...] Desde su inicio, el programa estableció convenios y

¹ En cuanto a los documentos y declaraciones derivados de reuniones internacionales que México ha suscrito desde la década de 1990, los cuales han influido en el diseño de políticas y establecimiento de metas relacionadas con acciones en materia de nutrición e infancia, también se encuentran la Convención sobre los Derechos del Niño (1991), la Convención Interamericana sobre Obligaciones Alimentarias (1994) y la Cumbre del Milenio (2000). De esta última destacan dos puntos: a) el primer objetivo planteado es la erradicación del hambre y la pobreza; b) se fijó que las metas de desarrollo social deberían alcanzarse para el año 2015, tomando como referencia el año 1990 (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2006; SCJN, 2012).

proyectos de evaluación con instituciones académicas de alto prestigio. Como resultado de estas evaluaciones, el programa se ha rediseñado (CONEVAL, 2010, p. 40).

En ese escenario, en el que el bienestar nutricional de una población constituye un resultado, pero también un indicador de desarrollo nacional y de avance con respecto a metas establecidas internacionalmente, el éxito sostenido de este tipo de programas adquiere relevancia y, en consecuencia, se torna indispensable su análisis a fin de conocer su eficacia y mejorar sus resultados.

En noviembre de 2012, el componente de evaluación cobró especial interés en la República Mexicana porque, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012, si bien la desnutrición en general había mantenido una disminución sostenida durante casi un cuarto de siglo,² la prevalencia de baja talla para la edad o la desnutrición crónica en niños menores de cinco años continuaba siendo un problema grave, ya que la padecían 1.5 millones de niños de ese grupo de edad, es decir, 14 de cada 100 preescolares.

Sobre tal situación, uno de los datos que se destaca en la encuesta es la desaceleración del descenso de este tipo de desnutrición en el país entre 2006 y 2012. Al respecto, se advierte:

Existe evidencia sobre la efectividad de estrategias y programas, incluyendo el Programa Oportunidades, en la disminución de la desnutrición crónica, sin embargo, el descenso entre 2006 y 2012 fue inferior al observado entre 1999 y 2006, lo que indica que la política dirigida a la prevención de la desnutrición y sus devastadores efectos debe reforzarse con nuevas estrategias (INSP, 20, p. 152).

La conclusión en torno a valorar la pertinencia, qué y cómo se estaba trabajando sobre la problemática en cuestión, permeó en entidades como San Luis Potosí, donde iniciaron en la década de los noventa y han coexistido distintos programas con componentes de salud y nutrición que contemplan o se enfocan en la población infantil, e incluso han sido diseñados expresamente para contrarrestar los problemas de desnutrición que afectan a este sector (véase la tabla 1).

² En cuanto a la calidad de la información para la medición de las condiciones de salud y nutrición de la población mexicana, las encuestas de nutrición han sido importantes desde la segunda mitad de los años ochenta porque "tienen un diseño probabilístico y, por tanto, representatividad nacional y regional. Asimismo, los estudios describen las características metodológicas de las encuestas, los indicadores usados para la evaluación de la nutrición y los resultados de las primeras" (CONEVAL, 2010, p. 13). Los referentes al respecto son las encuestas nacionales de nutrición de 1988 y 1999, y, por supuesto, la ENSANUT 2006, hecho clave "porque por primera vez se combinaron las encuestas de salud y nutrición y presentó resultados por entidades federativas, lo cual ha sido relevante para el diseño de estrategias de prevención y promoción de salud" (Shamah, Rivera, Mundo, Cuevas, Morales, Jiménez, González, Escobar y González, 2013, p. 167).

Tabla 1. Principales programas de nutrición con cobertura de población infantil en San Luis Potosí que surgieron a partir de la década de 1990

Principales programas de nutrición con cobertura de población infantil en San Luis Potosí que surgieron a partir de la década de 1990		
Año de inicio	Programa	Cobertura reportada por la ENSANUT 2012
1994	Programa de Desayunos Escolares del Sistema Estatal de Desarrollo Integral de la Familia (DIF) que atiende a niños de preescolar, primero y segundo grados de primaria, en situación de riesgo y desamparo.	7.6%
1997-1998	Programa de Educación, Salud y Alimentación (Progresa-Oportunidades-Prospera) que inicialmente cubrió a la población rural; hacia 2001 incluyó a la urbana y para 2004 ya operaba en todos los municipios.	38%
2003	Programa de Apoyo Alimentario, que surgió con el objetivo de brindar apoyo para mejorar la alimentación de hogares en condiciones de pobreza alimentaria que habitan en localidades marginadas rurales.	Entre 1 y 3%
2006	Rescate a la Nutrición con Amaranto (RNA), una iniciativa del gobierno estatal para combatir la desnutrición en la Huasteca potosina consistente en dotar harina de amaranto para niños menores de cinco años con desnutrición leve, moderada o severa.	No se reporta

Nota: De acuerdo con la ENSANUT 2012, 45.9 por ciento de los hogares en San Luis Potosí fue beneficiario de algún programa de ayuda alimentaria.
Fuente: Elaboración propia con base en Tristán, 2009; CONEVAL, 2010; Shamah *et al.*, 2015a y 2015b, y Rangel, comunicación personal, 30 de noviembre de 2015.

A casi 20 años de coexistencia de estos programas, los datos reportados acerca de San Luis Potosí indican que, además de la desnutrición crónica, la anemia registraba una prevalencia de 18 por ciento, reveladora de que seguía siendo un problema de salud pública (en especial en los niños menores de cinco años y, en particular, en el periodo de los 12 a los 24 meses de edad). Respecto de los indicadores de vulnerabilidad nutricia también se señaló que San Luis Potosí ocupaba el quinto lugar nacional entre las entidades con mayor prevalencia de inseguridad alimentaria, ya que casi ocho de cada diez hogares se encontraban en inseguridad alimentaria, y al menos uno de cada diez hogares reportó haber padecido hambre en los tres meses previos a la ENSANUT 2012 (INSP, 2013).

Esta información se suma a que —como lo había explicado el doctor Jaime Reyes Hernández, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)—, derivado del trabajo de investigación para tesis de maestrías en salud pública, iniciado en 2011, se tenía conocimiento de que en el estado “muchos niños recibían apoyo de varios programas, pero no se recuperaban nutricionalmente, es decir, no había un resultado tan tangible respecto a esa recuperación” (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).

Ante ese panorama, los Servicios de Salud de San Luis Potosí se interesaron por conocer el impacto real de Oportunidades, Desayunos Escolares y Rescate

Nutricional con Amaranto en el estado nutricional de los niños. De acuerdo con la doctora Mónica Liliana Rangel Martínez, actual secretaria de Salud de la entidad,³ se buscaba saber cuánto los estaban beneficiando, cuánto estaba funcionando el amaranto para su recuperación nutricional, y “que tuviéramos un referente [de] si las cosas se estaban haciendo de manera correcta, llegando a los grupos correctos y, obviamente, que se estuviera aprovechando este tipo de recursos” (M. Rangel, comunicación personal, 30 de noviembre de 2015).

Ciertamente, existían evaluaciones de impacto que mostraban la efectividad de Prospera (entonces Oportunidades) en los ámbitos rural y urbano para mejorar los niveles de hemoglobina en sangre de los niños beneficiarios, pero se carecía de precisión acerca de los programas de ayuda alimentaria en San Luis Potosí en cuanto a la prevalencia de anemia e inseguridad alimentaria. Además, de acuerdo con la doctora Teresa Shamah Levy, del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), también era necesario conocer el costo-efectividad de los programas (Shamah *et al.*, 2015a; T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015).

Por lo anterior, el tema “Estrategias de intervención para disminuir la desnutrición en la población infantil del estado de San Luis Potosí, a través de los complementos otorgados en los programas de apoyo alimentario” fue identificado por la Secretaría de Salud de esta entidad y por el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT) como una prioridad para el FOMIX, que se tradujo en una demanda específica para ser atendida por la comunidad científica. El 2 de agosto de 2013, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el COPOCYT emitieron la Convocatoria 2013-02, la cual contemplaba este tema como una demanda específica.

Según el texto de dicha convocatoria, se buscaba apoyar el desarrollo de una investigación científica que permitiera identificar, por una parte, los aspectos nutricionales que se logran modificar mediante la implementación de los programas y, por la otra, los principales aspectos de alto riesgo que deberían atenderse de manera integral a través de programas de educación y capacitación nutricional para padres de familia y maestros. Entre sus consideraciones particulares se señalaba la importancia de conjuntar grupos de trabajo multidisciplinarios e interinstitucionales, criterio que influyó decisivamente en la estructuración de los equipos de investigación. La propuesta ganadora de la convocatoria fue la que presentó el INSP en colaboración con la UASLP.

³ Anteriormente, la doctora Rangel Martínez había sido responsable de la Jurisdicción Sanitaria número VI, de noviembre de 2000 a marzo de 2013, fecha a partir de la cual se hizo cargo de la Subdirección de Primer Nivel de Atención en el estado (*Plano Informativo*, 2015).

2.3. Conexiones y sinergias para integrar una propuesta elegible y un proyecto exitoso

El 19 de noviembre de 2013 se anunció que la propuesta “Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí” era ganadora de la Convocatoria 2013-02. El proyecto ha sido liderado por el INSP, con casi 30 años de experiencia en investigación en temas de salud y nutrición, con la colaboración de la UASLP, la principal universidad del estado cuya oferta académica incluye las licenciaturas en enfermería y nutrición, así como la de ingeniería en alimentos.

Por parte del INSP, el responsable técnico del proyecto y el enlace directo con el COPOCYT sería la doctora Teresa Shamah Leyva, investigadora con una trayectoria que comprende la coordinación de encuestas como la ENSANUT 2006 y 2012, así como la consolidación del grupo de Seguridad Alimentaria en México (Hospital Civil de Guadalajara y Universidad de Guadalajara, 2014). Por parte de la UASLP, el doctor Jaime Reyes Hernández (catedrático-investigador y titular de la materia de bromatología en la Facultad de Enfermería, quien tenía antecedentes de haber trabajado en la evaluación del Programa de Rescate a la Nutrición con Amaranto, en el marco de tesis del nivel maestría) coordinaría de manera directa el trabajo asignado a su institución.

La cooperación que lograron ambos investigadores entre sí y con el usuario principal del proyecto, la Secretaría de Salud de San Luis Potosí, fue un primer punto clave para estructurar una propuesta elegible y, después, para alcanzar los objetivos planteados. De hecho, la conexión entre ellos se produjo gracias a la relación que los dos grupos de investigación habían establecido previamente, cada uno por su parte, con dicha dependencia.

La doctora Shamah tenía claro que, en la consecución de la asignación de los recursos del FOMIX, era fundamental lograr una sinergia local con una institución que conociera de cerca la problemática que se abordaría y su entorno, y desde esa perspectiva retroalimentar y fortalecer la investigación. Un socio potencial era la UASLP, dada la experiencia de sus investigadores y los antecedentes de haber trabajado en la evaluación del Programa de Rescate a la Nutrición con Amaranto, en el marco de tesis en el nivel de maestría. El doctor Reyes señaló que tuvo el primer contacto con la doctora Shamah por medio de la Secretaría de Salud de la entidad (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).

A pesar de la distancia entre las instituciones (el INSP tiene sedes en Cuernavaca y en la Ciudad de México, y la UASLP en la capital potosina), la colaboración se pudo establecer gracias a las tecnologías de la información y, principalmente, a la

actitud y disposición de ambos líderes académicos para negociar y llegar a acuerdos, desde el planteamiento del proyecto, y durante la ejecución de éste, sobre temas como la asignación de los recursos económicos, las responsabilidades y la distribución de tareas.

En opinión del doctor Reyes, uno de los puntos importantes para lograr esa colaboración interinstitucional fue que la doctora Shamah, líder del proyecto, “tenía la apertura para escuchar lo que estábamos solicitando y planteando”, para permitirles definir los objetivos que querían alcanzar (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).

2.4. Propuesta de atención de la demanda específica del estado

Las primeras sesiones de trabajo entre los doctores Shamah y Reyes tuvieron el objetivo de “analizar los beneficios de los complementos otorgados en los programas de apoyo alimentario en la salud de la población infantil del estado de San Luis Potosí y desarrollar políticas de intervención en el estado nutricional de dicha población”. El resultado fue una propuesta que, en correspondencia con lo solicitado, establecía siete objetivos específicos:

1. Analizar el estado nutricional actual de una muestra estadísticamente representativa de niños de los tres programas implementados en el estado, a partir de indicadores antropométricos, bioquímicos con hemoglobina y dieta.
2. Identificar las principales deficiencias nutrimentales, a través de la ingesta dietética, que se requiere cubrir en la población estudiada.
3. Evaluar el contenido nutrimental de los complementos otorgados en los programas de apoyo alimentario para su adecuación o desarrollo de nuevos complementos o productos alimenticios pertinentes.
4. Evaluar la seguridad alimentaria en la población de estudio.
5. Determinar la adhesión de los beneficiarios a cada programa de estudio.
6. Desarrollar un programa de capacitación para padres de familia y maestros de zonas vulnerables sobre hábitos alimentarios y prevención de la desnutrición, y un suplemento a base de amaranto.
7. Proponer políticas de intervención y planes de combate de la desnutrición que fortalezcan las estrategias implementadas por diversas instituciones de salud del estado de San Luis Potosí (Shamah, 2015).

Para dar cuenta de los resultados y hallazgos del proyecto (cuyo público objetivo serían niños beneficiarios de uno o alguno de los programas Oportunidades, Desayunos Escolares y Rescate a la Nutrición con Amaranto (véase la tabla 2), los productos comprometidos que entregar serían:

- a) Diagnóstico del estado nutricional a partir de talla o longitud para la edad, peso para la edad, peso para la talla, concentraciones de hemoglobina; así como adecuación en la ingesta de energía, proteína, fibra, hierro, zinc, calcio, vitamina A, vitamina C y ácido fólico de los beneficiarios de los tres programas.
- b) Estudio comparativo del aporte nutrimental de cada uno de los complementos alimenticios otorgados en los programas de apoyo, y estimar su contribución en la dieta de los niños de acuerdo con la recomendación.
- c) Análisis del impacto de cada uno de los tres programas sobre el estado de nutrición de los beneficiarios en comparación con los no beneficiarios, incluyendo análisis estadístico y la entrega de las bases de datos obtenidas y generadas.
- d) Bases de datos con información sobre el estado nutricional, anemia, dieta, seguridad alimentaria, focalización y cobertura y adhesión, con su respectiva documentación, con el fin de que la información pueda continuar analizándose.
- e) Informe del alcance o beneficio socioeconómico, indicando la adhesión de los beneficiarios, el ahorro en el gasto familiar y seguridad alimentaria de los hogares con menores beneficiarios en alguno de los tres programas; así como posibles estrategias para mejorar dicho impacto.
- f) Programa de capacitación sobre hábitos alimentarios correctos y prevención de la desnutrición a las familias y maestros de zonas vulnerables.
- g) Propuesta de políticas de intervención y planes de combate a la desnutrición infantil en el estado de San Luis Potosí, derivado de toda la información recabada y considerando el contexto y la cultura estatal.

Tabla 2. Programas, beneficiarios y usuarios en el marco del proyecto

Programa	Beneficiarios	Institución responsable del programa (usuario)
Oportunidades-Prospera	Niños de 1 a 3 años de edad	Secretaría de Salud
Desayunos Escolares	Niños preescolares y de 1º y 2º de primaria (3 a 7 años de edad)	DIF
Rescate a la Nutrición con Amaranto	Niños de 2 a 4 años de edad	Secretaría de Salud

Fuente: Elaboración propia con datos del CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí, s.f., y T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015.

La prueba inicial para el protocolo de investigación se realizó en las propias instituciones proponentes. Dado que implicaba trabajar con seres humanos, para efectuar tomas de sangre en niños, por ejemplo, así como formar grupos focales para la capacitación con padres de familia y profesores, se debía obtener el visto bueno tanto de los Comités de Ética en Investigación, Bioética y Bioseguridad del INSP como de la Comisión de Ética de la UASLP. Sólo después de superar ese paso, con el cual se buscaba minimizar riesgos y evitar agraviar la integridad de las personas que se involucrarían en los procedimientos, se pudo proceder a la ejecución del proyecto (T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015).

2.5. Los primeros retos: la participación en la convocatoria y la formalización de la vinculación interinstitucional

Los investigadores reconocen el apoyo por parte del COPOCYT, mediante talleres de asesoría, en el proceso para participar en la convocatoria; sin embargo, el primer gran reto que enfrentaron fue el llenado de los formatos correspondientes. Su percepción es que se trata de un proceso que demanda experiencia para saber consignar la información requerida de tal manera que, durante la ejecución del proyecto, tengan un margen de maniobra para poder efectuar los ajustes necesarios ante variables internas o externas que provoquen cambios respecto de la planeación inicial. Es importante destacar que los proyectos del FOMIX están regidos por la normativa del CONACYT, la cual establece reglas un tanto rígidas para el manejo de los recursos.⁴

Es imprescindible comprender que hay aspectos que se deben consignar de manera más general cuando se redacta la propuesta, es decir, “no ser tan puntuales porque cuando uno planea en la investigación, y en todo en la vida, hay cambios. Eso deben entenderlo los encargados de la administración del Fondo y tener mayor flexibilidad sin olvidar el objetivo central del estudio” (T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015).

Una vez aprobado el proyecto, los principales desafíos fueron de índole administrativa, en particular la ministración de los recursos. Primeramente, la formalización de la vinculación entre el INSP y la UASLP mediante un convenio que le posibilitara al primero transferir los recursos correspondientes a la segunda; este trámite tardó entre tres y cuatro meses, situación que afectó sobre todo a la

⁴ Por ejemplo, el señalar de forma tan específica que la difusión de los resultados estaría a cargo del responsable técnico (la doctora Shamah Levy) limitó la disposición de recursos económicos del Fondo para la participación del resto del equipo de trabajo en esta actividad, dado que no se permiten modificaciones en algunos rubros.

Universidad, porque si bien la investigación inició en enero de 2014, fue alrededor de mayo o junio cuando los investigadores pudieron contar con los fondos requeridos. Pese a esas circunstancias, el equipo de investigación (integrado por profesionales con conocimientos en nutrición, salud pública, estadística aplicada, matemáticas, medicina, tecnología e ingeniería de alimentos, enfermería, pediatría y bioquímica) empezó a trabajar desde el momento en que supo que su propuesta había resultado ganadora. Hubo la voluntad de iniciar las actividades aunque los recursos llegaran más tarde.

Para la líder del proyecto, además del bagaje intelectual y la experiencia profesional de los participantes, el compromiso por parte del equipo de trabajo (el cual también comprendió a encuestadores, supervisores, diseñadores gráficos, estudiantes de nutrición y enfermería de los niveles licenciatura y maestría y, en el caso del INSP, una administradora para poder rendir cuentas claras al FOMIX), así como el monitoreo permanente de las actividades, fueron condiciones primordiales para lograr las metas propuestas. Otra fue la interacción que el grupo de investigación en general logró con los usuarios del proyecto, la Secretaría de Salud y el DIF, actores fundamentales para que los investigadores pudieran establecer contactos y dar seguimiento a los beneficiarios y sujetos de estudio del proyecto.

Sobre este último punto vale destacar la observación en cuanto a que “ningún programa puede marchar bien aisladamente. Las conexiones con las autoridades subnacionales son esenciales” (Ismail, Immink y Nantel, 2006, p. 25), pues es completamente aplicable a este proyecto, ya que investigadores y usuarios reconocen haber establecido una comunicación que influyó favorablemente.

Para la doctora Mónica Rangel, secretaria de Salud de San Luis Potosí, precisamente un aspecto destacable fue “la comunicación que siempre se tuvo con los investigadores, porque fue algo que nos permitió avanzar importantemente en el desarrollo del proyecto”.

El doctor Reyes, al referirse a la relación con los usuarios del proyecto, reconoce el apoyo que éstos les brindaron al proporcionarles la información sobre los programas a evaluar y los permisos para realizar las actividades de investigación: “básicamente sí teníamos enlaces directos con la gente importante que tomaba decisiones, lo cual nos ayudó bastante”.

2.6. Desarrollo del proyecto

El haber definido siete objetivos concretos, medibles y alcanzables le permitió al equipo de investigación establecer con claridad, desde el principio, la estructura y

distribución de tareas y responsabilidades. La decisión fue organizar el proyecto en dos grandes partes, que serían desarrolladas por los investigadores con base en sus conocimientos y experiencias.

Bajo la dirección de la doctora Teresa Shamah, el INSP desarrollaría los cinco objetivos concernientes a la evaluación del estado nutricional de los niños beneficiarios de los programas Prospera, Desayunos Escolares y Rescate a la Nutrición con Amaranto, y daría a conocer los resultados obtenidos por medio de cinco documentos.

Tabla 3. Objetivos y entregables a cargo del INSP

Objetivos y entregables a cargo del INSP					
	Objetivo	Documento con la información de metodología y resultados correspondientes			
		a	b	c	d
1	Analizar el estado nutricional actual de una muestra estadísticamente representativa de niños de los tres programas implementados en el estado, a partir de indicadores antropométricos, bioquímicos con hemoglobina y dieta.	✓	✓		
2	Identificar las principales deficiencias nutrimentales, a través de la ingesta dietética, que se requiere cubrir en la población estudiada.	✓			
3	Evaluar el contenido nutrimental de los complementos otorgados en los programas de apoyo alimentario para su adecuación o desarrollo de nuevos complementos o productos alimenticios pertinentes.			✓	
4	Evaluar la seguridad alimentaria en la población de estudio.				✓
5	Determinar la adhesión de los beneficiarios a cada programa de estudio.	✓		✓	

a) Diagnóstico del estado nutricional de los niños beneficiarios de los tres programas de apoyo alimentario.

b) Análisis de impacto de cada uno de los tres programas sobre el estado de nutrición de los beneficiarios en comparación con no beneficiarios.

c) Estudio comparativo del aporte nutrimental de los complementos alimenticios otorgados por los programas.

d) Informe del alcance o beneficio socioeconómico de los tres programas.

Fuente: Elaboración propia con base en Shamah, 2015.

Tabla 4. Objetivo y entregables a cargo de la UASLP

Objetivo y entregables a cargo de la UASLP	
Objetivo	Documento con la información de metodología y resultados correspondientes
6	Desarrollar un programa de capacitación para padres de familia y maestros de zonas vulnerables sobre hábitos alimentarios y prevención de la desnutrición, y un suplemento a base de amaranto.

Fuente: Elaboración propia con base en Shamah, 2015, y J. Reyes (comunicación personal, 11 de noviembre del 2015).

Por su parte, los investigadores de la UASLP se enfocarían en el objetivo relacionado con la educación nutricional.

De manera conjunta, el Instituto y la Universidad propondrían políticas de intervención, así como planes de combate a la desnutrición infantil en San Luis Potosí (objetivo 7).

2.6.1. Evaluación del estado de nutrición

Para evaluar el estado de nutrición de la población infantil potosina beneficiaria de los programas referidos, identificar sus principales deficiencias nutrimentales, evaluar el contenido nutrimental de los complementos que reciben, así como su seguridad alimentaria, y determinar su adhesión a cada programa, el INSP decidió analizar una muestra estadísticamente representativa (1180 niños), y compararla con un grupo control (integrado por 445), para un total de 1625 participantes,⁵ y realizar un seguimiento en tres etapas: basal, intermedia y final.

2.6.1.1. Determinación de la muestra

Seleccionada aleatoriamente a partir de los padrones de beneficiarios de cada programa, los cuales fueron proporcionados por la Secretaría de Salud y el DIF potosinos, la muestra quedó integrada y organizada en cinco subgrupos que, para el caso de Prospera y Rescate a la Nutrición con Amaranto procedían de los municipios de Aquismón, Tancanhuitz, Tanlajas, Xilitla, Ciudad Valles, El Naranjo Tamasopo, Santa Catarina, Rioverde, Santa María del Río, Tierra Nueva, Villa de Reyes, Santo Domingo, Villa de Ramos, Tamazunchale, Matlapa y San Luis Potosí (A. Castillo, comunicación personal, 2 de diciembre de 2015):

1. 390 niños de 1 a 3 años de edad, de Prospera.
2. 170 niños de 1 a 4 años de edad, de Rescate a la Nutrición con Amaranto.
3. 213 niños de 1 a 4 años de edad, de Rescate a la Nutrición con Amaranto más Prospera.
4. 112 niños menores a 5 años de edad, de Desayunos Escolares.
5. 295 niños de 5 o más años de edad, de Desayunos Escolares.

⁵ Originalmente, la muestra se había conformado en total por 1774 sujetos, que fueron evaluados en la etapa basal, pero debido a factores de migración, cambio de domicilio, negativa a proporcionar información, información incompleta o implausible (por error del encuestador), al final sólo se obtuvo información de 1625 participantes (T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015).

En tanto, el grupo control se dividió en:

1. 342 niños menores a 5 años de edad.
2. 91 niños de 5 o más años de edad.

La conformación de los grupos implicó un primer cambio técnico en el diseño del protocolo que obedeció a un factor externo. La conformación del grupo Rescate a la Nutrición con Amaranto más Prospera no estaba contemplado, pero debió realizarse porque al momento de obtener la muestra de beneficiarios de Rescate a la Nutrición con Amaranto se encontró que los municipios seleccionados también recibían Prospera, programa base de la Cruzada Nacional contra el Hambre, que fue implementada por el gobierno federal en enero de 2013 y que paulatinamente ha incorporado más municipios de todos los estados de la República.⁶

[...] la mayoría de los niños y niñas pertenecientes a esta clasificación tuvieron que ser ingresados por normas de operación del programa Prospera en diciembre de 2013, lo que originó que el padrón de la Secretaría de Salud Estatal estuviera en ese momento en actualización. Por ello, fue necesario considerar un grupo beneficiario del programa RNA y que, además, recibiera en el momento del levantamiento (enero 2014), los suplementos alimenticios de Prospera (Shamah *et al.*, 2015a, pp. 13-14).

2.6.1.2. Estrategias de investigación

Determinada la muestra, el siguiente paso crítico fue la investigación de campo en tanto estrategia principal para la obtención de los datos que se analizarían (véase la tabla 5). Para llevarla a cabo, cualquier integrante del equipo, empezando por los encuestadores, que tuviera que interactuar con los beneficiarios debía seguir una serie de pasos y protocolos.

⁶ Inicialmente la Cruzada Nacional contra el Hambre sólo atendía a siete municipios de San Luis Potosí; para marzo de 2014 se incorporaron otros 22 (*El Economista*, 2013; Méndez, 2014).

Tabla 5. Metodología por objetivo

Metodología por objetivo	
Objetivo	Procedimiento
1 Analizar el estado nutricional...	Se consideraron tres variables: <ol style="list-style-type: none"> 1. Estado de nutrición, para cuya evaluación se tomaron medidas antropométricas de peso y talla o longitud (indicadores establecidos por la Organización Mundial de la Salud). A partir de tales mediciones se construyeron los índices de peso para la edad, peso para la talla e índice de masa corporal para la edad a fin de determinar la presencia de desnutrición crónica, aguda o sobrepeso y obesidad. 2. Anemia, se determinó a partir de una muestra de sangre capilar del dedo anular con el propósito de conocer la concentración de hemoglobina. 3. Diversidad de la dieta, se determinó a partir de la aplicación de un cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de 201 alimentos y bebidas.
2 Identificar las principales deficiencias nutrimentales...	En la etapa basal se aplicó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (una versión adaptada del cuestionario de frecuencia de Walter Willet, 1998) para estimar la ingesta de nutrimentos en la dieta de los participantes con base en sus requerimientos. Se trata de un método sistematizado con el cual se pueden identificar los alimentos que consumen los niños, así como sus patrones de consumo.
3 Evaluar el contenido nutrimental de los complementos...	Para estimar el aporte nutrimental de los complementos otorgados como parte de los programas, se midió la ingesta dietética mediante frecuencia de alimentos en dos etapas, la basal y la intermedia; asimismo, se recopiló y estandarizó información respecto de las unidades de reporte del contenido nutrimental de los complementos.
4 Evaluar la seguridad alimentaria...	Para evaluar esta variable se aplicó la Escala de Inseguridad Alimentaria de Latinoamérica y el Caribe (que pertenece a la familia de las escalas de medición de inseguridad alimentaria basadas en la experiencia en los hogares que presentan tal condición) a los (las) jefes de familia del hogar de los niños participantes en el estudio en las etapas basal y final. Es un método que "en el INSP logramos consolidar para el país. No es algo que nosotros hayamos inventado [...] es una escala de percepción donde se va viendo si la gente tiene o no tiene acceso, es la carencia de acceso al consumo de alimentos" (T. Shamah, 29 de octubre de 2015).
5 Determinar la adhesión a cada programa...	A cada participante se le aplicó, durante las tres etapas (basal, intermedia y final) un cuestionario de disponibilidad, acceso y consumo de los suplementos o alimentos de los programas. A partir de dicho cuestionario se estimó la adhesión de los beneficiarios respecto de los programas, con diversas aproximaciones: días de consumo, forma de preparación o aporte de dichos productos, distribución intrafamiliar o en la escuela, entre otros. Era importante valorar la adhesión para, entre otros aspectos, identificar si el suplemento proporcionado como parte del programa en realidad es suministrado al niño.

Fuente: Elaboración propia con base en Shamah *et al.*, 2015a; Shamah, 2015; FAO, 2012; T. Shamah, 29 de octubre de 2015, y Shamah *et al.*, 2015b.

2.6.1.3. La interacción con los beneficiarios y los usuarios

El trabajo de campo iniciaría sólo después de haberse gestionado los permisos de ingreso correspondientes, actividad en la que la intervención de las instituciones usuarias resultó un factor crítico, ya que sus representantes eran responsables de:

[...] coordinar las acciones con las unidades de salud, ayuntamientos, Secretaría de Educación del Gobierno del Estado, para que se dieran los permisos para poder entrar a escuelas, domicilios, a las unidades de salud y tener acceso tanto a la información como a los usuarios de los programas (M. Rangel, comunicación personal, 30 de noviembre de 2015).

A través de dichas instituciones, al informar por escrito a las autoridades locales sobre el trabajo que se realizaría y el objetivo del estudio, se solicitó el permiso para que el INSP llevara a cabo las actividades correspondientes (T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015). Entonces se pudo pasar a la fase de interacción directa con los niños beneficiarios, la cual iniciaba con explicarles a sus mamás, quienes debían firmar una carta de consentimiento informado, en qué consistiría la evaluación y las mediciones que se realizarían. En este marco se procedía a las entrevistas, y a aplicar los cuestionarios para obtener datos socioeconómicos y de dieta, entre otros indicadores, así como a realizar las mediciones antropométricas y las tomas de sangre. Aunque en general, la respuesta por parte de los beneficiarios fue positiva ante dichos procesos, esta parte de la investigación no estuvo exenta de desafíos.

Nosotros ya tenemos protocolos para ingresar a las comunidades, en el sentido de saber a quién nos acercamos primero, cartas, etc.; socializamos el proyecto y de esa forma vamos entrando. Esto no quiere decir que tengamos las puertas abiertas [...]

En general la población es muy noble, pero creo que en el país estamos en una situación de violencia e inseguridad tan terrible que la gente ya no tiene mucha confianza, en muchos casos la gente de la Secretaría (de Salud) nos apoyó. Por ejemplo, recuerdo un caso específico en Aquismón, en el cual el marido llegó a golpear a la mujer porque nos estaba dando información (T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015).

De acuerdo con la doctora Rangel, el problema se presentó debido a que en la localidad “por sus usos y costumbres no permiten que las mujeres den información directa. Ahí se tuvo que hacer una intervención con las autoridades municipales y una vez que se explicó y se acudió a la localidad, solventamos la situación” (M. Rangel, comunicación personal, 30 de noviembre de 2015).

Además, para el seguimiento de los avances de la investigación se requirió una constante comunicación entre los investigadores e instituciones usuarias a fin de obtener la información necesaria para la ejecución del proyecto, por ejemplo, la relacionada con costos de compra, almacenaje y distribución de ingredientes y

alimentos asociados a las acciones de la Secretaría de Salud y el DIF estatales, con el propósito de determinar el costo-efectividad de los tres programas, un indicador fundamental del impacto socioeconómico.

La respuesta por parte de la Secretaría de Salud fue favorable en cuanto a la entrega oportuna de los datos de Prospera. En el caso de Rescate a la Nutrición con Amaranto, el desabasto de la harina de amaranto que se registró en ese momento retrasó la entrega de la documentación. “Porque el producto es un amiloprotéico que tiene marca registrada, entonces alguien trató como de clonarlo, entonces empezaron los pleitos y se suspendió temporalmente la distribución de amaranto, luego ya se normalizó” (T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015).

En cuanto a Desayunos Escolares, los tiempos administrativos para obtener la información solicitada al DIF demoraron un poco más de lo previsto, aproximadamente ocho meses. Para complementar la información recibida y poder proceder con los respectivos cálculos econométricos, el INSP tuvo que realizar una búsqueda documental.

2.7 Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto

Un indicador de la evolución en las políticas de atención a la malnutrición es la incorporación de la educación nutricional como una estrategia para reforzar los programas de apoyo alimentario y potencializar sus posibilidades de éxito. En México, actividades de tal índole empezaron a organizarse hacia la segunda mitad de la década de 1970, con la creación del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), “que tenía entre sus atribuciones la de promover el bienestar social, apoyar y fomentar la nutrición y las acciones de medicina preventiva dirigidas a la infancia, investigar los requerimientos del niño, de la madre y en conjunto de la familia” (Sotomayor, 2000). Propiamente se registran acciones de orientación alimentaria con la implementación del Programa Nacional de Alimentación (PRONAL), que operó entre 1982 y 1988 (CONEVAL, 2010).

Convencidos de la trascendencia de este tipo de estrategias, el grupo de investigadores de la UASLP desarrolló el programa de capacitación “Modelo de estabilización nutricional” (ESNUT), con base en una metodología formativa y una estrategia educativa con la que se logra un enfoque integral porque involucra a los diferentes actores y sectores que intervienen en la nutrición del niño y en la coordinación de los programas de apoyo alimentario que recibe: “creemos que si la intervención no es integral, no va a tener un impacto; tenemos que atacar a

todos los grupos involucrados dentro de este proceso de desnutrición” (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).

Así, al igual que para sus compañeros del INSP, para el equipo de la UASLP fue de suma importancia la respuesta positiva por parte de las autoridades usuarias del proyecto en la consecución de los permisos para acceder a escuelas y clínicas, y de este modo lograr la participación en la intervención educativa, no sólo de los niños beneficiarios de los tres programas en evaluación, sino también la de padres, maestros, nutriólogos y responsables de proporcionar los suplementos alimenticios por parte de la Secretaría de Salud y del DIF del estado.

Trabajar con estos grupos también demandó a los investigadores aclarar que la capacitación que implicaría dicha intervención estaba dirigida:

1. A las madres y cuidadores (que para efectos del proyecto comprendía también a padres o abuelos de los niños beneficiarios), así como a los niños para mejorar sus habilidades en el autocuidado relacionado con la alimentación.
2. A profesores y proveedores de servicios de salud para mejorar sus competencias en educación para la alimentación y nutrición.

Durante la primera etapa del proyecto, los primeros seis meses, con base en su experiencia, los investigadores estructuraron un conjunto de manuales que paulatinamente fueron adaptando para realizar la intervención práctica. También diseñaron dos instrumentos base de medición denominados “Conocimientos sobre alimentación, salud y nutrición” y “Comportamiento relacionado con la alimentación, salud y nutrición”, este último para ser aplicado específicamente a las madres.

Aunque diferenciada en los indicadores e instrumentos de acuerdo con los grupos participantes, la intervención demandó en general un primer paso común para todos ellos: la explicación, en una junta general, sobre el contenido del estudio, sus beneficios, posibles riesgos e implicaciones, y la entrega de una carta de consentimiento informado, que debía ser firmada por los beneficiarios para poder participar.

2.7.1. Metodología de trabajo e interacción con los beneficiarios

De acuerdo con la explicación del doctor Reyes, dado que el objetivo de su equipo era realizar una intervención educativa para conocer si ésta producía un impacto en el mejoramiento nutricional, se decidió focalizar su estudio cuasi experimental y seleccionaron (de un grupo de escuelas que mostraron interés en participar y

que recibían desayunos escolares) a cuatro planteles: dos primarias y dos jardines de niños, todos con el programa de desayuno frío del DIF.

El muestreo cualitativo, que conformaron con representatividad teórica de los cuatro planteles, quedó integrado para la etapa basal con 445 niños, pero al final sólo fueron evaluados 395, debido a que “en uno de los planteles de primaria no se permitió continuar si el niño iniciaba con diagnóstico de estado nutricional normal, solamente a los niños con sobrepeso, obesidad o desnutrición, y la otra razón es por el ausentismo en los cuatro planteles, que no permitió contar con un seguimiento completo” (J. Reyes, comunicación personal, 19 de diciembre de 2015).

En el caso de los niños, los investigadores organizaron seis sesiones para abordar con ellos temas de alimentación correcta, utilizando materiales acordes con su edad (entre ellos dibujos de alimentos); también los evaluaron en términos de nutrición a partir de los siguientes indicadores: peso, talla, índice de masa corporal, peso para la edad y peso para la talla. En tanto, la medición mediante bioimpedancia eléctrica les permitió evaluar los compartimentos corporales: masa magra, masa grasa. Al respecto, realizaron siete evaluaciones mensuales a fin de conocer la evolución de los niños.

Las sesiones, que formaron parte de los cursos talleres, también fueron pensadas para el grupo de las madres o cuidadores. Una vez realizada la integración grupal para evaluar cuantitativamente conocimientos y comportamientos sobre alimentación previos a la intervención y al final de ésta, tales eventos constaron de:

- a) Revisión de aspectos teóricos: el contenido revisado contempló aspectos sobre crecimiento y desarrollo del preescolar y escolar, desnutrición del niño, alimentación y bebida correctas, lectura de etiquetado, recomendaciones para comer en ambiente adecuado.
- b) Aplicaciones simuladas: realización de talleres de elaboración de menús saludables con simulación apoyada en modelos de alimentos (réplicas).
- c) Aplicaciones reales: realización de talleres de elaboración de menús saludables con alimentos reales aportados por las participantes (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015; Reyes y Gallegos, 2015).

Sobre el desarrollo de estas actividades, el doctor Reyes Hernández apuntó que “solamente en un plantel (jardín de niños) se realizó la intervención educativa completa, ya que al menos 30 madres concluyeron el curso-taller”.

En cuanto a la intervención en los centros y clínicas de salud, los doctores Jaime Reyes y Josefina Gallegos destacaron el trabajo que realizaron con madres de menores de 5 años del Centro de Salud 21 de Marzo, Jurisdicción Sanitaria 1,

donde, mediante el curso “Cimientos para la vida”, “la intervención educativa se fundamentó en el empoderamiento de la mujer para la toma de decisiones, las elecciones saludables, el autodesarrollo, el establecimiento de metas para el desarrollo sano de los niños en el seno de la familia y el logro de personas exitosas con base en ello y en una alimentación sana incluyendo la dotación de harina de amaranto” (Reyes y Gallegos, 2015, p. 8).

En tanto, en el Centro de Salud Anáhuac, de la misma jurisdicción, aplicaron las entrevistas cualitativas (a fin de obtener representaciones, percepciones y significados sobre alimentación, salud, nutrición y sobre programas de recuperación nutricional) al personal de salud por considerar que eran los informantes de mayor experiencia en programas de rescate alimentario.

Con base en el análisis de la información obtenida durante el ensayo piloto de la estrategia educativa, los integrantes del proyecto (responsables, pasante de nutrición y colaboradores enfermeros) reflexionaron acerca de la pertinencia del planteamiento basal del programa ESNUT y realizaron los ajustes necesarios. El resultado de ello fueron cinco manuales específicos dirigidos a niños, padres/madres, profesores y proveedores de salud, y libros,⁷ que fueron parte de los productos entregados a la parte usuaria del proyecto.

2.7.2. Una nueva formulación de complemento de amaranto

Estudios previos realizados por el equipo de la UASLP indicaban que los niños no consumían la harina de amaranto (la cual se les proporciona como parte del programa Rescate a la Nutrición con Amaranto) porque el sabor no les agrada. A pesar de ser muy nutritiva, el niño no la consume por su aspecto y por considerarla como algo procesado, sintético, ajeno a su cultura.⁸

Esta fue la situación por la cual el grupo multidisciplinario de la UASLP propuso desarrollar una formulación “nutritiva alimentaria atractiva y de fácil incorporación en alimentos a base de amaranto e ingredientes con aporte nutrimental significativo, con el fin de cubrir requerimientos nutrientes de la población infantil vulnerable y así contribuir a la disminución de la desnutrición” (Reyes, 2015, p. 2). Los investigadores decidieron ir más allá de la formulación en sí y decidieron incorporarla a un producto concreto.

De entre diez opciones iniciales de productos, se observó que la base nutricional se incorpora mejor en productos sólidos y no en bebidas, por lo que se

⁷ Para noviembre de 2015 ya contaban con ISBN.

⁸ “Por sabor, por aspectos culturales o porque la mamá no se lo da, lo vende, lo da a los animales o lo reparte entre toda la familia, y eso provoca que el destinatario del producto no sea quien lo reciba”.

trabajó en tres: pan, pasta y tortilla. El primero fue descartado debido a que, pese a mantener propiedades fisicoquímicas aceptables,⁹ su tiempo de almacenamiento es corto, lo que podría redundar en problemas de orden logístico al tratar de transportarlo a las diferentes áreas rurales; esta situación provocaría más gasto que beneficio para los niños y para la propia institución responsable de proporcionarlo. La segunda, que todavía tenía algunos detalles respecto al sabor, dejó de ser considerada como producto final porque se observó la factibilidad de la tortilla (véase la tabla 6) (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015)

Tabla 6. Evaluación y características de la tortilla de maíz fortificada con amaranto

Evaluación y características de la tortilla de maíz fortificada con amaranto			
Materia prima	Composición de la tortilla de harina fortificada	Pruebas realizadas	Muestra de personas participantes en las pruebas organolépticas
<ul style="list-style-type: none"> • Grano de amaranto reventado • Maíz • Hidróxido de calcio • Sal • Agua 	50% maíz 50% amaranto	<ul style="list-style-type: none"> • Bromatológicas • Termogravimetría • Pruebas de dureza y fracturabilidad. • Organolépticas diferenciadas evaluando olor, sabor, color, textura. 	Total: 52 personas Niños: 22 Adultos 30 *Los participantes utilizaron un cuestionario con opciones del 1 al 5, siendo 1 me desagrada y 5 me gusta mucho.
Resultado: el producto 50%-50% de amaranto/maíz presentó cualidades de textura y comportamiento reológico más parecidas a la muestra testigo (100% elaborada con maíz), pero con una mejor calidad nutricional.			

Fuente: Elaboración propia con base en J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015, y Reyes, 2015.

Además de las propiedades nutricionales y fisicoquímicas, para el equipo de la UASLP los criterios que pueden determinar la viabilidad de la tortilla como fuente de micronutrientes son: a) es baja en humedad y su tiempo de conservación es mayor con respecto de otros productos; b) la tortilla culturalmente es de más fácil aceptación entre la población; c) su producción es de bajo costo, y d) la propia familia puede elaborarla.

La percepción del doctor Reyes Hernández es que se podría crear un círculo virtuoso, ya que en la actualidad existe un programa en el que se plantea que la familia coseche y siembre amaranto; que la población podría aprender la metodología, dado que todos los días hacen tortillas, a la que podrían adicionar la harina de amaranto: “Creemos que podría ser un producto que podría beneficiar directamente a la familia, sin un costo extra o excesivo para la Secretaría (de

⁹ El producto para panificación propuesto consideraba una adición de 50 a 60 por ciento de harina de amaranto.

Salud) o las instancias gubernamentales, que creemos que eso es lo que se busca, reducir el costo e incrementar el beneficio” (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).

2.8. Evaluación del impacto del proyecto

2.8.1. El impacto de los tres programas

La conclusión de la evaluación de impacto de los programas Prospera, Desayunos Escolares y Rescate a la Nutrición con Amaranto en el estado de nutrición de la población infantil de San Luis Potosí, de acuerdo con Shamah *et al.* (2015a, p. 7) es:

El programa Prospera mostró un efecto protector débil (valor $p=0.191$) sobre la clasificación de bajo peso para la talla. Los niños del grupo intervención presentaron una disminución en la prevalencia de bajo peso para la talla en relación al grupo control, mismo que presenta un ligero aumento en el periodo de seguimiento. Por otro lado, en el grupo RNA se observó un ligero incremento en el puntaje de peso para la talla en el grupo intervención ($p=0.128$). En cuanto al efecto observado de los programas RNA+Prospera se muestra una ligera mejora en el puntaje de peso para la talla con respecto al grupo control ($p=0.122$). Para el indicador de talla para la edad: El efecto del programa de Desayunos Escolares en menores de 5 años sobre el puntaje Z de talla para la edad, fue de un incremento muy significativo en el periodo, mientras que en el grupo control permanece casi constante ($p=0.003$). Indicador índice de masa corporal (IMC) para la edad: Se observó que el programa Prospera tuvo un impacto positivo al final del estudio sobre la prevalencia de obesidad en comparación con el grupo control (Valor $p=0.077$). Por su parte, se encontró un efecto positivo del programa RNA sobre la contención de esta prevalencia. Por el contrario, el efecto del programa Desayunos Escolares sobre dicha prevalencia fue negativo, ya que tuvo un ligero incremento mientras en el grupo control se observa una reducción.

2.8.2. La intervención educativa y el devenir del complemento de amaranto

Además de los cinco manuales que, como resultados tangibles, derivaron de la intervención educativa, para el doctor Reyes Hernández hay dos hallazgos relevantes:

- Reafirmar la importancia de las estrategias de orientación alimentaria como componentes del tipo de programas evaluados. “Nosotros nos hemos dado cuenta a través de este trabajo que la parte educativa es fundamental, es decir, nosotros podemos crear el mejor alimento, el mejor producto nutricional hablando, pero si la gente no está informada, no lo acepta”. Es necesaria una cultura que permita que la gente cambie paradigmas, mejore su autocuidado; “si la persona se hace autorresponsable de su cuidado hasta el producto más sencillo, cómo seleccione los alimentos puede mejorar mucho el estado nutricional” (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).
- La relevancia de este tipo de estrategias en el logro del empoderamiento de la salud, del autocuidado, en las personas. El estudio reflejó que los papás y los niños tienen conocimientos de nutrición. El grupo de investigadores pensaba que el carecer de nociones al respecto podría provocar “que tú escojas un refresco en lugar de un litro de leche o de un alimento nutritivo”. Mas

[...] se hicieron análisis de conocimientos de educación nutricional y los indicadores nos dicen que saben lo mismo antes de la intervención y después de la intervención, pero hay una pequeña diferencia: comen diferente antes a después de la intervención, es decir, sus hábitos se modificaron. No porque hayan mejorado en conocimiento, sino por actitud; algo cambió en ellos respecto a la intervención, no mejoraron el conocimiento pero comieron mejor. Quiere decir que en nuestro caso estamos trabajando en la parte del empoderamiento de la salud de las personas, empoderarlas a ellas respecto a su cuidado y al autocuidado de su niño.

Verdaderamente, el comprender esos conocimientos y hacer partícipes a las familias de su autocuidado mejoró mucho el estado nutricional de los niños, al menos se vio un avance respecto a los que no recibieron la intervención. Eso, para nosotros, resulta muy valioso porque lo que nos indica es que en muchas ocasiones tiene que ver con la logística con la cual se están aplicando los programas, tenemos que hacer partícipes a las familias, a las personas involucradas [...] (J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).

- La aceptación cultural y el sabor de los suplementos que se proporcionan como parte de los programas de apoyo alimentario influye en la adhesión de los beneficiarios a dichos programas. De ahí la importancia de

mejorar, no sólo las propiedades nutricionales de tales productos, sino también las fisicoquímicas. Al respecto, en cuanto a la harina para tortilla fortificada con amaranto, se logró un producto que mejora el perfil de proteínas sin que aumente la densidad calórica, y su aceptación en general, aunque no igual que la de una tortilla elaborada sólo a base de maíz, fue buena (T. Shamah, comunicación personal, 29 de octubre de 2015; J. Reyes, comunicación personal, 11 de noviembre de 2015).

2.8.3. Políticas sugeridas

Sin perder de vista que los programas de combate de la pobreza y apoyo alimentario son estrategias enmarcadas en los esfuerzos gubernamentales por garantizar el derecho de los niños a una alimentación adecuada y nutritiva, uno de los objetivos del proyecto fue proponer políticas públicas factibles de implementarse en San Luis Potosí a fin de contener y prevenir los problemas nutricionales de su población infantil (Shamah *et al.*, 2015c).

Tabla 7. Prácticas y acciones estructurales para contener y prevenir problemas nutricionales en la población infantil de San Luis Potosí

Prácticas	Acciones
<ul style="list-style-type: none"> a) Promoción de la lactancia y prácticas adecuadas de alimentación complementaria. b) Suplementación con hierro en niños, mujeres embarazadas y en edad reproductiva. c) Evaluación y monitoreo del estado de nutrición. d) Orientación al consumo, educación nutricional. e) Establecimiento de un sistema de inteligencia epidemiológica de la nutrición. f) Aplicación de nuevas tecnologías en alimentos con mejor calidad nutricional. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Impulsar la coordinación y comunicación intersectorial. 2. Incrementar y fortalecer la coordinación y la capacidad de respuesta de las diferentes instancias involucradas en la implementación de los programas de ayuda alimentaria, así como de universidades y ONG. 3. Establecer un plan de desarrollo estatal intersectorial e interinstitucional con metas viables de corto, mediano y largo plazo en materia de alimentación, nutrición y salud. 4. Establecer políticas gubernamentales en San Luis Potosí que garanticen la seguridad alimentaria comprendiendo el acceso a los alimentos y también la producción disponibilidad y uso de alimentos locales. 5. Priorizar en la agenda del sector salud la lactancia materna. 6. Fortalecer el componente nutricional en el programa Prospera y Rescate a la Nutrición con Amaranto para atención a desnutrición aguda. 7. Diseñar estrategias de vigilancia y evaluación del contenido nutricional de los complementos de los programas de ayuda alimentaria. 8. Promover la corresponsabilidad del sector educativo, desarrollo social y de salud, familia, profesores, niños y ciudadanía a través de estrategias de educación continua con enfoque preventivo y correctivo. 9. Reforzar en los currículos escolares los contenidos de alimentación y nutrición correcta. 10. Posicionar al nutriólogo en los equipos multidisciplinarios de salud y otros sectores para desempeñar acciones de prevención y monitoreo del estado de nutrición y salud.

Fuente: Elaboración propia con base en Shamah *et al.*, 2015c.

Alcanzar tal propósito le demandó al equipo de investigación del INSP y de la UASLP el análisis tanto de los hallazgos del propio proyecto como de aquellas políticas que en el nivel internacional tienen probada eficacia y que pudieran relacionarse con el contexto estudiado. El resultado fueron seis prácticas puntuales y diez acciones estructurales para mejorar la política en nutrición.

2.8.4. La difusión de los resultados, el futuro del proyecto

Más allá de su difusión en eventos académicos nacionales e internacionales, así como por medio de artículos de divulgación científica, una inquietud sobre los resultados de este proyecto es su implantación, la cual depende de la posibilidad práctica de que:

- Se observen los datos que revela el estudio en cuanto al funcionamiento de los programas evaluados.
- Se atiendan las recomendaciones en materia de nutrición.
- Se implementen, y sumen a la agenda y programa de gobierno, las políticas de intervención y planes de combate a la desnutrición infantil en San Luis Potosí.
- Se aplique el programa ESNUT a través de los manuales desarrollados.
- Se transfiera la tecnología para la elaboración de la harina para tortilla fortificada con amaranto a alguna organización que pueda producirla y distribuirla.

Un factor externo genera incertidumbre al respecto: el cambio de administración estatal que se produjo en septiembre de 2015, que coincidió con los dos meses finales del proyecto, interrumpió su seguimiento por parte de las autoridades responsables de decidir qué hacer y cómo aprovechar los resultados de la investigación.

Aunque interesado en retomar la información relacionada con el proyecto, el maestro Juventino Oswaldo Torres Delgado, director de Desarrollo Comunitario y Asistencia Alimentaria del DIF San Luis Potosí, expresó que su conocimiento acerca de su existencia y sus resultados es reciente (J. Torres, comunicación personal, 10 de noviembre de 2015).

Por su parte, la doctora Mónica Rangel, actual secretaria de Salud de San Luis Potosí (quien en su momento coordinó las acciones para que los investigadores pudieran interactuar con los beneficiarios del proyecto), manifestó estar convencida de que el proyecto cumplió en tiempo y forma con las expectativas, y confió en presentar los resultados el próximo año en cuanto se retomen las reuniones de la Cruzada Nacional contra el Hambre, dado que se trata de foros intersectoriales.

2.9. Análisis de los factores críticos para la ejecución del proyecto

Todo proyecto experimenta a lo largo de su ejecución situaciones favorables o desfavorables cuyo análisis resulta importante en aras de identificar los riesgos que los investigadores deben considerar, así como las prácticas que fomentar o evitar a fin de tener un escenario con mayores posibilidades de éxito en proyectos similares en el futuro.

En el caso de la “Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí”, al reflexionar sobre su ejecución, el conocimiento y la experiencia personal que ésta le dejó, la doctora Teresa Shamah Levy (responsable técnica y líder del proyecto) destaca:

- La importancia de tener no sólo el bagaje intelectual, sino también el planear un proyecto que sea flexible para poderse adaptar a ciertos cambios.
- En torno a la conformación del equipo para realizar el trabajo de campo que implica la toma de mediciones antropométricas, muestras de sangre, entre otros indicadores del estado de nutrición: la importancia de integrar, en un futuro, en este tipo de proyectos a estudiantes de las carreras de nutrición, de las cuales existen alrededor de 149 en el país.

[...] el involucrar a las carreras de nutrición reduciría los costos, inclusive de operación, porque yo tenía que capacitar, por ejemplo, y estandarizar [...] Es bastante difícil, pero lo logramos. Pero si lo podemos hacer con la gente de las universidades que son estudiantes de nutrición hay un ganar-ganar. Por un lado, ellos ganan que se están formando. Por ejemplo, en la zona mazahua hemos tenido experiencias en donde en la universidad intercultural dicen: ya no queremos ir a clases, queremos ir a campo porque allí aprendemos. ¿Qué va en este sentido?, el que los alumnos aprendan, pero obtenemos información, que alguien la esté dirigiendo, que sea provechosa para el propio estado y para el país.

- Respecto de la colaboración con la UASLP:

[...] en el camino nos dimos cuenta de que quizás debimos haber trabajado de manera más cercana, sin embargo, sí tuvimos éxitos porque pudimos trabajar de manera adecuada, si a mí me volvieran a invitar otra vez trabajaría con ellos, pero ya con lo que aprendí de esta experiencia

Por su parte, el doctor Jaime Reyes Hernández (coordinador del grupo de investigadores de la UASLP) repara en la gestión del proyecto dentro de la UASLP y la relevancia de contar con personal administrativo específico. Ya que no tener a “alguien que apoye, los aspectos administrativos crean un problema [...] Yo contrataría técnicos académicos y gente administrativa, porque simplemente el hecho de estar sacando copias y oficios que hay que llevar a las diferentes instancias, eso quita muchísimo tiempo, te tardas a veces días completos solamente en la parte administrativa, lo que no deja mejorar los alcances”.

En cuanto a la interacción con las instituciones usuarias y su apoyo operativo en la gestión de permisos para trabajar en las comunidades con los beneficiarios, el investigador de la UASLP destaca la posibilidad de que exista un responsable directo y dedicado a atender los requerimientos al respecto: “porque a pesar de que tenemos a alguien con quien contactar, tiene muchísimas más ocupaciones y entonces no nos pueden resolver tan pronto”.

Para la doctora Mónica Liliana Rangel Martínez (representante del usuario principal del proyecto), uno de los puntos que trabajar más como institución se refiere a propiciar la participación de la comunidad local: “el que las jurisdicciones sanitarias, que son las partes regionales de los servicios de salud, estén directamente involucradas” porque “ellos son quienes operan, finalmente, los programas. Se dio más centralizado y si tuviera que hacer algo diferente sería eso, involucrar más a las autoridades locales para que conozcan el proyecto y para que también puedan saber los resultados”.

Del proceso de reflexión y análisis sobre el desarrollo del proyecto, del accionar de los principales actores que como investigadores, usuarios y beneficiarios participaron en él, de los factores internos y externos que influyeron en su trayectoria, también se desprende que:

- La vinculación entre instituciones con importante trayectoria de investigación en diferentes áreas enriquece y prepara para la colaboración en nuevos proyectos.
- La aplicación apegada completamente a la teoría es complicada en proyectos que se desarrollan en ámbitos de marginación, donde es difícil dar seguimiento debido a usos y costumbres de las comunidades que restringen la participación de los grupos estudiados. Ha quedado claro que los investigadores tienen que desarrollar capacidades de negociación con grupos sociales diversos y de adaptación a condiciones adversas derivadas de la falta de confianza en las instituciones y la situación de inseguridad que reina en diversas regiones del país.

- La flexibilidad en la estructuración y ejecución de los proyectos es indispensable para enfrentar los cambios que pueden presentarse ante los múltiples factores externos que suelen afectar la planeación inicial. Es notable que los investigadores han mostrado voluntad de trabajo, aun cuando los problemas administrativos aparecen.
- La actitud de receptividad y apertura del líder para valorar las opiniones y sugerencias de sus colaboradores es un elemento clave para lograr una sinergia que redunde en el buen desempeño del equipo de trabajo.
- Una colaboración interinstitucional que busque enriquecer el bagaje intelectual y de experiencia de los investigadores involucrados debe contemplar una mayor interacción académica. En el proyecto analizado se contó con un buen ambiente de cooperación, pero éste fue aprovechado principalmente para superar problemas de gestión. Podría haberse generado mayor sinergia en el plano académico, lo cual es importante para acceder a estudiantes, fortalecer redes, identificar rutas alternas para ejecutar actividades complejas, enriquecer las capacidades analíticas y fortalecer las recomendaciones.

2.10. Grupo de trabajo

Título del proyecto	Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí
Responsable técnico	Doctora Teresa Shamah Levy, Instituto Nacional de Salud Pública
Integrantes del grupo de trabajo	Por el Instituto Nacional de Salud Pública: Lucía Cuevas Nasu Elsa Berenice Gaona Pineda Ignacio Méndez Gómez-Humarán Salvador Villalpando Hernández Juan A. Rivera Dommarco Por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí: Jaime Reyes Hernández Josefina Gallegos Martínez Ana Gabriela Palos Lucio Paola Algara Suárez
Usuarios	Secretaría de Salud del Estado de San Luis Potosí DIF estatal

Tabla 8. Resumen curricular del equipo de investigación

Equipo de investigación Instituto Nacional de Salud Pública
<p>Teresa Shamah Levy Licenciada en Nutrición, maestra en Ciencias de la Salud y doctora en Salud Pública. Directora de Vigilancia de la Nutrición del Centro de Investigación en Nutrición y Salud del INSP. Profesora en la Maestría en Nutrición de la Escuela de Salud Pública de México. Ha sido responsable de evaluaciones externas de los programas de Oportunidades (Progres), del programa de fortificación de la leche Liconsa y del DIF Estado de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNI-I. Ha asesorado las encuestas nacionales de nutrición en Venezuela y Ecuador. Ha sido consultora del BID.</p>
<p>Lucía Cuevas Nasu Licenciada y maestra en Nutrición. Investigadora en Ciencias Médicas del Departamento de Vigilancia de la Nutrición del Centro de Investigación en Nutrición y Salud. Profesora en la Maestría en Ciencias en Nutrición y Salud Pública de la Escuela de Salud Pública de México. Perteneció al Colegio de Profesores de Nutrición del INSP.</p>
<p>Elsa Berenice Gaona Pineda Química en Alimentos. Maestra en Ciencias de la Salud. Asesora de programas de abastos de alimento y salud comunitaria para habitantes de zonas marginales de la Ciudad de México. Investigaciones en epidemiología nutricional en el Centro de Investigación en Nutrición y Salud del INSP.</p>
<p>Ignacio Méndez Gómez Humarán Maestro en Ciencias en Oceanografía Costera por la Universidad Autónoma de Baja California. Especialización en estadística aplicada. Fue director del Departamento de Estadística en El Colegio de la Frontera Norte y director general de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el Instituto Nacional de la Pesca.</p>
<p>Salvador Villalpando Hernández Investigador del Instituto Nacional de Salud Pública; médico cirujano por la UNAM y doctor en Ciencias Médicas. Investigador Nacional Nivel III. Consultor para la OMS, la Organización Panamericana de la Salud, la Royal Society de Londres y la Academia de Ciencias del Vaticano. Experiencia en el diseño y evaluación de programas de nutrición pública nacionales, entre ellos la Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Coinvestigador en la evaluación de impacto del componente de Nutrición de Oportunidades 1998.</p>
<p>Juan A. Rivera Dommarco Director del Centro de Investigación en Nutrición y Salud del Instituto Nacional de Salud Pública. Maestro y doctor en Epidemiología de la Nutrición por la Universidad de Cornell, en Ithaca, N. Y., donde también es profesor adjunto. Investigador Nivel III. Director Fundador del Centro de Investigación en Nutrición y Salud del INSP. Profesor en la Escuela de Salud Pública de México y en la Escuela de Salud Pública Rollins de la Universidad de Emory en Atlanta, G. A. Investigación en epidemiología de la malnutrición, efectos a corto y largo plazo de desnutrición durante la niñez temprana, efectos del zinc y las deficiencias de otros micronutrientes en el crecimiento y la salud.</p>
Equipo de investigación Universidad Autónoma de San Luis Potosí
<p>Jaime Reyes Hernández Ingeniero en Alimentos por la UASLP, donde se desempeña como profesor. Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Doctor en Ciencia de los Alimentos. Investigador SNI-I. Su experiencia en investigación comprende estudios sobre el amaranto y sus efectos en la nutrición y la salud, la desnutrición infantil, análisis de parámetros sociodemográficos y perfil alimentario en población rural del programa Oportunidades.</p>
<p>Josefina Gallegos Martínez Licenciada en Enfermería por la UASLP, en donde se desempeña como profesora e investigadora y es líder del cuerpo académico de la Facultad de Enfermería. Doctora en Ciencias de Enfermería. Investigador SNI-I. Su línea de investigación comprende estudios sobre la salud-enfermedad en grupos vulnerables y efectos del amaranto en salud y nutrición.</p>

Tabla 8. Resumen curricular del equipo de investigación

(continuación)

Equipo de investigación Instituto Nacional de Salud Pública
<p>Ana Gabriela Palos Lucio Licenciada en Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Maestra en Salud Pública. Docente e investigadora en la UASLP. Fue coordinadora de proyectos de nutrición en el INSP.</p>
<p>Paola Algara Suárez Doctora en Ciencias Biomédicas Básicas por la UASLP. Fue investigadora del Departamento de Bioquímica, del CINVESTAV. Sus temas de estudio se inscriben en el área de la biología celular.</p>

Fuente: Elaboración propia con datos de Hospital Civil de Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 2014; INSP, 2014; INSP, s.f.; *Revista Digital Universitaria*, 2015; Facultad de Medicina de la UASLP y CONACYT, s.f.; UASLP, 2015, y Foro Mundial de Universitarios, 2008.

2.11. Referencias

- Barquera, S.; Rivera Dommarco, J., y Gasca-García, A. (2001). Políticas y programas de alimentación y nutrición en México. *Salud Pública de México*, 43(5), 464-477.
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (2006). Contexto internacional. En *Desarrollo Social* [Actualización: 16 de junio de 2006]. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/cesop/>
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y Gobierno del Estado de San Luis Potosí (s.f.). Convocatoria 2013-C02, Demandas específicas, Área 1. Salud.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (2010). *Informe de la evolución histórica de la situación nutricional de la población y los programas de alimentación, nutrición y abasto en México*. Distrito Federal, México: CONEVAL. Recuperado de http://www.coneval.gob.mx/rw/resource/coneval/info_public/PDF_PUBLICACIONES/Evolucion_Historica_050411.pdf
- El Economista* (2013, 24 de enero). Municipios que participan en Cruzada Nacional contra el Hambre. Recuperado de <http://eleconomista.com.mx/sociedad/2013/01/24/municipios-que-participan-cruzada-nacional-contra-hambre>
- El Universal* (2014, 2 de septiembre). Adiós a programa panista Oportunidades, inicia Prospera. Recuperado de <http://www.redpolitica.mx/epn-presidente/adios-programa-panista-oportunidades-inicia-prospera>
- FAO (Food and Agriculture Organization) (s.f.). Cumbre Mundial sobre la Alimentación, 13-17 de noviembre 1996, Roma, Italia. Recuperado de http://www.fao.org/wfs/index_es.htm
- FAO (Food and Agriculture Organization) (1996). Excmo. Sr. Francisco Labastida Ochoa, Secretario de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de los Estados Unidos Mexicanos. Discurso pronunciado durante la tercera sesión de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, 14 de noviembre de 1996. Roma, Italia. Recuperado de http://www.fao.org/wfs/index_es.htm

- FAO (Food and Agriculture Organization) (2012). *Escala latinoamericana y caribeña de seguridad alimentaria (ELCSA). Manual de uso y aplicación*. Roma, Italia: FAO.
- Foro Mundial de Universitarios (2008). Instituto Nacional de Salud Pública, presenta magna exposición. Recuperado de http://2015.foro-mundial.info/index.php?option=com_content&view=article&id=892:instituto-nacional-de-salud-publica-presenta-magna-exposicion&catid=23:nutricion&Itemid=81
- Gobierno de la República (2014). ¿Qué es Prospera? Distrito Federal, México: Coordinación Nacional de Prospera Programa de inclusión Social. Recuperado de https://www.prospera.gob.mx/swb/es/PROSPERA2015/Quees_PROSPERA
- Hospital Civil de Guadalajara y Universidad de Guadalajara (2014). XVI Congreso Internacional Avances en Medicina 2014 (XVICIAM), 27 y 28 de febrero y 1 de marzo, 2014. Guadalajara, Jalisco, México. Recuperado de <http://www.insp.mx/avisos/3178-rinden-homenaje-shamah.html>
- Huerta, J. (2014, 13 noviembre). La historia de los desayunos escolares del DIF. *Unión Chiapas*. Recuperado de <http://www.unionchiapas.mx/articulo/2014/11/03/ciudadanos/la-historia-de-los-desayunos-escolares-del-dif>
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) (s.f.). Cuerpo Directivo. Juan Ángel Rivera Dommarco. Recuperado de <http://www.insp.mx/el-instituto/cuerpo-directivo.html>
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados nacionales*. Cuernavaca, Morelos, México: INSP. Recuperado de <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) (2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa. San Luis Potosí*. Cuernavaca, Morelos, México: INSP. Recuperado de <http://ensanut.insp.mx/informes/SanLuisPotosi-OCT.pdf>
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) (2014, noviembre 22). Programa de Salud Global del INSP. Biografías. Salvador Villalpando Hernández. Cuernavaca, Morelos, México: INSP. Recuperado de <http://www.saludglobalinsp.mx/index.php/categoria-biografias/145-salvador-villalpando-hernandez>
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) (2014). Rinden Homenaje a la Dra. Shamah. Cuernavaca, Morelos, México: INSP. Recuperado de <http://www.insp.mx/avisos/3178-rinden-homenaje-shamah.html>
- Ismail, S.; Immink, M., y Nantel, G. (2006). *Mejora de los programas de nutrición. Un instrumento de análisis para la acción*. Roma, Italia: FAO.
- Méndez, E. (2014, 04 de marzo). Sedesol (sic) agregan 503 municipios a la Cruzada Nacional Contra el Hambre. *Imagen Radio*. Recuperado de <http://www.imagen.com.mx/sedesol-agregan-503-municipios-la-cruzada-nacional-contra-el-hambre>

- Plano Informativo* (2015, septiembre 27). Mónica Rangel Martínez, nueva secretaria de Salud. Recuperado de <http://planoinformativo.com/nota/id/415863/noticia/monica-rangel-martinez,-nueva-secretaria-de-salud.html>
- Parker, S. W., y Scott, J. (2001). *Evaluación del Programa de Educación, Salud y Alimentación (Progesa) a partir de: Indicadores de Seguimiento, Evaluación y Gestión 1998-2001. Encuestas de Evaluación 2000*. Distrito Federal, México: División de Economía del Centro de Investigación y Docencias Económicas (CIDE). Recuperado de https://www.prospera.gob.mx/EVALUACION/es/wersd53465sdg1/docs/2001/cide_2001_evaluacion_impacto.pdf
- Reyes, J., y Gallegos, J. (2012). La desnutrición infantil: Población rural del Programa Oportunidades. *Tlatemoani, Revista Académica de Investigación* (9). Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/09/rhgm.html>
- Reyes, J., y Gallegos, J. (2015). *Intervención educativa "Modelo de estabilización nutricional" (Esnut) dirigida a las madres y/o padres, profesores y a los menores con desnutrición beneficiarios de programas de recuperación nutricional con amaranto, complemento nutrisano o desayunos escolares en el sistema DIF*. Informe de la tercera etapa del proyecto (Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí). San Luis Potosí, México: UASLP, Facultad de Enfermería.
- Reyes, J. (2015). *Desarrollo de una base nutricional para la incorporación en un nuevo producto. Tercer informe final del proyecto* (Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí). San Luis Potosí, México: UASLP.
- Shamah, T; Rivera, J.; Mundo, V.; Cuevas, L.; Morales, C.; Jiménez, A.; González, T.; Escobar, L., y González, L. (2012). La doble carga de la malnutrición: Desnutrición y obesidad. En FAO. *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012*. Distrito Federal, México: SAGARPA, SEDESOL, Instituto Nacional de Salud Pública, FAO. Recuperado de http://www.colpos.mx/wb_pdf/Panorama_Seguridad_Alimentaria.pdf
- Shamah, T. (2015). *Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil de San Luis Potosí*. Informe técnico final. Distrito Federal, México: INSP y UASLP.
- Shamah, T.; Cuevas, L.; Gaona, E. B.; Méndez, I.; Villalpando, S., y Rivera, J. A. (2015a). *Análisis de impacto de los programas Desayunos escolares, Prospera y Rescate de la Nutrición con Amaranto sobre el estado de nutrición de los beneficiarios en comparación con los no beneficiarios en el estado de San Luis Potosí*. Programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil. Clave del proyecto: FMSLP-2013-C02-208475.

- Shamah, T.; Cuevas, L.; Gaona, E. B.; Méndez, I.; Villalpando, S., y Rivera, J. A. (2015b). *Alcance o beneficio socioeconómico, efecto de los programas sobre la seguridad alimentaria, su costo efectividad con anemia y adhesión de los beneficiarios a cada uno de los suplementos y complementos alimenticios*. Proyecto: Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil de San Luis Potosí. Clave del Proyecto FMSLP-2013-CO2-208475.
- Shamah, T.; Cuevas, L.; Gaona, E. B.; Méndez, I.; Villalpando, S.; Rivera, J. A.; Reyes, J.; Gallegos, J.; Algara, P., y Palos, A. G. (2015c). *Políticas de intervención y planes de combate a la desnutrición infantil en el estado de San Luis Potosí*. Proyecto: Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí. Clave del Proyecto FMSLP-2013-CO2-208475.
- Sotomayor, C. (2000). La asistencia social en México en los últimos 25 años del siglo XX. *Revista Jurídica de la Escuela Libre de Derecho de Puebla* (2), 187-192.
- SCJN (Suprema Corte de la Justicia de la Nación) (2012). Tratados internacionales de los que el Estado Mexicano es parte en los que se reconocen derechos humanos. Distrito Federal, México: SCJN. Recuperado de <http://www2.scjn.gob.mx/red/constitucion/TI.html>.
- Tristán, M. (2009, 27 de diciembre). SS continúa programa contra la desnutrición. *Plano Informativo*. Recuperado de <http://www.planoinformativo.com/nota/id/59986>.
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y CONACYT (s.f.). Biomedicina Integrativa y Molecular. Profesores. Paola Algara Suárez. Recuperado de <http://www.pcbp.mx/BIM/Profesores>.
- UASLP (Universidad Autónoma de San Luis Potosí) (2015). Planta académica. Recuperado de http://www.enfermerianutricion.uaslp.mx/Paginas/Planta_Academica_MSP.aspx
- Revista Digital Universitaria* (2015). Colaboran, Lucía Cuevas Nasu, 16(5). Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/colaboran>.

3. Identificación, propuesta de manejo y evaluación de sostenibilidad de zonas y obras factibles para el abastecimiento de agua potable en áreas rurales de la región del Altiplano potosino. Definición de las mejores alternativas

Víctor Manuel Arias Estévez

3.1. Introducción

En la región Altiplano de San Luis Potosí existen condiciones climáticas, geográficas y sociales que han dificultado el abastecimiento de agua potable para sus comunidades a lo largo de décadas. El Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT) y los sectores involucrados con el tema del agua lo consideran prioritario por guardar una estrecha relación con el desarrollo humano y económico. A través del Fondo Mixto se han identificado las demandas que, de ser atendidas, podrían revertir los efectos de esta problemática.

El presente trabajo documenta y analiza los detalles del proyecto de investigación realizado por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), en colaboración con el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), para definir las mejores alternativas de uso, manejo y abastecimiento de agua potable en las comunidades del Altiplano Potosino.

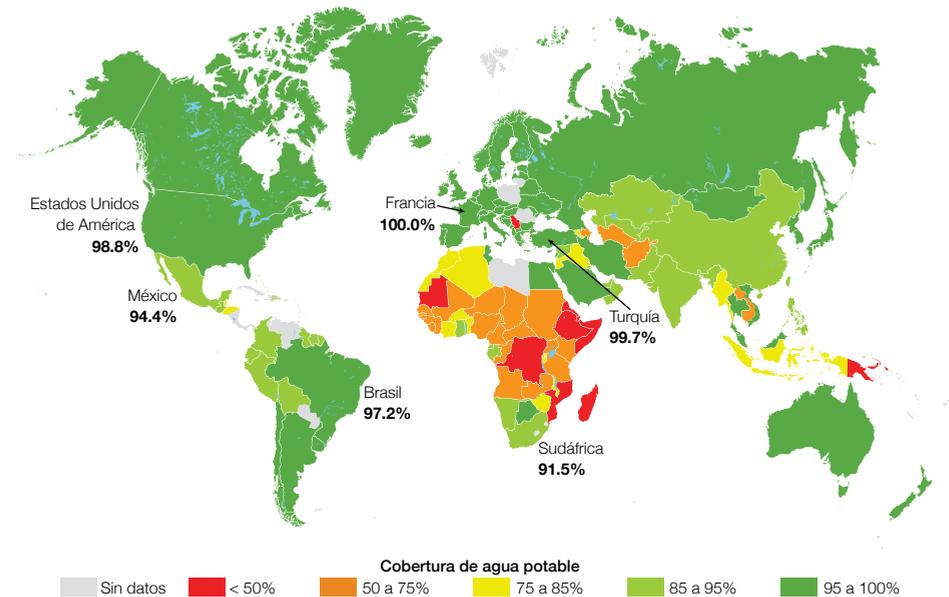
El método utilizado fue el estudio de caso que, para su documentación, se apoyó de los informes técnicos y administrativos, y de los productos y anexos generados en el proyecto; así como de entrevistas realizadas en noviembre de 2015 al maestro Juan Carlos Tejeda González y a la licenciada Araceli Carvajal Mendoza, ambos de la UASLP.

Este documento describe las investigaciones realizadas durante las dos etapas del proyecto y sus productos, así como la metodología utilizada para su desarrollo. Asimismo, documenta y analiza los resultados del proyecto y sus impactos.

3.2. Panorama estatal de la demanda específica

En 2010, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) reconoció el acceso al agua potable y saneamiento como un derecho humano, y conminó a las naciones y organizaciones internacionales a tomar medidas económicas y tecnológicas que propiciaran el suministro de agua limpia y saneamiento, sobre todo en los países en vías de desarrollo (ONU, 2010).

Ilustración 1. Cobertura de agua potable mundial de acuerdo con datos de 2013 del Programa conjunto de vigilancia del abastecimiento de agua y saneamiento (ONU-UNICEF)



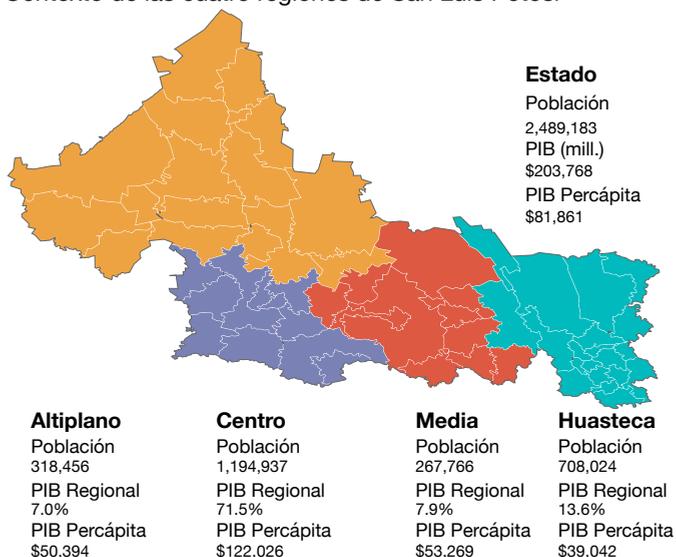
Fuente: CONAGUA, 2013.

En México, el acceso al agua potable cubre a 92 por ciento de la población, de acuerdo con cifras estimadas para 2012. Esto representa 95.5 por ciento de la cobertura en zonas urbanas y 80.3 por ciento en zonas rurales (CONAGUA, 2013). Si bien las cifras colocan a México como uno de los países en vías de desarrollo con mayor cobertura de agua potable a su población, también cabe destacar que las condiciones geográficas y climáticas de algunas regiones del país dan origen a irregularidades significativas en la disponibilidad del recurso.

Los recursos hídricos de San Luis Potosí se abastecen de dos cuencas, la región hidrológica Cuencas Centrales del Norte y la región hidrológica Golfo Norte. Del total de agua extraída en todo el estado, 784 mil metros cúbicos corresponden a aguas subterráneas, y 1 millón 063 mil metros cúbicos a superficiales. En San Luis Potosí existe una problemática importante respecto de los recursos hídricos: el diagnóstico oficial señala que el agua es cada día más escasa y de una calidad deficiente, con serias implicaciones en la salud pública. Además, la expansión de terreno agrícola ha actuado en detrimento de espacios naturales y hay datos de contaminación de aguas subterráneas y superficiales, de tal forma que es evidente el mal manejo y sobreexplotación del recurso (COPLADE, 2010)

El estado de San Luis Potosí está conformado por cuatro regiones (Huasteca, Media, Centro y Altiplano) con características climáticas diversas y con grados

Ilustración 2. Contexto de las cuatro regiones de San Luis Potosí



Fuente: SEDECO, 2009

de desarrollo económico y humano dispares. En la ilustración 2 se observan cifras sobre el desarrollo económico y poblacional heterogéneo entre regiones: mientras que la región Centro genera más de 70 por ciento del producto interno bruto regional (PIB), la del Altiplano tan sólo 7 por ciento. La región Altiplano se caracteriza también por un alto grado de marginación social, y en ésta persiste un fenómeno migratorio en constante crecimiento.

En términos de recursos hídricos, la región Altiplano presenta problemáticas complejas, que van de la importación de agua desde otros municipios a la falta de identificación de fuentes alternativas para el abastecimiento de agua potable, así como focos de contaminación cercanos a los pozos existentes. Otros problemas destacables son la falta de obras de protección contra inundaciones en suelos agrícolas, lo que provoca la infiltración y contaminación de los pozos cercanos; la falta de diseño de obras eficientes y económicas para la extracción del agua y la calidad del agua considerada potable, que por condiciones naturales y efectos de la actividad humana tiene contaminantes por encima de la normatividad establecida.

Las autoridades del Gobierno de San Luis Potosí, a través del COPOCYT y de la Comisión Estatal del Agua (CEA), identificaron los factores para priorizar el tema del aprovechamiento, abastecimiento y gestión del agua en la región Altiplano, con base en los problemas expuestos en el párrafo anterior. En la definición de la demanda específica, adicionalmente, señalan que, debido a las

características geográficas, la región presenta un grado de cobertura inferior y una precipitación media anual por debajo de la media nacional que, junto con elementos de desigualdad social y migración, colocan a la región en desventaja para el desarrollo económico y social de sus comunidades con respecto de otras regiones del estado y del país. Si bien es cierto que para impulsar el desarrollo de la región es necesario atacar varios frentes, también resulta de suma importancia contar con estudios integrales que proporcionen alternativas factibles para atacar de manera coordinada los problemas asociados al agua potable y su abastecimiento en la región del Altiplano potosino.

3.3. Propuesta de atención a la demanda específica

A través de un grupo de investigación de la UASLP en temas relacionados con el agua, adscritos al Programa Universitario del Agua (PUA),¹ se reconoció en la Convocatoria 2012 del Fondo Mixto de San Luis Potosí una ventana de oportunidad para utilizar la metodología de evaluación ambiental estratégica (EAE) como una herramienta idónea para determinar las alternativas más viables en el abastecimiento de agua potable en la región Altiplano.

La demanda específica 2.1 de la convocatoria (determinación de zonas factibles de explotación y propuestas alternativas de aprovechamiento de los recursos hídricos con fines de abastecimiento de agua potable en la región del Altiplano potosino) tuvo seis objetivos específicos, de los cuales el grupo de investigación determinó atender sólo tres de ellos. El argumento fue que el propósito y los alcances del grupo se concentraron en proponer las mejores alternativas para el abastecimiento de agua de calidad, sugiriendo su manejo y valorando su sostenibilidad en el Plan de Gestión Integral de Agua Potable, más que mediante la realización de investigaciones técnicas delimitadas. Además de que los objetivos seleccionados de la convocatoria se cubrían con la metodología de evaluación ambiental estratégica, elegida para la propuesta del proyecto.

Los objetivos específicos de la demanda abordados por el grupo de investigadores fueron:

1. Localizar fuentes potenciales de abastecimiento de agua apta para el consumo humano.

¹ Se trata de un grupo de investigadores de varias dependencias de la UASLP que realiza estudios e investigaciones multidisciplinarias que aporten claridad a la problemática ambiental y social del agua en las diferentes regiones de San Luis Potosí.

2. Identificar propuestas alternativas de abastecimiento de agua potable en la región Altiplano.
3. Diseñar estrategias para el funcionamiento, control y eficiencia de las fuentes de abastecimiento de agua potable a corto, mediano y largo plazo.

En este tenor, los objetivos del proyecto diseñados para alcanzar los propósitos de la demanda específica fueron:

- Elaborar un padrón de las fuentes actuales de abastecimiento de agua utilizadas por las comunidades rurales del Altiplano potosino, incluyendo mapas digitales de georreferencia.
- Identificar las obras de captación y las fuentes de agua cuya calidad sea apropiada para abastecimiento de agua potable, o pueda ser mejorada por procesos de tratamiento cuya implementación sea posible en las condiciones del medio rural del Altiplano.
- Establecer las mejores alternativas de abastecimiento de agua de calidad desde la perspectiva de la evaluación ambiental estratégica y con la participación de los actores involucrados.
- Presentar a los usuarios involucrados el informe final de resultados del proyecto, junto con los mapas digitales correspondientes.
- Difundir los resultados obtenidos del proyecto por medio de publicaciones, foros y congresos.
- Formar recursos humanos de licenciatura o posgrado en las temáticas relacionadas al proyecto.

Los objetivos del proyecto se diseñaron pensando en una planeación de largo plazo que, al contrario de otros proyectos, no se limitara a la ejecución de una acción determinada que careciera de seguimiento y que fuera paliativa de una problemática mucho más compleja. Debía observarse de manera integral y en consideración de todos los factores que tuvieran algún grado de influencia con el recurso del agua en la región.

El grupo de investigación que realizó el proyecto identificó como principal usuario a la Comisión Estatal del Agua (CEA) por sus competencias y facultades de gestión de los recursos hídricos. La dependencia aceptó participar y se comprometió a efectuar las gestiones necesarias para aplicar los resultados derivados del proyecto para alcanzar el propósito y finalidad de la demanda específica. Para ello nombró un representante a fin de que le diera seguimiento al desarrollo del

proyecto y colaborara en las actividades del mismo. Además, los investigadores tuvieron acercamiento y colaboración con las autoridades ejidales de los municipios del Altiplano, así como con los encargados de la gestión del agua en las comunidades y con los propios pobladores.

El proyecto se llevó a cabo por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), con la participación del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Fue coordinado por el doctor Pedro Medellín Millán, de la UASLP, quien también fungió como responsable técnico del proyecto ante el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT).

3.4. Desarrollo del proyecto

En la primera etapa del proyecto se realizaron estudios sobre la calidad del agua en la región y estudios sobre las alternativas para su tratabilidad. Asimismo, se hizo un estudio de línea base que concentró la información necesaria para comprender la problemática del agua potable y su abastecimiento en el Altiplano potosino, y que serviría como insumo para la elaboración del Plan de Gestión Integral del Agua, concebido a partir de la evaluación ambiental estratégica (EAE).

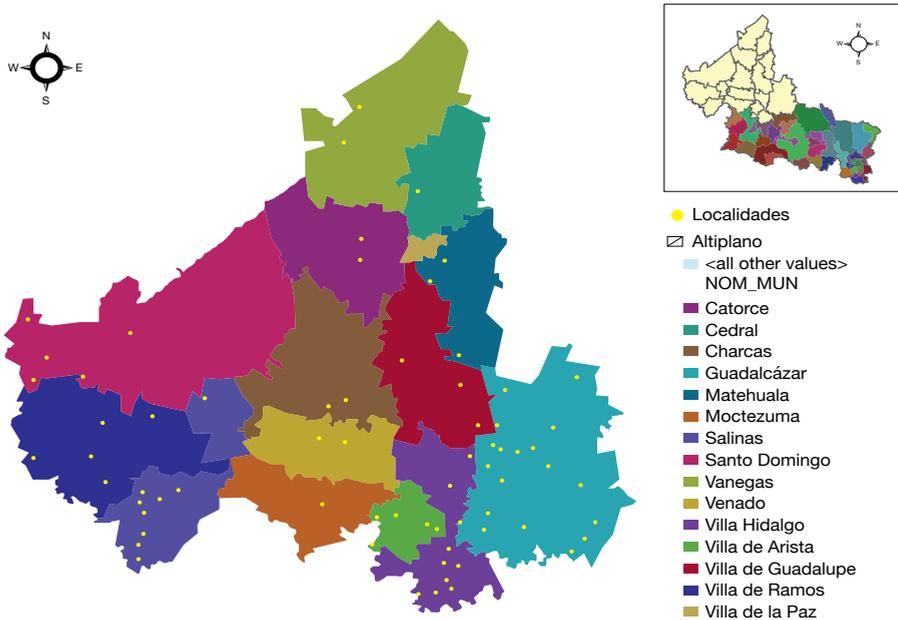
3.4.1. Estudio sobre calidad del agua

Para el estudio de la calidad del agua fueron recolectadas muestras de 77 fuentes de abastecimiento, que corresponden a 64 poblaciones rurales de entre 500 y 2500 habitantes, y siete cabeceras municipales de la región. La ilustración 3 muestra los puntos georreferidos de las poblaciones con el rango de habitantes utilizado para el estudio, que cubren los 15 municipios del Altiplano potosino (Vanegas, Catorce, Cedral, Villa de la Paz, Charcas, Santo Domingo, Villa de Ramos, Salinas, Matehuala, Villa de Guadalupe, Villa Hidalgo, Villa de Arista, Guadalcázar, Venado y Moctezuma).

Adicionalmente se tomaron muestras en ocho poblaciones con menos de 500 habitantes, a petición de las autoridades municipales interesadas en conocer el grado y tipo de contaminación en el agua de estas localidades.

Con base en los procedimientos establecidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM-230-SSA1-2002) relativa al agua para uso y consumo humano (Gobierno de la República, 2002), se realizó la toma de muestras por parte de los miembros del grupo de investigación de la UASLP, en coordinación y colaboración con autoridades de la Comisión Estatal del Agua. Se hicieron pruebas en campo y laboratorio para

Ilustración 3. Localidades rurales con poblaciones entre 500 y 2,500 habitantes en la región Altiplano de San Luis Potosí que fueron consideradas en el proyecto



Fuente: Tejeda, 2014.

determinar los tipos y cantidades de contaminantes presentes en el agua. El periodo de muestreo empezó en julio de 2013 y terminó en octubre de 2014.

Los resultados de los análisis demuestran que hay un problema serio de contaminación de fuentes de abastecimiento por arsénico, fluoruros y plomo, así como bacteriológica. Se destaca que 64.9 por ciento de las fuentes analizadas están contaminadas por plomo.

Ilustración 4. Trabajo de campo. Toma y análisis de muestras en fuentes de abastecimiento



Fuente: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

En cuanto a la contaminación bacteriológica, se detectó principalmente en pozos someros y piletas de almacenamiento. Cabe mencionar que, del total de muestras tomadas en las fuentes de abastecimiento, ninguna contó con las especificaciones mínimas señaladas por la NOM, ya mencionada, referente al agua para uso y consumo humano.

3.4.2. Estudio sobre alternativas para la tratabilidad del agua

Derivado de los resultados del estudio de calidad del agua que revelaron altas concentraciones de contaminantes como plomo, arsénico y flúor en las fuentes de abastecimiento en el Altiplano, se realizó un estudio para encontrar las mejores alternativas de tratabilidad del agua acorde con las circunstancias y contexto de las comunidades. Cabe mencionar que las concentraciones de contaminantes se encontraron por encima de los límites permisibles en la ya referida NOM al respecto, y que son perjudiciales para la salud humana.

El estudio establece una estrategia para el tratamiento del agua contaminada de acuerdo con la naturaleza de las diferentes fuentes de abastecimiento, utilizando procesos de intercambio iónico y adsorción con materiales existentes en el mercado. Los resultados arrojan que los materiales adsorbentes utilizados (resinas de intercambio iónico y carbón activado granular) reducen los contaminantes por debajo de las especificaciones de la Norma Oficial.

Es importante subrayar que se utilizaron dos técnicas para el tratamiento; la primera, en lotes a través de bolsas de adsorción; la segunda, un sistema continuo que actúa con un adsorbedor en etapas. Este último podría significar una alternativa factible en las comunidades del Altiplano, pues se trata de un procedimiento sencillo que puede tratar grandes cantidades de agua sin uso de energía eléctrica. De acuerdo con los informes del grupo de investigación, es necesaria una etapa posterior del proyecto para realizar más estudios y pruebas en laboratorio y campo con el propósito de determinar los parámetros óptimos de operación del sistema, así como el costo-beneficio de su implementación en las comunidades.

El estudio estuvo a cargo del IPICYT, que a su vez colaboró con el Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental (LANBAMA)² con el objetivo de describir en detalle las muestras a lo largo de la etapa de experimentación.

² "Es un laboratorio de servicio que fue creado con aportaciones del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, y es operado y respaldado conjuntamente por la División de Biología Molecular (DBM) y la División de Ciencias Ambientales (DCA) del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)" (IPICYT, s.f.).

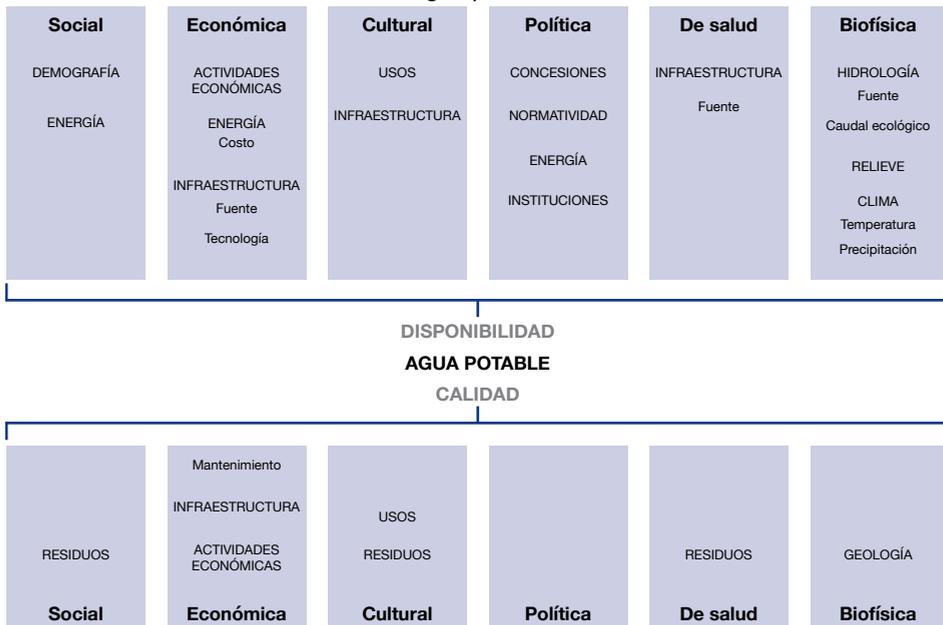
3.4.3. Estudio de línea de base

Para la elaboración del estudio fueron visitadas las comunidades rurales de entre 500 y 2500 habitantes en el Altiplano potosino (la misma delimitación que en la toma de muestras para el estudio de calidad del agua); resultaron 68 localidades distribuidas en los 15 municipios que conforman la región. Los motivos de esta acotación territorial están directamente relacionados con las limitantes en recursos económicos, humanos y logísticos para ampliar la muestra. Sin embargo, esto no excluyó la recopilación de información documental de las cabeceras municipales y localidades menores a 500 habitantes para elaborar el estudio.

El propósito del estudio fue lograr una mayor comprensión de la problemática del agua potable en la región mediante el análisis e identificación de aspectos relacionados con la normatividad, la gestión, los elementos ambientales, los intereses de grupo y particulares en torno al tema.

De acuerdo con el modelo de evaluación ambiental estratégica (EAE), que se detallará más adelante, fueron definidos los elementos ambientales vinculados con el tema central sobre el abastecimiento de agua potable en las comunidades del Altiplano potosino. Estos elementos hicieron posible la construcción de un marco de influencia del agua potable.

Ilustración 5. Marco de influencia del agua potable



Fuente: Tejeda, 2014.

Los insumos para la definición del marco de influencia en torno al agua fueron los antecedentes de investigación obtenidos por grupos expertos en recursos hídricos en la región del Altiplano (Agenda Ambiental de la UASLP, Programa de Ordenamiento Ecológico para el Estado de San Luis Potosí, entre otros); las reuniones informales y de trabajo con autoridades de la Comisión Estatal del Agua; la investigación documental de fuentes oficiales como el Registro Público de Derechos del Agua (REPGA) a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); el trabajo de campo efectuado por el grupo de investigación entre julio de 2013 y mayo de 2014, y las reuniones de los investigadores con algunos miembros de los Comités de Agua instituidos en las comunidades o con representantes del comisariado ejidal.

Con base en el marco de influencia se describió el ambiente y la problemática asociada al agua potable en la zona de estudio. En esta descripción se observan las dimensiones sociales, económicas, culturales, políticas, de salud y biofísicas que afectan la disponibilidad y calidad del recurso (véase la ilustración 5).

Después, el grupo de investigación analizó e interrelacionó cada una de las dimensiones (social, económica, cultural, etcétera) y sus elementos con el fin de establecer el contexto ambiental general del agua potable en el Altiplano potosino.

Las principales conclusiones del estudio de línea base son las siguientes:

- De las localidades visitadas durante el trabajo de campo, 95 por ciento cuenta con alguna fuente de abastecimiento de agua.
- Algunas localidades sin fuentes propias compran el recurso en fuentes y norias particulares para satisfacer sus necesidades.
- Se puede afirmar que en la región Altiplano no existe un problema de disponibilidad de agua (aun con datos de sobreexplotación de casi todos los acuíferos de la región), sino de mala planeación y distribución, que ha ocasionado que 85 por ciento del recurso hídrico se utilice en actividades agropecuarias, y no en el uso público.
- Del total de las fuentes de agua de las que se levantaron muestras, ninguna cumplió con los niveles máximos permisibles para uso y consumo humano, lo que se traducirá en el largo plazo en problemas de salud en la población del Altiplano.
- Existe afectación de la calidad del agua por la falta de capacidad institucional para el mantenimiento y aseguramiento de las fuentes.
- El rezago social en la región impide el pago de los recibos por servicios eléctricos con los que se bombea agua de los pozos.

- Existe también falta de responsabilidad de quienes, aun con recursos para el pago de los servicios eléctricos, no lo realizan, en detrimento de toda la comunidad.
- Se carece de una política social que promueva el empleo y disminuya el asistencialismo oficial.
- El marco jurídico sobre la gestión del agua está desarticulado y crea duplicidad e indefinición y delimitación de responsabilidades en las autoridades.
- Se identificó incapacidad de las autoridades para el cumplimiento de la normativa asociada a problemas de impunidad en el ejercicio público.

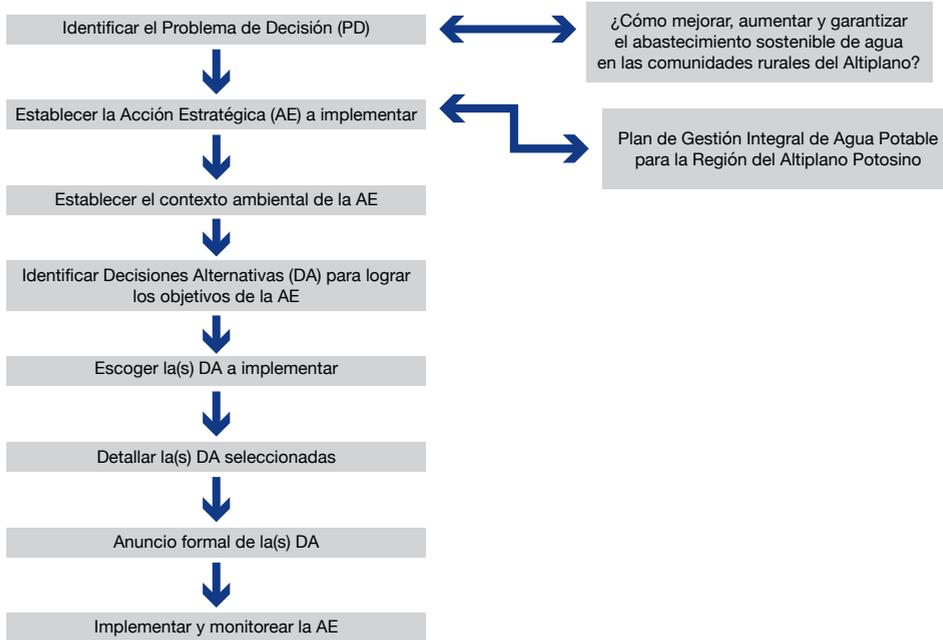
3.4.4. Evaluación ambiental estratégica

Como se señaló con antelación, el Plan de gestión integral del agua para la Región del Altiplano *potosino* se elaboró a partir de la metodología de la evaluación ambiental estratégica, cuyo principio fundamental es articular los programas de desarrollo con las consideraciones ambientales en los procesos de toma de decisiones. Estos ajustes se ven reflejados en políticas, estrategias, planes o programas, y significan procedimientos de mejora en los instrumentos de planificación.

- En México, la aplicación de la evaluación ambiental estratégica no tiene precedentes formales. En la normativa del país únicamente se establece la realización de estudios de impacto ambiental (EIA) para proyectos, en su mayoría de obra civil (por ejemplo, la construcción de carreteras), que pudieran representar un impacto al medio ambiente. En este tipo de evaluación no se contemplan las políticas, planes y programas que pudieran tener un impacto ambiental significativo, de tal forma que los EIA muestran deficiencias en prevención y son de corto alcance.
- El marco de actuación de la evaluación ambiental estratégica se muestra en la ilustración 6.

Para efectos del proyecto que nos concierne, el modelo de EAE fue adaptado a las circunstancias locales relacionadas con el tema del agua (Tejeda, 2014), debido a que las fuentes de información para establecer el contexto ambiental son escasas, poco confiables o no existen. Por lo tanto, para el proyecto se tuvo que generar esa información a partir del trabajo de campo y de investigación en las fuentes documentales disponibles.

Ilustración 7. Modelo general de EAE para conformar el PGIAP



Fuente: Tejeda, 2014.

por el grupo de investigación: el 26 noviembre, en la ciudad de Salinas, y el 2 de diciembre, en la ciudad de Matehuala. En estos seminarios taller participaron autoridades municipales y ejidales, representantes de los organismos operadores municipales del agua y de los comités del agua en las comunidades rurales, académicos de instituciones educativas y de investigación de San Luis Potosí, así como de algunas dependencias federales y estatales (SEDESOL, COEPRIS, CEA, SEDARH).

El documento, en primer lugar, destaca las relaciones entre las diferentes problemáticas actuales en la gestión del agua en la región de estudio y, en segundo lugar, establece el conjunto de acciones que podría implementarse para resolver dichas problemáticas.

De acuerdo con el grupo de investigación, el Plan presenta información útil y efectiva para el logro de la sustentabilidad en el acceso al recurso hídrico en la región Altiplano, y es un instrumento que coadyuva a la toma de decisiones de las autoridades de todos los niveles para resolver la problemática asociada con el agua potable.

Para la Comisión Estatal del Agua, identificada como el usuario principal, el Plan pretende ser una herramienta de apoyo en la toma de decisiones que permita la creación de nuevas políticas públicas sobre el recurso hídrico. Cabe señalar que

la dependencia, a través de sus autoridades, participó de manera activa en reuniones para definir las acciones necesarias y alternativas para revertir los efectos de la problemática del agua en la región, y tuvo retroalimentación frecuente con el grupo de investigación que desarrolló el proyecto.

Sin embargo, hasta el momento de documentar este caso, y a pesar de haberse entregado en tiempo y forma el Plan de gestión al usuario (CEA), debido al cambio reciente de autoridades en el gobierno estatal, y en particular en la Comisión Estatal del Agua, no se había realizado una reunión con las nuevas autoridades para exponer los principales resultados del proyecto y las utilidades del Plan de Gestión, que puede significar un instrumento de apoyo en la definición de una nueva política en torno al agua potable en el Altiplano.

Los alcances del Plan comprenden aspectos como la integración de los resultados generados en la primera etapa del proyecto; el análisis de las propuestas de los diferentes actores respecto de las mejores alternativas para el abastecimiento de agua potable en el Altiplano potosino; la evaluación ambiental de las alternativas propuestas, y la construcción de escenarios para el abastecimiento del agua potable en la región en el corto, mediano y largo plazos.

Debemos puntualizar que, si bien los resultados del estudio de línea base de la primera etapa señalan que en la región Altiplano no existe un problema de disponibilidad del recurso, fue necesario definir alternativas para su abastecimiento, en el entendido de que esto supone mejoras en la distribución, usos, suministro, almacenamiento, gestión, infraestructura, calidad y sostenibilidad, y no sólo en su disponibilidad en las comunidades que conforman la región.

En el Plan se definen tres objetivos estratégicos y sus respectivas metas, que se han resumido en la tabla 1.

Tabla 1. Objetivos estratégicos y metas del Plan de gestión integral de agua potable para la región del Altiplano potosino

Objetivos estratégicos	Metas
1. Acceso sostenible a agua potable	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar la sostenibilidad de la accesibilidad física y económica a agua potable para los habitantes del Altiplano potosino.
2. Calidad en los servicios de agua potable en modelo mejorado de gestión del recurso	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la calidad de la prestación de los servicios de agua potable en el Altiplano potosino. Mejorar el modelo de gestión de los recursos hídricos para permitir la participación ciudadana efectiva y la sostenibilidad económica de éste.
3. Marco jurídico fortalecido y actualizado	<ul style="list-style-type: none"> Proponer adecuaciones al marco jurídico de la gestión del agua que permitan equipararlo a las disposiciones legales más actuales en la materia, y que fortalezcan a las instituciones y actores involucrados en la gestión del recurso.

Las propuestas recabadas en los seminarios taller fueron agrupadas de acuerdo con las temáticas. De esta manera, se enunciaron propuestas en las áreas de salud, investigación, política, educación, planeación, institucionales y legislativas. Cada una de las propuestas fue sometida a análisis de jerarquización y de evaluación de efectos ambientales.

El grupo de investigación determinó que las propuestas debían estructurarse en forma de programas que permitieran alcanzar las metas planteadas en los objetivos específicos del Plan. La justificación para estructurar las propuestas de acción en programas fue que, debido a la complejidad que presentan las relaciones entre los distintos elementos del *marco de influencia* del agua potable, no es posible establecer una solución única del *problema de decisión* (cómo mejorar, aumentar y garantizar el abastecimiento sostenible de agua en las comunidades rurales del Altiplano). A continuación se expone un resumen de los programas y sus líneas generales de acción.

3.4.5.1. Programa de investigación

- Energías alternativas: investigación aplicada para generar energía eólica y solar para reducir costos en la extracción del agua.

Ilustración 8. Molino de viento para extracción de agua



Fuente: UASLP.

Ilustración 9. Ejemplo de equipo de extracción de agua deteriorado

Fuente: UASLP.

- Alternativas de potabilización: investigación básica y aplicada para implementar sistemas de potabilización a bajo costo de inversión y mantenimiento, reduciendo el uso de sustancias químicas.
- Reuso de agua: desarrollar estrategias de aprovechamiento del agua utilizada en las comunidades en actividades que no requieran calidad de nivel de consumo (riego de plantas de ornato, agua para sanitarios).
- Mejoramiento de materiales y equipamiento: investigación sobre materiales de bajo costo y larga durabilidad acordes con el tipo de agua y el clima predominantes en la región.

3.4.5.2. Programa de salud

- Monitoreo de la calidad del agua: diseño de un sistema de monitoreo de las fuentes de abastecimiento para garantizar estándares adecuados para uso humano.
- Protección de las fuentes de agua: establecer medidas de protección contra contaminación y seguridad de las fuentes de abastecimiento en el Altiplano.
- Cosecha de agua de lluvia: fortalecer los programas de aprovechamiento de aguas de lluvia para disminuir la presión hacia la extracción de aguas subterráneas.

Ilustración 10. Ejemplo de mala protección de las fuentes de agua



Fuente: UASLP.

Ilustración 11. Ejemplo de cosecha de agua de lluvia



Fuente: UASLP.

3.4.5.3. Programa de planeación

- Planeación del desarrollo comunitario: impulsar la gobernanza para establecer mecanismos de planeación comunitaria que identifiquen capacidades, recursos y necesidades de cada comunidad.
- Planeación municipal y estatal a largo plazo: implementar procesos de planeación que traspasen los ciclos gubernamentales y una actualización normativa profunda en el tema del agua.

3.4.5.4. Programa de actualización normativa

- Actualización en materia del derecho humano al agua: actualizar la normativa vigente para alinearla a las disposiciones sobre el derecho humano al agua.
- Actualización de reglamentos municipales: fortalecer la capacidad reguladora de los municipios respecto de la gestión del agua.

3.4.5.5. Programa de educación

- Consumo de agua potable en las comunidades: desarrollar una campaña de educación para impulsar el uso y consumo de agua potable para minimizar los efectos negativos en la salud por el consumo de agua no potable.
- Campañas para el uso eficiente del agua: combatir el uso del agua en actividades de riego y pecuarias y disminuir su disponibilidad en esos rubros para orientarla a usos más importantes, como el personal. Impulsar un consumo responsable del recurso.
- Capacitación del personal de los organismos operadores de agua y responsables del servicio en los municipios: capacitar a los prestadores de servicio en rubros de su competencia (administración, diseño y desarrollo de proyectos, etcétera).

3.4.5.6. Programa de fortalecimiento institucional

- Acceso a la información: fortalecer el acceso a la información en materia de agua que concentran instituciones relacionadas con la gestión del recurso en el Altiplano.
- Monitoreo de la aplicación de recursos federales: desarrollar un mecanismo de supervisión de aplicación de recursos federales destinados a

programas de abastecimiento de agua potable en las comunidades. Evitar que se lucre con la ejecución de estos proyectos.

- Cooperación interinstitucional: establecer reglas de cooperación y comunicación interinstitucional de los organismos encargados de la gestión del agua en el Altiplano y hacer eficiente la asignación de proyectos y la ampliación de atención a sectores vulnerables. Asimismo, evitar la duplicidad de funciones.

Ilustración 12. Ejemplo de abastecimiento de agua en contenedores



Fuente: UASLP.

3.4.5.7. Programa de gestión política

- Vigilancia en la asignación de apoyos gubernamentales: establecer un mecanismo para vigilar la asignación de apoyos para infraestructura asociada al abastecimiento de agua, de manera transparente y sin prerrogativas.
- Redistribución de las concesiones de agua: equilibrar y hacer cumplir las disposiciones nacionales e internacionales en materia de asignación del recurso, priorizando su uso urbano y doméstico.
- Gestión de los usos del agua: planeación coherente para el uso de agua en el Altiplano potosino.

- Apoyo para alternativas más baratas de abastecimiento de agua: que los tomadores de decisión prioricen los recursos para el desarrollo de alternativas más baratas de extracción, almacenamiento y distribución del agua; así como para la generación de energía eléctrica para extracción del recurso en las comunidades.

Es importante señalar que cada uno de estos programas sólo presenta líneas de acción generales que fueron identificadas en las reuniones descritas y jerarquizadas por el grupo de investigación. La definición de las acciones detalladas, sus ejecutores y el contexto en que deben implementarse corresponderá a los usuarios del Plan, así como realizarlas en función de sus capacidades y prioridades.

Los productos generados en el proyecto son los siguientes:

- Estudio de línea base, fundamentado en datos de las fuentes de abastecimiento de agua identificadas y mapas digitales.
- Estudio de calidad del agua de las fuentes de abastecimiento de agua identificadas.
- Manual de los procesos de tratabilidad del agua contaminada en las fuentes de abastecimiento.
- Plan de gestión integral de agua potable para la Región del Altiplano potosino (tanto la definición de mejores alternativas de zonas y de factibilidad de obras como la propuesta de manejo para su sostenibilidad).

El grupo de investigación ha hecho las gestiones pertinentes para solicitar una reunión con las nuevas autoridades de la Comisión Estatal del Agua con el propósito de presentar, discutir y exponer los resultados del Plan de gestión integral del agua para la región del Altiplano potosino. Se prevé que la reunión se efectuará en el primer bimestre de 2016. A partir de dicha reunión, el grupo programará un taller con los responsables de la gestión del agua y las autoridades del Altiplano para darles a conocer los resultados del proyecto y transferir los procedimientos y alternativas sobre la tratabilidad del agua en sus fuentes de abastecimiento.

3.5. Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto

Es imprescindible tener claro que el Plan de gestión integral de agua potable no es una solución de la problemática del abastecimiento del recurso, sino la base para construir un sistema de gestión del agua en la región del Altiplano potosino que

atienda las necesidades de las comunidades. Habrá que tomar en cuenta que el involucramiento de la Comisión Estatal del Agua es un factor muy importante para que las propuestas emanadas del proyecto de investigación tengan repercusiones reales en las comunidades de esa región.

La implementación de las alternativas propuestas en el Plan proyecta una serie de beneficios económicos y sociales para la región Altiplano con los siguientes planteamientos.

Redistribución de concesiones de agua. En algunas comunidades el recurso hídrico se destina en su mayoría a actividades agrícolas, lo que ha significado presión en la extracción de acuíferos. Se propone utilizar pozos agrícolas existentes como alternativa para disminuir esta presión, con lo cual se lograría un ahorro de extracción de 20 por ciento, redistribuible al uso público y urbano.

Cosecha/captación de agua de lluvia. Se debe impulsar la construcción de sistemas de cosecha de agua en las casas del Altiplano coordinando los esfuerzos de las instancias oficiales que realizan ese tipo de obras. Igualmente, es necesario asesorar a la comunidad para evitar la proliferación de algas y la filtración de polvos en la captación de agua de lluvia en las ollas de agua identificadas en la región, que proporcionarían agua de calidad a la población.

Fortalecimiento de los comités rurales del agua. Capacitación y orientación para la atención de problemas en el suministro y gestión del agua. No se recomienda, por ejemplo, continuar con la perforación para la extracción de agua, pues afectará el subsuelo y la calidad de agua, y provocará disminución de los mantos freáticos de los pozos existentes.

Uno de los resultados previstos del proyecto fue el diseño de un conjunto de estrategias para definir las mejores alternativas de abastecimiento de agua de calidad desde la perspectiva de la evaluación ambiental, con la participación activa de los miembros y autoridades de las comunidades del Altiplano. Sin embargo, la poca participación en los talleres organizados para la definición de estas alternativas limitó su visión estratégica. Cabe señalar que se identificaron algunas acciones importantes en el mediano y largo plazos.

Planeación comunitaria del desarrollo. Las problemáticas en las comunidades tienen similitudes, sin embargo, la forma de lidiar con ellas interna y externamente tiene sus propias particularidades y no es posible generalizarlas. Por tal motivo, cada municipio y localidad debe formular, con base en sus propias necesidades,

sus objetivos y su visión de desarrollo, en general, y su propia planeación sobre la gestión del agua potable, en particular.

Fortalecimiento de instituciones reguladoras en la materia. Debe considerarse el fortalecimiento técnico y económico de la Comisión Estatal del Agua, los Organismos Operadores Municipales y los Comités Rurales de Agua para posibilitar el cumplimiento de las disposiciones respecto del derecho humano al agua. Este fortalecimiento se consigue mediante la capacitación del personal y el apoyo técnico por medio de las instituciones académicas de San Luis Potosí.

Fortalecimiento y actualización del marco jurídico en la materia. Para el diseño de estrategias aplicables en el futuro es imprescindible la actualización del marco jurídico mexicano en materia de agua en todos los niveles (federal, estatal y municipal); en caso contrario, no podrá implementarse ninguna propuesta, pues se carecería de las bases legales, normativas y reglamentarias.

Como se mencionó anteriormente, el Plan no ha podido ser explicado a las autoridades de la Comisión Estatal del Agua debido al reciente cambio de administración del gobierno estatal, lo que trajo la remoción de los contactos establecidos por la dependencia para seguimiento y colaboración en el presente proyecto FOMIX. A nuestro juicio, son necesarios los buenos oficios del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología para propiciar nuevamente los enlaces necesarios con las autoridades pertinentes en el estado y la Comisión, con el propósito de encontrar las vías para que el Plan de gestión integral del agua potable se considere una herramienta útil para la construcción de políticas robustas sobre el tema del agua en todas sus vertientes. Sólo de esta forma podrán lograrse los impactos sociales en la región del Altiplano potosino.

3.6. Evaluación del impacto

El trabajo de campo en las comunidades del Altiplano potosino se hizo en poblaciones en un rango de 500 a 2500 habitantes porque, al ser este rango el de mayor presencia en las localidades de la región, el proyecto tendría repercusión directa en 30 por ciento de la población de esa zona. Se ha pensado que, de escalar el proyecto en todo el estado, la metodología para el levantamiento de datos y el trabajo de campo deberán ser estratificados, es decir, tomar una muestra representativa de todos los rangos de población en los municipios de San Luis Potosí para tener mayor impacto.

La percepción generalizada acerca de los recursos hídricos en el Altiplano potosino se caracteriza por la idea de la carencia de agua en la región. Con esta investigación se demostró que el problema no es la falta de dicho recurso, sino una pésima gestión y planeación en todos los niveles, así como la escasez de infraestructura adecuada y suficiente para su abastecimiento. Esto es un hallazgo de gran relevancia para el diseño de políticas, pues se realizó un padrón de las fuentes de abastecimiento del Altiplano que fueron georreferidas y que serán un insumo importante para nuevos proyectos.

El estudio sobre la tratabilidad del agua desarrollado en el proyecto tiene impacto tecnológico debido a que se desarrollaron técnicas de tratamiento de agua innovadoras que podrían generar una patente.

Adicionalmente, en el rubro de formación de recursos humanos se logró la incorporación del maestro Juan Carlos Tejeda, estudiante de doctorado próximo a obtener el grado.

También se publicaron dos artículos y se asistió a cuatro congresos, dos internacionales y dos nacionales, con temas relativos a la evaluación ambiental estratégica en recursos hídricos, en los que se presentaron los avances y resultados del proyecto.

3.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución del proyecto

Se pudo definir como un factor crítico el acceso a la información oficial, pues no se contó con la información disponible sobre la gestión del agua durante el desarrollo del proyecto, en particular a la base de datos completa del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). Del mismo modo, este acceso se vio limitado por la falta de información en ciertos rubros importantes de la gestión (fuentes de abastecimiento de agua actuales, estado de la infraestructura de dichas fuentes, entre otros).

Al inicio del proyecto, los pobladores de las distintas comunidades visitadas mostraron cierta resistencia, porque ya han sido visitados por investigadores y funcionarios que no han concluido los estudios, o no han regresado con los resultados, o han presentado soluciones paliativas a problemas que deben tratarse de manera integral. Por ejemplo, la distribución de bombas eléctricas para extracción de agua en comunidades en las que no se cuenta con energía eléctrica por falta de infraestructura o falta de pago del servicio.

Un factor más fue la participación de los principales actores en la gestión del agua en los seminarios taller organizados con el fin de compendiar las propuestas

de acción para resolver la problemática del agua en el Altiplano. Se debe señalar que en los seminarios taller fue muy limitada la participación de autoridades y de otros actores importantes en el tema.

La estrategia para convocar a estas reuniones fue no celebrarlas en la ciudad de San Luis Potosí, con el propósito de dar un mensaje de descentralización y llevarlas a la propia región donde persiste la problemática. Para las localidades ubicadas en el oeste del Altiplano, el seminario taller se realizó en el municipio de Salinas, y para las del oeste, en Matehuala. Fueron invitados senadores y diputados federales de las comisiones a las que les compete el tema, académicos de todas las instituciones educativas del estado, autoridades municipales y ejidales encargadas de la gestión del agua en el Altiplano, autoridades estatales y empresas.

No fue posible la captación ideal de participantes en los seminarios taller. En Salinas se contó con la participación de sólo 14 asistentes y no acudió nadie de parte de la Comisión Estatal del Agua. En Matehuala asistieron 20 personas. En ningún caso se tuvo representación de autoridades estatales ni municipales, aun cuando habían confirmado su asistencia.

El grupo de investigación identificó un desinterés generalizado de las autoridades municipales y ejidales quienes, en algunas ocasiones, esperaban recibir algo a cambio de su asistencia, como gasolina, hospedaje o el costo de su transportación.

A nuestro juicio, la estrategia para organizar las reuniones podría ser más eficaz. De haberse celebrado los seminarios en la ciudad capital, posiblemente se hubiera conseguido la participación de autoridades estatales, y las reuniones habrían estado revestidas de mayor importancia a los ojos de autoridades de las comunidades del Altiplano. De igual manera, creemos que para fortalecer los seminarios taller debieron acercarse a las autoridades del COPOCYT para lograr su participación desde la convocatoria, y también en la organización de las reuniones.

3.8. Consideraciones finales

El instrumento desarrollado en este proyecto es una herramienta robusta, con argumentos basados en la investigación científica y social, en los que se apoyan las alternativas propuestas para solucionar el problema de abastecimiento de agua potable y su gestión en las comunidades del Altiplano potosino. Se erige, sin lugar a dudas, como la vía para la construcción de nuevas políticas públicas en materia de recursos hídricos en la región. Dada su capacidad de adaptabilidad y flexibilidad, podría tratarse de un modelo replicable a todo el estado de San Luis Potosí.

Aquí cabe anotar que para explotar el potencial del Plan de gestión integral de agua es necesario encontrar voluntad política en las autoridades competentes, que tengan sensibilidad y vocación de servicio público, y que estén comprometidos con el bienestar de quienes representan. La presentación de resultados por parte del COPOCYT contribuirá a que las recomendaciones lleguen al círculo de toma de decisiones.

3.9. Grupo de trabajo

Identificación, propuesta de manejo y evaluación de sostenibilidad de zonas y obras factibles para el abastecimiento de agua potable en áreas rurales de la Región Altiplano de San Luis Potosí. Definición de las mejores alternativas	
Nombre	Cargo
Doctor Pedro Medellín Milán, UASLP	Responsable técnico del proyecto
Doctora Ma. Catalina Alfaro de la Torre, UASLP	Responsable del estudio de calidad de agua
Doctor José René Rangel Méndez, IPICYT	Responsable de los estudios de tratabilidad del agua
Maestro Juan Carlos Tejeda González, UASLP	Responsable del estudio de línea de base, del padrón de fuentes de abastecimiento, de la evaluación de la sostenibilidad y de los informes
Licenciada Araceli Carvajal Mendoza, UASLP	Seguimiento administrativo del proyecto
Maestra Alejandra Colunga, IPICYT	Técnica de laboratorio para pruebas de tratabilidad
Daniel Guerrero Vallejo, carrera de Ingeniería Ambiental de la UASLP	Realizó estancia de Verano de la Ciencia (2013)
Sandra Guadalupe García Muñoz, carrera de Licenciado en Química	Servicio social (feb.-oct., 2013)

3.10. Referencias

- Alfaro, C. (2014). *Reporte de Calidad del Agua*. SLP: UASLP.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2013). *Estadísticas del agua en México 2013*. Distrito Federal, México: CONAGUA, SEMARNAT.
- COPLADE (Comité de Planeación para el Desarrollo Estatal) (2010). *Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015*. San Luis Potosí, México: Comité de Planeación del Desarrollo Estatal del Gobierno del Estado de San Luis Potosí.
- Gobierno de la República (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo de agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. Distrito Federal, México: Gobierno de la

República, Secretaría de Salud. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/230ssa102.html>

IPICYT (Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica) (s.f.). LANBAMA. Recuperado de <http://www.ipicyt.edu.mx/Lanbama/lanbama.php>

Medellín, P. (2014). *Informe técnico final FMSLP-2012-C01 -194085*. San Luis Potosí, México: UASLP.

ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2010). *Resolución A/RES/64/292. Asamblea General de las Naciones Unidas*. Nueva York.

Tejeda, J. C. (2014). *Informe del estudio de línea base*. San Luis Potosí, México: UASLP, Agenda Ambiental.

UASLP (Universidad Autónoma de San Luis Potosí) (2015). *Anexo. Alternativas para la tratabilidad del agua*. San Luis Potosí, México: UASLP.

UASLP (Universidad Autónoma de San Luis Potosí) (2015). *Plan de gestión integral de agua potable para la Región del Altiplano potosino*. San Luis Potosí, México: UASLP.

Hilda María Colín García

4.1. Introducción

El presente capítulo sintetiza el análisis y la evaluación del proyecto FOMIX denominado “Transformadora integral potosina de bagre y tilapia”, que tuvo como objetivo desarrollar la cadena de valor del pescado procesado mediante la creación y puesta en operación de una planta para el procesamiento integral y sustentable de ambas especies.

La creación de la planta transformadora obedece a la necesidad de aprovechar los recursos acuíferos existentes en San Luis Potosí, en particular los de Ciudad Valles, así como a las posibilidades de generar valor agregado en la explotación acuícola de la región, con opción de replicarse en todo el estado de San Luis Potosí.

Este proyecto, auspiciado por el Fondo Mixto (FOMIX) San Luis Potosí, fue desarrollado por un grupo multidisciplinario de investigadores adscritos al Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), con la colaboración de otros investigadores de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y El Colegio de San Luis. Se contó con una estrecha vinculación con la asociación de Empresas Acuícolas Unidas de la Huasteca, S. P. R. de R. L., mejor conocida como EMACUH, brazo operativo del Comité Sistema Producto Bagre en el Estado de San Luis Potosí, que con antelación había realizado un diagnóstico del proceso y comercialización del pescado; dicho estudio evidenció la necesidad de buscar opciones para brindar valor agregado al proceso de producción de bagre y tilapia.

Para analizar los resultados del proyecto se usó la metodología de estudio de caso a través de la revisión bibliográfica y de documentos relacionados con el estado del arte de la acuicultura, y de los procesos de transformación de tilapia y bagre, así como de los reportes técnicos de la primera y la segunda etapas del proyecto; visitas a los sitios de trabajo, así como una serie de entrevistas en profundidad con los actores involucrados: responsable técnico, investigadores, usuarios y beneficiarios directos del proyecto.

4.2. Panorama estatal de la demanda específica

La acuicultura es una actividad milenaria que en las últimas décadas se ha intensificado en el ámbito global debido al avance tecnológico y por ser una actividad que aporta soluciones a problemas de abasto alimentario y de atención de necesidades nutricionales de la población.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la acuicultura se ha convertido en el sector más dinámico en cuanto a producción de alimentos de origen animal en el mundo, y se considera una actividad productiva prioritaria porque proporciona medios de vida e ingresos, tanto de manera directa como indirecta.

La franca expansión de esta actividad ha ido paralela a la sobreexplotación de los recursos marinos, lo cual ha provocado el estancamiento de la pesca. La producción acuícola, según la FAO, es una alternativa viable e importante para producir alimentos de alta calidad nutricional y, con ello, contribuir a la solución de problemas de desnutrición y hambre en el mundo.

Los diez países principales productores acumulan 87.6 por ciento del volumen de producción y el 81 por ciento del valor total mundial. China produce 60 por ciento del volumen total, seguido de India, Vietnam, Indonesia, Bangladesh, Tailandia, Myanmar, Filipinas y Japón. En Sudamérica es notorio el crecimiento, especialmente en Brasil, Perú y Chile. África ha incrementado su contribución a la producción global, al pasar de 1.2 a 2.2 por ciento en los últimos años (Guzmán y Lugo, 2015). La contribución de Oceanía se considera modesta, y consiste principalmente en moluscos y peces marinos.

La producción acuícola mundial dominante es la de peces de agua dulce (56.4 por ciento y 33.7 millones de toneladas), seguida por la de moluscos (23.6 por ciento y 14.2 Mt) (Guzmán y Lugo, 2015).

En México, la acuicultura se ha fomentado como una actividad complementaria de apoyo en las comunidades rurales, con un doble objetivo: mejorar los niveles nutricionales de la población y fomentar las unidades de producción rurales mediante el aprovechamiento de cuerpos de agua, principalmente para el autoconsumo.

Esta actividad se ha ido transformando a causa del impulso de la política pesquera plasmada en el Plan Nacional de Desarrollo y en el Programa Sectorial. Diferentes documentos señalan que el potencial pesquero de México se utiliza de modo deficiente y la inexistencia de una cultura eficiente y moderna para explotar sus recursos pesqueros y acuícolas.

Según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (SAGARPA

Tabla 1. Los diez principales productores acuícolas por regiones y a escala mundial en 2010

Africa	Toneladas	Porcentaje	América	Toneladas	Porcentaje	Asia	Toneladas	Porcentaje
Egipto	919,585	71.38	Chile	701,062	27.21	China	36,734,215	68.92
Nigeria	200,535	15.57	Estados Unidos de América	495,499	19.23	India	4,648,851	8.72
Uganda	95,000	7.37	Brasil	271,399	18.61	Viet Nam	2,671,800	5.01
Kenya	12,154	0.94	Ecuador	271,919	10.55	Indonesia	2,304,828	4.32
Zambia	10,290	0.80	Canadá	160,924	6.25	Bangladesh	1,308,515	2.45
Ghana	10,200	0.79	México	126,240	4.9	Tailandia	1,286,122	2.41
Madagascar	6,886	0.53	Perú	89,021	3.46	Myanmar	850,697	1.6
Túnez	5,424	0.42	Colombia	80,367	3.12	Filipinas	744,695	1.4
Malawi	3,163	0.25	Cuba	31,422	1.22	Japón	718,284	1.35
Sudáfrica	3,133	0.24	Honduras	27,509	1.07	República de Corea	475,561	0.89
Otros	21,950	1.70	Otros	113,067	4.39	Otros	1,557,588	2.92
Total	1,288,320	100	Total	2,576,428	100	Total	53,301,157	100
Europa	Toneladas	Porcentaje	Oceanía	Toneladas	Porcentaje	Mundo	Toneladas	Porcentaje
Noruega	1,008,010	39.95	Nueva Zelandia	110,592	60.26	China	36,734,215	61.35
España	252,351	10.00	Australia	69,581	37.92	India	4,648,851	7.76
Francia	224,400	8.89	Papua Nueva Guinea	1,588	0.87	Viet Nam	2,671,800	4.46
Reino Unido	201,091	7.97	Nueva Caledonia	1,220	0.66	Indonesia	2,304,828	3.85
Italia	153,486	6.08	Fiji	208	0.11	Bangladesh	1,308,515	2.19
Federación de Rusia	120,384	4.77	Guam	129	0.07	Tailandia	1,286,122	2.15
Grecia	113,486	4.50	Vanuatu	105	0.06	Noruega	1,008,010	1.68
Países Bajos	66,945	2.65	Polinesia Francesa	39	0.02	Egipto	919,585	1.54
Islas Feroe	47,575	1.89	Islas Marianas septentrionales	24	0.01	Myanmar	850,697	1.42
Irlanda	46,187	1.83	Palau	12	0.01	Filipinas	744,695	1.24
Otros	289,264	11.46	Otros	19	0.01	Otros	7,395,281	12.35
Total	2,523,179	100	Total	183,516	100	Total	59,872,600	100

Fuente: FAO, 2012.

y CONAPESCA, 2013), 84.95 por ciento de la producción pesquera corresponde a especies de captura y 15.95 por ciento a la acuicultura. La producción acuícola está concentrada en diez estados, en el siguiente orden: Sinaloa, con 15.51 por ciento; Veracruz, 12.14 por ciento; Jalisco, 12.10 por ciento; Tabasco, 7.72 por ciento; Sonora, 7.52 por ciento; Chiapas, 6.98 por ciento; Estado de México, 5.82 por ciento; Nayarit, 5.53 por ciento; Michoacán, 5.48 por ciento, e Hidalgo, con 3.26 por ciento.

En México, la producción acuícola más importante es la de mojarra o tilapia, con 36 por ciento, seguida por la de camarón, con 23 por ciento; ostión, 14 por ciento; carpa, 10 por ciento, y otras, con 17 por ciento (SAGARPA y CONAPESCA, 2013).

El Registro Nacional de Pesca y Acuicultura de 2013 refiere que en el estado de San Luis Potosí existen 58 unidades económicas acuícolas productoras principalmente de bagre y tilapia, distribuidas en las cuatro regiones de la entidad, de las cuales 16 están agrupadas en la EMACUH.

El estado de San Luis Potosí se caracteriza por tener importantes regiones hidrográficas factibles para el desarrollo de la producción acuícola. Esa riqueza natural hace propicio el desarrollo y explotación de la acuicultura para el mayor aprovechamiento del potencial del estado.

De acuerdo con la Agenda Estatal de Innovación, “el conglomerado industrial de empresas de alimentos se ubica fundamentalmente en los municipios de San Luis Potosí, Ciudad Valles, Matehuala, Rioverde y Soledad de Graciano Sánchez” (CONACYT, 2015).

Precisamente Ciudad Valles es el centro del desarrollo e instalación de la Planta Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia, uno de los resultados del Proyecto FOMIX FMSLP-2012-CO2-197357 a cargo del Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC).

Aunque la actividad acuícola se practica en las cuatro regiones del estado, en la Huasteca es donde se concentra casi el total de las granjas acuícolas, esto debido a la cantidad y disponibilidad de recursos naturales, en especial el agua, que hacen de dicha región un territorio apto para la acuicultura, así como para la agricultura, el turismo, la ganadería y la industria —ingenios azucareros y proyectos hidroeléctricos— (Guzmán y Lugo, 2014).

Está documentado que, para que la acuicultura sea una actividad productiva a largo plazo, no es suficiente la abundancia de recursos naturales, sino que es indispensable hacer un análisis y diagnóstico integral del territorio que permita la optimización de la estructura socioterritorial a fin de que las decisiones sobre la localización de actividades económicas y sociales sean racionales en cuanto al uso y ocupación del territorio y prevenir efectos ambientales no deseados (Álvarez *et al.*, 2007, cit. en Guzmán y Lugo, 2014).

4.3. Propuesta de atención a la demanda específica

La demanda específica establecida en la convocatoria FOMIX San Luis Potosí surge de la necesidad de aprovechar los recursos acuíferos existentes en el estado y contribuir al desarrollo acuícola y pesquero, dando la pauta para incrementar el consumo de proteína animal y mejorar la nutrición de la población.

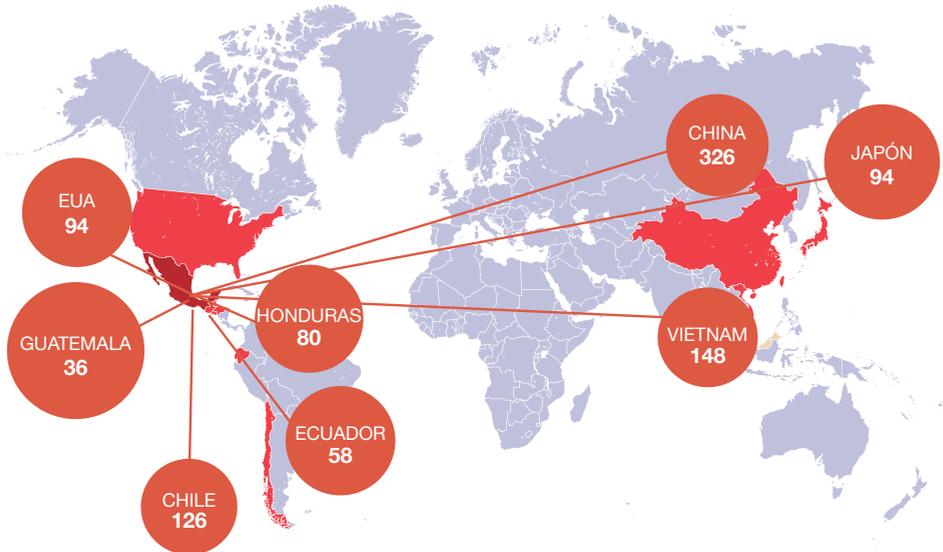
En 2012, año de publicación de la convocatoria del FOMIX, la producción estatal acuícola de las especies de bagre y tilapia se ubicaron en décimo tercero y décimo segundo lugares, respectivamente, en el nivel nacional.

También está documentado que en algunas regiones de la Huasteca potosina el consumo de pescado y mariscos posee bajo prestigio social y se encuentra por debajo del consumo de carne roja y pollo. Aun así, las actividades pesqueras emplean directamente a 300 mil personas, y si se consideran los empleos indirectos y las familias de esos trabajadores, los cálculos ascienden hasta 12 millones de personas (Arreguín Sánchez, 2006, cit. en Guzmán y Lugo, 2014).

En México, la actividad acuícola se ha incrementado durante las últimas décadas gracias a políticas gubernamentales e institucionales que han fomentado este tipo de producción. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) es una de las instancias de gobierno que ha reconocido e impulsado acciones en pro de la cadena de valor a través del Sistema Producto (SP). La política de este Sistema está dirigida a “promover la integración y fortalecimiento de las cadenas productivas, con líneas estratégicas centradas en intensificar el apoyo para la creación de sociedades regionales y nacionales que favorezcan la interrelación de los productores con los gobiernos estatales, municipales y demás agentes vinculados a sus actividades” (SAGARPA, 2015).

Un Sistema Producto se define como “el conjunto de actores que participan en la producción de un producto agropecuario, desde el abastecimiento de insumos, servicios para la producción primaria, producción, acopio, transformación, distribución, comercialización y consumo” (SAGARPA, 2015). El propósito de un SP (desde el punto de vista de una organización) es ayudar a lograr que los objetivos de sus integrantes tengan significado y contribuyan a la eficiencia organizacional (Marchant, 2005). Datos de CONAPESCA refieren que en 2011 existían 55 UPA en San Luis Potosí.

Entre los cultivos más exitosos están la tilapia y el pargo; de ellos, la tilapia ha sido diseminada en una amplia variedad de cuerpos de agua en diferentes regiones de México. Es ésta la especie que representa más de 60 por ciento de la producción nacional (Norzagaray *et al.*, 2012, cit. en Guzmán y Lugo, 2015).

Ilustración 1. Importación de productos pesqueros y acuícolas hacia México

Fuente: SAGARPA y CONAPESCA, 2014.

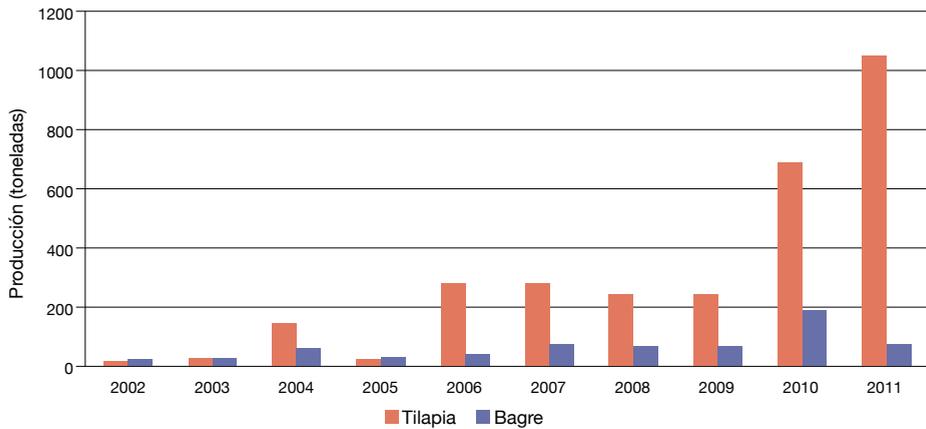
Una problemática detectada por los acuicultores se refiere a los altos costos de insumos para la cría. La EMACUH realizó un diagnóstico organizacional que permitió identificar, entre otros, que una de las debilidades de la empresa era que sus socios no otorgaban valor agregado a su producción primaria, por lo cual dejaban de percibir ingresos adicionales, circunstancia que era aprovechada por intermediarios.

Esta situación fue manifestada ante la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDARH) del gobierno de San Luis Potosí y el Comité Sistema Producto Bagre del mismo estado, que coincidieron en la necesidad de impulsar una iniciativa para construir la Planta Procesadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia.

José Luis Alvarado Cebrián, gerente de la EMACUH, y el antropólogo Mauricio Genet Guzmán han expresado que México importa pescado congelado procedente de China y Vietnam, en particular tilapia. El Comité Sistema Producto de Tilapia en México refiere que nuestro país es el segundo importador mundial de esta variedad; la dependencia de México respecto de productos provenientes de otros países como China, Vietnam, Chile, Japón y Estados Unidos, se aprecia claramente en la ilustración 1.

La tilapia es el segundo grupo de peces con mayor producción en la acuicultura mundial, con una contribución a la producción de aproximadamente 20 por ciento del volumen total de peces. De esta especie se han identificado más de

Ilustración 2. Comportamiento histórico de la producción de bagre y tilapia en San Luis Potosí



Fuente: Seminario FOMIX, tomado de CONAPESCA, 2011.

70 variedades agrupadas en la familia *Cichlidae* en seis géneros. Las especies del género *Oreochromis niloticus* son las que se cultivan regularmente en México.

La producción de tilapia tiene una amplia distribución: 72 por ciento se cría en Asia (sobre todo en China y el sudeste asiático), 19 por ciento en África y nueve por ciento en América. En Vietnam predomina la producción de bagres omnívoros *Pangasius*, aunque hay otros países que los producen, como Indonesia y Bangladesh (FAO, 2012).

El *Ictalurus Punctatus*, mejor conocido como bagre de canal, es uno de los peces con excelente potencial comercial debido a su rápido crecimiento, fácil domesticación y adaptabilidad a diversas condiciones ecológicas.

En síntesis, los elementos considerados para el desarrollo del proyecto son:

1. El contexto refleja insuficiente producción local de tilapia.
2. La venta de bagre se inicia sin ningún valor agregado.
3. Es relativamente simple domesticar estas especies para su cultivo.
4. El consumo de pescado en México es menor al recomendado por la FAO.

En este contexto, los objetivos generales del proyecto se enfocaron al desarrollo de la cadena de valor del pescado procesado, mediante la creación y puesta en operación de una Planta para el Procesamiento Integral y Sustentable de Bagre y Tilapia, que es una alternativa de alto valor agregado para los productos acuícolas del estado de San Luis Potosí.

Valorizar los subproductos fue una de las premisas básicas: mediante el procesamiento del filete, como producto principal, y el aprovechamiento de los restos de carne como producto secundario para elaborar *nuggets*; adicionalmente, por el desarrollo de un proceso para obtener harina de pescado de estos derivados.

Otra meta consiste en la transferencia de la tecnología y el conocimiento para que la planta pueda ser operada por los miembros de la EMACUH, con lo cual se generará un modelo replicable por otros productores del estado de San Luis Potosí.

4.4. Desarrollo del proyecto

La comunicación con los representantes y directivos de la EMACUH marcó el inicio de las labores para el desarrollo de este proyecto FOMIX, a cargo de la maestra Yolanda Nieto Urroz, responsable técnico, adscrita al CIATEC, líder del grupo integrado por José Martín Calvillo Mares, José León Montoya Valadez y Francisco Castro Vargas, del mismo Centro.

La EMACUH y el CIATEC establecieron una estrecha relación de colaboración, fortalecida por la incorporación de investigadores de El Colegio de San Luis (COLSAN), liderados por el doctor Mauricio Genet Guzmán, y de la maestra María del Refugio Pérez Barba, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), a través de la Facultad de Química.

El desarrollo del proyecto arrancó en julio de 2013 con la definición del plan de trabajo y las responsabilidades de los participantes. Fue formalizado mediante convenios con las instituciones involucradas (UASLP y COLSAN), y ejecutado en dos etapas: la primera de 12 meses y la segunda de 18, debido a una prórroga de seis meses ocasionada por el retraso en la construcción de la planta y en la instalación de infraestructura hidráulica y eléctrica en la colonia donde se encuentra ubicada.

La primera etapa se dedicó al diseño y desarrollo de productos y procesos, diseño y construcción de la nave industrial, equipamiento del tren de producción para filete y *nuggets*, así como las gestiones sobre el impacto social del proyecto.

Al grupo de trabajo de El Colegio de San Luis le correspondió la realización del estudio del impacto social, que duró 12 meses, de agosto de 2013 a septiembre de 2014, e implicó visitar a productores de granjas acuícolas de la región y realizar entrevistas con líderes y responsables de diferentes áreas involucradas en la TIP.

Los actores involucrados, así como los integrantes de la EMACUH y los investigadores, se dieron a la tarea de trabajar intensamente en la definición de la estructura de la planta, debido a que la nave aún no se construía.

Los trabajos se realizaron en cuatro vertientes: una, dedicada a la búsqueda del estado del arte de procesos de transformación de bagre y tilapia y modelos de plantas dedicadas a este proceso; otra, relacionada con la investigación del impacto social del proyecto; una más, dedicada al desarrollo en laboratorio de los procesos de producción de filete congelado empacado al vacío, *nuggets* y harina de pescado, y la última, relacionada con la puesta en marcha de la producción en la nueva planta.

A continuación se presenta una tabla en la que se sintetizan los objetivos y entregables comprometidos en el proyecto.

Tabla 2. Objetivos y entregables del proyecto

Objetivos:

Desarrollar la cadena de valor del pescado procesado mediante la creación y puesta en operación de una Planta para el Procesamiento Integral y Sustentable de Bagre y Tilapia, que genere una alternativa de alto valor agregado para los productos acuícolas del estado de San Luis Potosí, así como la valorización de los subproductos. Procesar y empacar al alto vacío filete, como producto principal, y aprovechar los restos de carne para elaborar *nuggets*, como producto secundario. Valorizar los subproductos desarrollando un proceso para obtener, a partir de éstos, harina de pescado. Transferir la tecnología y el conocimiento a fin de que la planta sea operada por los miembros de la EMACUH. El éxito del proyecto deberá ser tal que el estudio y evaluación minuciosa de su desarrollo deben generar la tecnología y la cultura necesarias para la replicación exitosa del proyecto, inicialmente en el estado de San Luis Potosí.

Primera etapa		
Descripción	Productos	Entregables
Diseño y desarrollo de productos y procesos, equipamiento de la planta de filete y <i>nuggets</i> , y gestiones sobre el impacto social	Instalaciones necesarias para el procesamiento de filete y <i>nuggets</i> de bagre y tilapia a partir de 2 toneladas de pescado	<ul style="list-style-type: none"> a) Carpeta tecnológica que contenga caracterización de materia prima, definición de procesos y productos, validación de procesos, y hojas técnicas de productos (filete, <i>nuggets</i> y harina de pescado). b) Estudio de impacto social por el establecimiento de la planta procesadora de bagre y tilapia. c) Selección y compra de equipamiento. d) Instalación de equipos. e) Tesis de cada uno de los procesos desarrollados (filete, <i>nuggets</i> y harina de pescado).

Tabla 2. Objetivos y entregables del proyecto

(continuación)

Segunda etapa		
Descripción	Productos	Entregables
Arranque de la producción, desarrollo del plan de comercialización y asimilación de la tecnología. Adquisición de materias para el desarrollo de los procesos y equipo para el procesamiento y obtención de harina de pescado.	<ul style="list-style-type: none"> a) Instalaciones para la producción de harina de pescado a partir de los residuos del proceso de filete y <i>nuggets</i>. b) Personal entrenado y sistemas productivos listos para la operación de la planta. c) Sistema de calidad implementado para garantizar el producto e iniciar el proceso de certificación de la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Carpeta tecnológica que contenga estudio de arranque de equipos. b) Programa de operaciones. c) Manuales de producción. d) Proyecto de comercialización y mercadotecnia. e) Programa de asimilación.
Distribución de actividades por etapa		
CIATEC, A. C.	Diseñar líneas de producción de filete empacado al vacío y <i>nuggets</i> .	Generación de <i>layout</i> y planos para la construcción de la planta transformadora para las líneas de producción de filete empacado al vacío, <i>nuggets</i> y harina de pescado. Selección, compra e instalación de equipo para proceso de filete y <i>nuggets</i> .
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Diseñar y desarrollar productos en laboratorio (filete, <i>nuggets</i> y harina de pescado).	Generación y validación de procesos en laboratorio. Especificaciones técnicas de los productos y procesos.
El Colegio de San Luis, A. C.	Determinar el impacto social del proyecto.	Generación de un instrumento de análisis social.

Los objetivos quedaron planteados en el convenio de asignación de recursos; se determinaron para crear un modelo tecnológico de empresa integral, moderna y sustentable para el procesamiento de bagre y tilapia, replicable en las diferentes regiones del estado de San Luis Potosí con vocación acuícola; desarrollar una gama de productos que, mediante innovación, integren alto valor con atractivo comercial; desarrollar las bases para obtener la certificación de calidad e inocuidad de los productos generados, y las condiciones necesarias para competir en el futuro en el mercado internacional.

4.4.1. Diseño y construcción de la planta

Al CIATEC, líder del proyecto, correspondió el diseño y el desarrollo de productos y procesos; asesorar en la delimitación y distribución de la planta generando

los planos del levantamiento físico de las áreas dedicadas a tal fin y de acuerdo con el proceso final; equipamiento para el tren de producción de filete y *nuggets*; elaboración de manuales y guías de operación de los procesos y calidad, con el propósito de garantizar la inocuidad de los productos y la eficiencia y sostenibilidad de los procesos; transferencia tecnológica por medio de capacitación y entrenamiento del capital humano, base para una futura certificación. Igualmente tuvo a su cargo el diseño del plan de comercialización e inicio de las gestiones para la certificación del proceso y diseño de un plan de replicabilidad.

Durante el desarrollo de las actividades los actores mantuvieron estrecha colaboración y comunicación para verificar avances en los trabajos y para hacer los ajustes necesarios, fortalecidos siempre con la participación del personal de la EMACUH; este último estuvo dedicado a la construcción de la nave, de acuerdo con los requisitos señalados por los investigadores del CIATEC.

A decir de la maestra Yolanda Nieto, durante la primera etapa se realizaron búsquedas para identificar modelos de proceso de transformación de pescado, adecuación de los espacios, equipamiento y línea principal de operación (filete al alto vacío) y la línea secundaria de *nuggets*. Posteriormente se adquirieron los equipos necesarios para la operación de la planta y se llevaron a cabo la elaboración de manuales y los procesos de asimilación y capacitación del personal.

De la mano con la EMACUH se realizó el diseño y distribución de la nave que albergaría a la transformadora integral potosina, base para el proceso productivo de bagre y tilapia. Se trazaron los planos del levantamiento físico y se definieron los espacios dedicados a la transformación del pescado, desde la recepción, lavado, eliminación de escamas, eviscerado, descabezado, fileteado, desollado, separación de partes, lavado, envasado y congelación hasta el almacenamiento, para el caso del filete; y los procesos para *nuggets* y harina de pescado. Todo ello, derivado de la revisión de modelos de procesadoras instaladas en diferentes estados de México y en otros países.

Una vez definidos los espacios se determinaron las características de los acabados y las áreas físicas con las que debería contar la transformadora, de acuerdo con las normas de calidad, inocuidad y sanidad.

Considerando el volumen de producción y dimensionamiento de las áreas, se determinó el balance de cargas, las instalaciones hidrosanitarias, los servicios y el equipo necesario para cumplir el proceso productivo y de transformación del pescado.

Se integró una carpeta con los planos de levantamiento físico, distribución de planta, red eléctrica y de servicios e instalación hidrosanitaria, así como el detalle de equipamiento para el arranque de la producción de filete, *nuggets* y harina de pescado.

Para la segunda etapa, comprendida de julio de 2014 a diciembre de 2015, se adquirió parte del equipo faltante para comenzar; se estructuraron las guías de operación y los manuales de producción, calidad e inocuidad; se realizaron pruebas piloto, iniciando con el arranque de los equipos adquiridos, y se definieron tiempos, condiciones de operación, flujos de producción, etcétera; se realizó el estudio de mercado y se diseñó el plan de comercialización. También se diseñó la etiqueta de los productos con opciones de imagen corporativa.

Durante los trabajos de investigación y validación de equipos y procesos se hicieron ajustes a lo inicialmente previsto; uno de ellos fue el relativo a la operación de la línea de producción para la harina de pescado, la cual debe ser establecida de manera definitiva en un sitio diferente a las instalaciones que albergan los procesos de filete y *nuggets*, ya que estos productos exigen estrictas condiciones de inocuidad e higiene por estar destinados al consumo humano. De la misma forma, durante el establecimiento de la línea de producción de filete se decidió llevar a cabo la etapa de fileteado de manera manual, con lo cual se obtuvieron mejores rendimientos en el proceso.

Entrevistado sobre el particular, Alejandro Torres, de la Granja Santa Cécica y presidente en turno del Sistema Producto Bagre en San Luis Potosí, considera que el funcionamiento de esta planta transformadora tendrá grandes beneficios, relacionados con el impulso del consumo de pescado, que redundará en una mejor nutrición de niños y jóvenes, así como la garantía de un producto fresco que llegue a la mesa en las mejores condiciones de calidad, “un producto de primer nivel”.

Ilustración 3. Alejandro Torres, de la Granja Santa Cécica



Alejandro Torres, también consejero de los ejidos, señaló que se debe dar mayor difusión al consumo de pescado, por lo que otros acuicultores deberían sumarse a la EMACUH para dar mayor volumen y actividad a la transformadora. Las granjas, agregó, deben producir al cien por ciento para que puedan abastecer a la integradora y, con ello, explotar al máximo su potencial.

4.4.2. Inauguración de la planta

La construcción de la nave y su equipamiento, así como la convergencia de actividades y el nivel de madurez del proyecto hicieron posible la inauguración de la planta el 29 de agosto de 2015, acto a cargo del doctor Fernando Toranzo Fernández, entonces gobernador del estado de San Luis Potosí.¹

Ilustración 4. Inauguración de la planta



Fuente: CIATEC, A.C.

4.4.3. La evaluación de impacto social

El doctor Mauricio Genet Guzmán Chávez, de El Colegio de San Luis, lideró el estudio de impacto social, en el que se involucraron dos etnógrafos, estudiantes de

¹ En este acto protocolario, el gobierno entregó formalmente la Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia, la cual tuvo una inversión de 10.78 millones de pesos, de acuerdo con lo informado durante la inauguración, y fue posible gracias a los recursos proporcionados por la SEDARH y el CONACYT, a través del FOMIX San Luis Potosí, y los productores acuícolas agrupados en la EMACUH (*El Heraldo de San Luis Potosí*, 2015).

Ilustración 5. Granja acuícola en la Huasteca potosina

Fuente: CamBioTec, A. C.

Geografía en proceso de titulación y quienes colaboraron en la preparación de las guías de entrevista y validación, observación directa y elaboración de un diario de campo.

El estudio se dividió en dos etapas: en la primera se elaboró una etnografía de la acuicultura en la Huasteca potosina; ésta permitió apreciar el panorama general e identificar el tipo de tecnologías que se utilizan, los conocimientos y características del proceso comercial, así como la organización interna de cada granja acuícola; en la segunda etapa se visitaron las granjas y se realizaron entrevistas con los responsables.

La metodología seguida para el estudio incluyó investigación documental (búsqueda de bibliografía, información cartográfica y estadística) y trabajo de campo; este último para conocer de voz de los productores los métodos de cultivo y el proceso que realizan las granjas.

Se visitaron once granjas acuícolas, la mayoría de las cuales forma parte de la EMACUH, así como el Centro de Investigación Genética, Reproducción, Sanidad e Inocuidad Acuícola y Pesquera (CIGRISIAP), el Comité de Sanidad e Inocuidad Acuícola y Pesquera de San Luis, A. C., y la oficina administrativa de Empresas Acuícolas Unidas de la Huasteca.

Ilustración 6. Cosecha de Tilapia en la granja

Fuente: CIATEC, A. C.

Estas actividades, desarrolladas durante 12 meses, permitieron generar, además del reporte del impacto social, un artículo² en el que se expone que la actividad acuícola en la Huasteca potosina constituye una estrategia productiva viable y promisoría. En su conjunto, las granjas tienen una gran heterogeneidad y diversos grados de consolidación en cuanto a los niveles de tecnificación y procesos de organización empresarial productiva (Guzmán y Lugo, 2015).

Se encontraron modelos mixtos de producción acuícola, asociados regularmente con actividades agrícolas, como el cultivo de caña de azúcar y, en menor medida, la producción ganadera. “La asociación entre la acuicultura y la agricultura en algunos casos es alentada, con buenos resultados”.

La heterogeneidad en la producción es un obstáculo serio, no sólo para la capitalización y acceso a las fuentes de financiamiento, sino también para la articulación efectiva para asegurar los procesos de socialización de conocimiento y transferencia efectiva de tecnología, lo cual será un problema que habrá de tomarse en cuenta para la replicación de los resultados.

El estudio concluye que la acuicultura representa una de las áreas productivas con mayor potencial, en particular en la Huasteca potosina, ya que esta zona tiene condiciones hídricas favorables que podrían ser aprovechadas para incrementar

² “Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia: Un nuevo modelo de producción acuícola en la Huasteca potosina”, publicado en 2015 en *Sociedad y Ambiente*, 1(8), 75-97.

la producción de alimentos. Existe una cultura acuícola en vías de consolidación, y se observan ciertos principios articuladores y normativos plasmados en programas de gobierno, a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

La creación de la EMACUH y la instalación de la transformadora demuestran los avances en la organización y búsqueda de soluciones a problemas concretos del sector acuícola, pero se debe propiciar una reflexión sobre el perfil productivo incentivado en la Huasteca: “Si bien resulta acertado invertir esfuerzos en la producción de dos especies con fuerte demanda en el mercado nacional e internacional, es necesario atender las recomendaciones de especialistas y corregir el bi-cultivo generando las condiciones en materia de investigación para el cultivo de especies nativas y con ello incidir en la restauración de los ecosistemas” (Genet y Lugo, 2015).

4.4.4. Diseño y desarrollo de productos y procesos

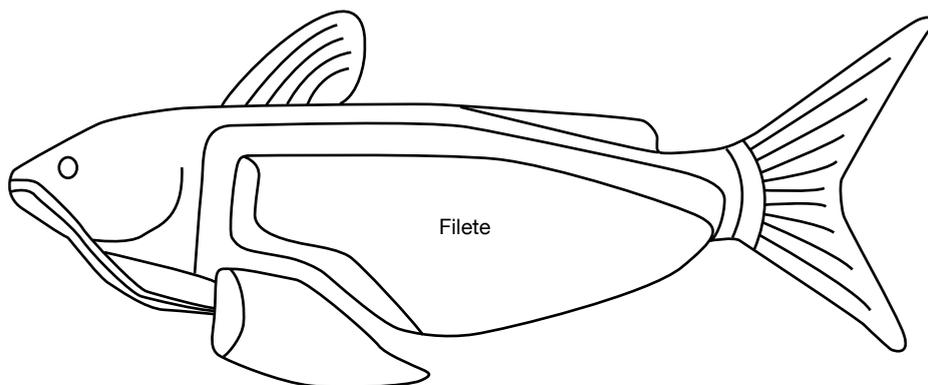
Investigadoras y tesis de la Facultad de Química de la UASLP desarrollaron en el laboratorio los procesos de producción del filete congelado empacado al vacío, los *nuggets* y la harina de pescado.

Se diseñaron en el laboratorio tres procesos para la obtención de filete congelado, de *nuggets* y de harina de pescado, así como el empacado al vacío del pescado. Todo ello fue documentado en tres tesis para obtener el grado de ingeniero en alimentos por la Facultad de Ciencias Químicas de la UASLP.

A partir del proceso en laboratorio se escaló al proceso piloto con lotes de entre 300 y 400 kilogramos de materia prima. Con la producción de estos lotes piloto se establecieron y optimizaron los procedimientos adecuados para el traslado de la materia prima (peces) desde las distintas granjas acuícolas hasta la transformadora. Aunque esta parte no estaba señalada con precisión como resultado del proyecto, es un hecho que tiene injerencia directa en la calidad de los productos obtenidos. Por ello, se plantearon algunas recomendaciones relacionadas con el manejo del pescado desde su recolección hasta su recepción en la planta y transformación.

Con base en las pruebas se corroboraron las condiciones de operación de los equipos, se sincronizaron las diferentes etapas del proceso ajustando tiempos y movimientos, se evaluó el desempeño del personal operativo que había sido capacitado en algunas etapas específicas y se establecieron reglas de orden e higiene y puntos críticos de control.

Ilustración 7. Diagrama que muestra el músculo utilizado para la obtención de filete en bagre de canal



Fuente: Ponce Amador, 2015.

A partir de la producción de los lotes piloto se tuvo la oportunidad de conocer rendimientos, mermas, condiciones microbiológicas, vida de anaquel e información nutrimental. Las oportunidades de mejora detectadas sirvieron de fundamento para establecer las modificaciones que condujeran a la optimización del proceso.

Filete de pescado congelado

El filete congelado se define como la porción muscular del pescado fresco, libre de ventrecba, sin piel, escamas ni espinas duras, que se obtiene mediante un corte paralelo a la columna vertebral y es sometido a un proceso de congelación rápida ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en su centro térmico).

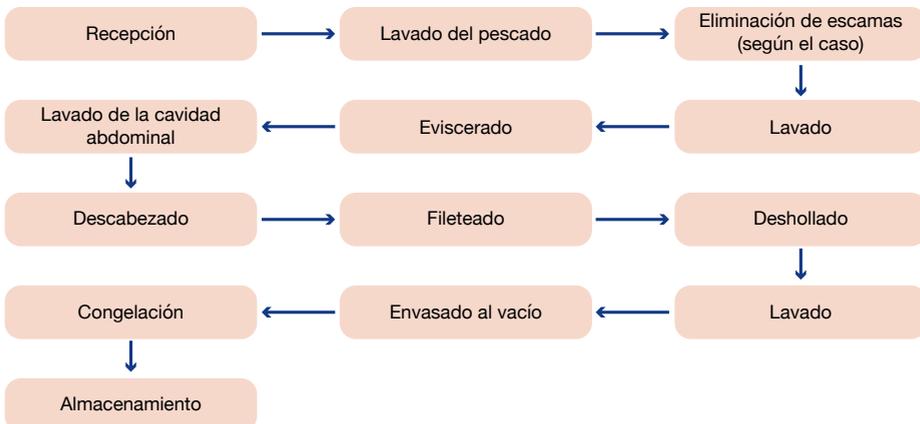
En la tesis *Determinación de las condiciones de proceso para la obtención de filetes congelados de las especies: bagre de canal (*Ictalurus Punctatus*) y tilapia (*Oreochromis sp.*), cultivadas en el estado de San Luis Potosí* se estudió el proceso de producción de filetes de bagre y de tilapia congelados, empacados al vacío, según la Norma Mexicana NMX-F-536-SCFI-2004, y se determinó la composición química de cada producto, el cálculo de sus propiedades térmicas y el proceso de congelación industrial a partir de simulaciones en sistemas computacionales.

Se definió que el empaque para este producto se hará en bolsas de polipropileno. Se consideraron varios tamaños de presentación según las dimensiones y pesos obtenidos de los filetes. Este tipo de productos tienen la particularidad de alcanzar una alta calidad sanitaria y organoléptica, con una duración de vida de anaquel considerable (hasta 24 meses a $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Ilustración 8. Inicio del proceso de transformación de pescado en la planta

Fuente: CamBioTec, A.C.

Además, es un producto con alto valor agregado porque, al presentarse en estado descongelado, se observa una talla uniforme, olor y color característicos, y textura firme.

Ilustración 9. Proceso de obtención de filetes de pescado empaquetado al vacío

Fuente: CamBioTec, A.C.

Ilustración 10. Filete de tilapia

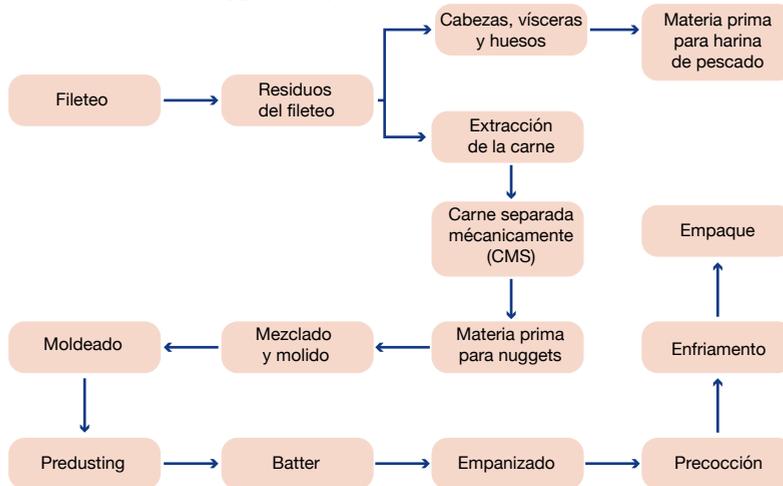
Fuente: CamBioTec, A.C.

La tesis *Alternativa sustentable para el manejo de residuos del fileteo en una empresa procesadora de tilapia (*Oreochromis sp.*) y bagre de canal (*Ictalurus Punctatus*)* se enfocó en el subproducto del proceso de fileteo para aprovechar la carne restante de las carcasas para obtener *nuggets* de pescado, producto competitivo y de buena calidad. Para ello se definieron los parámetros del diseño de la línea de producción y conservación de inocuidad.

La materia prima de los *nugget* es un producto generado por empresas dedicadas al fileteo y empaclado de pescado que de esa manera aprovechan el producto que no cumple las especificaciones de tamaño, y también la carne restante del proceso de fileteo.

Se implementó una metodología de análisis sensorial de menor duración con base en otras establecidas, se determinó la concentración crítica de contaminación microbiológica en componentes de la cubierta de los *nuggets* y se desarrolló un método proximal teórico-experimental para el cálculo de la vida de anaquel.

Los productos cárnicos reestructurados son subproductos de un proceso principal, lo cual ayuda a reducir la cantidad de desechos y aumenta los ingresos; en algunos casos son de bajo precio y tienen un valor nutricional para los humanos.

Ilustración 11. Proceso *nuggets* de pescado

Fuente: CamBioTec A.C.

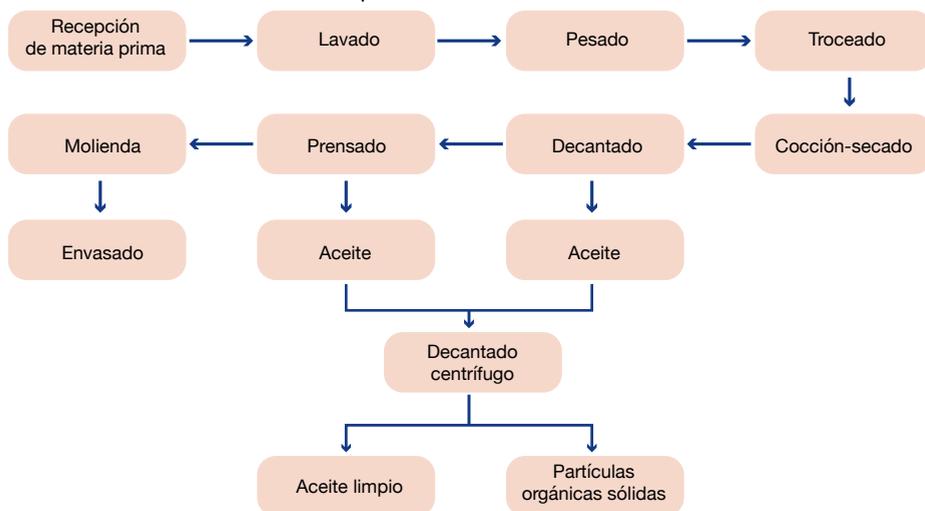
Asimismo, se hicieron estudios para determinar los cambios sensoriales, es decir, aquellos que se perciben por los sentidos, como apariencia, olor, textura y sabor. Se determinó que los primeros cambios sensoriales ocurren durante el almacenamiento, en la apariencia y la textura.

Este trabajo generó un producto competitivo en el mercado respecto de la calidad nutricional y la microbiológica, ya que previamente se habían determinado los puntos críticos de control del proceso, los cuales son muy importantes para garantizar la inocuidad.

Se logró incorporar fibra insoluble en un producto sin afectar la percepción sensorial y se diseñó la línea de producción de *nuggets* con base en los requerimientos del proceso.

Como resultado de las pruebas realizadas en laboratorio durante la primera etapa, se escaló el proceso dividiendo la materia prima disponible en lotes de entre 20 y 30 kilogramos, que en este caso está compuesta por restos de carne provenientes del fileteo, filetes con dimensiones insuficientes y carne proveniente de peces de tallas pequeñas que no son aprovechables para la obtención de filete.

En la producción de estos lotes piloto se comprobaron las condiciones de operación de los equipos y se identificaron las oportunidades de mejora en la formulación del empanizado para obtener un color y sabor agradables al consumidor, además de que se controlaron las condiciones microbiológicas de la materia prima y del producto final.

Ilustración 12. Proceso harina de pescado

Fuente: CamBioTec A.C.

Por su parte, la tesis *Evaluación de la inocuidad en la producción de harina de pescado de las especies *Ictalurus Punctatus* (bagre de canal) y *Oreochromis Niloticus* (tilapia) cultivadas en granjas acuícolas del estado de San Luis Potosí* señala que la incorporación de harina de pescado en la dieta de animales acuáticos ayuda a reducir la polución de las aguas efluentes al proporcionar una mejor digestibilidad de los nutrientes. Esta línea se origina por la necesidad de los productores de aprovechar al máximo los residuos de pescado resultantes de la obtención del filete y por los altos costos del alimento para peces.

Según la Organización Internacional de Harina y Aceite de Pescado (IFFO), la harina y el aceite de pescado proporcionan alimento para peces y crustáceos cultivados. Su uso en acuicultura devuelve con eficacia un producto que de otra manera sería inutilizable, pero sostenible nuevamente dentro de la cadena alimentaria. La adición de harina de pescado a la dieta para animales eleva la eficiencia de los alimentos y el crecimiento, debido su mejor palatabilidad, e incrementa la absorción de nutrientes.

“La harina de pescado de alta calidad proporciona una cantidad equilibrada de todos los aminoácidos, minerales, fosfolípidos y ácidos grasos esenciales (por ejemplo, el ácido docosahexaenoico o DHA y el ácido eicosapentaenoico o EPA) para la optimización del desarrollo, crecimiento y reproducción, especialmente de las larvas y stocks de reproductores”. Los nutrientes en la harina de pescado permiten desarrollar resistencia a enfermedades al estimular y ayudar a mantener un sistema inmunológico funcional saludable (Rodríguez, 2015).

Los procesos en laboratorio desarrollados por la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí permitieron establecer los procesos de producción óptimos para cada uno de los productos e identificar algunos parámetros útiles para el desarrollo futuro, como: homogeneidad y comportamiento de la materia prima, condiciones microbiológicas, efecto de manipulación durante el desarrollo de los procesos, rendimientos esperados, posibles cuellos de botella y vida de anaquel.

Mecanismos de transferencia

Los mecanismos de transferencia de tecnología a la EMACUH (información, documentación, planos e instalaciones) fueron coordinados por el CIATEC, el cual integró el trabajo desarrollado por ese centro y por los investigadores del COLSAN y de la UASLP.

Adicionalmente, se diseñó y ejecutó un plan de capacitación para el personal operativo y la gerencia de la Transformadora con el fin de fortalecer las capacidades y tener un panorama claro de las actividades que deben desarrollar, así como el porqué de los cuidados que deben tener a lo largo de los procesos productivos, desde el punto teórico. El programa de capacitación estuvo a cargo de investigadores del CIATEC y la UASLP, con apoyo de algunos proveedores de los equipos.

El plan de capacitación se integró por un proceso de inducción del manejo de equipo y herramientas, procesos de producción y buenas prácticas de manufactura.³

Se llevó a cabo un taller para conocer y ejecutar la metodología de cada uno de los procesos realizando corridas prepiloto y piloto.

Este trabajo estuvo debidamente documentado en los manuales de producción, calidad e inocuidad. El objetivo de dichos manuales es compendiar el quehacer de la Transformadora desde que la materia prima llega hasta que está convertida en producto terminado. Estos manuales constituyen una herramienta fundamental para la operación ordenada y adecuada de la planta, y además son las bases para obtener la certificación como empresa generadora de productos para consumo humano.

De esta manera se desarrollaron las capacidades necesarias en el personal de la planta, tanto para operar los equipos como para el seguimiento y ejecución de procesos, de acuerdo con las diferentes líneas y normativas, cuidando la calidad requerida.

³ Por ejemplo, se explicó el uso de básculas, etiquetadoras, despieladora, envasadora, fábrica de hielo, guillotina, molino para carne, mezcladora, formadora, marmita y molino pulverizador.

Análisis de mercado

El estudio de mercado se desarrolló durante la segunda etapa del proyecto. Se redactó un documento que detalla la creciente demanda de alimentos ricos en proteína, bajo nivel de calorías y colesterol, derivados del cultivo de bagre y tilapia.

El estudio se realizó del 1 de abril al 30 de mayo de 2015 en cuatro ciudades: Querétaro, San Luis Potosí, Monterrey y Tampico, en las cuales se visitaron tiendas de autoservicio, pescaderías y restaurantes de pescados y mariscos, por muestreo simple.

También se sostuvieron entrevistas con quienes se consideran líderes de opinión o expertos en la materia, como Marco Antonio Tapia Silva, facilitador del Comité Sistema Producto Bagre Nacional; Demetrio Suárez Sobrevilla, director de Acuacultura y Pesca del gobierno del estado de San Luis Potosí; Miguel Ángel Salinas Montoya, presidente del Comité Sistema Producto Bagre en San Luis Potosí; Juan Tomás Castillo Escobar, presidente del Comité Sistema Producto Tilapia en San Luis Potosí; Higinio Blanco, presidente de la Unión de Expendedores de Productos del Mar en San Luis Potosí; Francisco Javier Galván Ramírez, integrante del mercado de Pescados y Mariscos en San Luis Potosí, entre otros responsables de mercados, tiendas de autoservicio y encargados de compras de establecimiento que ofrecen pescado y sus derivados.

Con la base documental existente y las encuestas y entrevistas, se corroboró la situación del sector acuícola y pesquero como uno de los sectores productivos más jóvenes del país, comparado con la ganadería, la agricultura y la minería, entre otros.

Como resultado del estudio de mercado se constató que “la cadena de comercialización de la tilapia en México es muy larga en términos comparativos con otros mercados, lo que resulta en mayores costos” (CIATEC, 2015), además de la gran cantidad de intermediarios que existen, lo cual reduce significativamente los ingresos de los productores nacionales.

De acuerdo con los Programas Maestros Nacionales de Bagre y Tilapia, se pudo determinar que la industrialización del pescado es incipiente. Se detectó que sólo dos empresas en el país realizan procesos de industrialización: una en el estado de Jalisco, para el caso de la tilapia, y la otra en el estado de Tamaulipas, para el bagre.

En el estado de Chiapas se localiza la Granja Acuícola Dos Lagos, filial del grupo sueco Reagal Springs, inaugurada en 2010, que cuenta con áreas de reproducción, desarrollo, engorda y procesamiento de harina de pescado. Es la empresa más grande de todo el país, que además exporta a Estados Unidos (CIATEC, 2015).

Con el estudio de mercado se pudo determinar que el mayor porcentaje de comercialización de los productos pequeños corresponde a tiendas de autoservicio, que adquieren el producto a granel y a diversas distribuidoras. Las pescaderías también fueron consideradas en la investigación, y se pudo constatar que ofrecen al consumidor pescado regularmente más fresco.

Otro punto importante fue la selección de la marca, logotipo e imagen del producto con el propósito de posicionarse en las preferencias del consumidor. La denominación de marca seleccionada fue EMACUH, siglas de la integradora de Empresas Acuícolas Unidas de la Huasteca, tomando como argumento la dualidad de posibilidades: por un lado, tener la marca y, por el otro, el posicionamiento del nombre de la empresa.

Para el diseño del logo de EMACUH, primero se creó la tipografía y después la imagen. Para ello se tomaron como base los colores del logotipo de la empresa y se fusionaron con el color azul, con efectos de movimiento tipo ola, lo cual brinda dinamismo a la imagen. Una vez definidos la marca y el logotipo se procedió al registro ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), en la clase 29, como marca mixta, para proteger denominación e imagen.

Ilustración 13. Logotipo de la EMACUH



Fuente: CIATEC.

Para la distribución no podía faltar la atención de aspectos tan importantes como el diseño de envase y el etiquetado (véanse las ilustraciones 14, 15 y 16). Estos aspectos también están detallados en el documento y se determinaron de acuerdo con lo estipulado en las siguientes normas mexicanas: NOM-251-SSA1-2009, relativa a prácticas de higiene para el proceso de alimentos y bebidas o suplementos alimenticios; NMX-F-56-1993, que versa sobre productos de la pesca, filete de pescado congelado, especificaciones, *fishing products*; NOM-030-SCFI-2006, que se refiere a la información comercial, declaración de cantidad en la etiqueta, especificaciones; y NMX-F-536-1993, que trata de productos de la pesca, como filete de pescado congelado.

La normatividad existente dio la pauta para el diseño de empaques y etiquetas, así como la generación del código de barras para filete de tilapia, filete de bagre y *nuggets*, y el código QR (*quick response code*), imagen que permite integrar información vinculada por medio de una computadora personal, dispositivos móviles celulares y tabletas.

Para verificar el cumplimiento de la normatividad correspondiente, se contrataron los servicios de SGS México, empresa acreditada ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Ilustración 14. Empaque de filete de tilapia natural (empacado al alto vacío)



4.4.5. Plan de replicabilidad

Uno de los compromisos establecidos en el proyecto FOMIX-SLP es el diseño de un plan de replicabilidad para extender el modelo a otras comunidades acuícolas del estado de San Luis Potosí. Este plan está compuesto por la carpeta tecnológica generada a lo largo del proyecto, que contempla instalaciones, equipos, personal, procesos y sistemas de control, así como un documento que reúne las condiciones generales para la puesta en marcha y operación de otras plantas transformadoras de pescado.

Ilustración 15. Empaque de filete de bagre natural (empacado al alto vacío)



El documento sugiere impulsar y diseñar mecanismos de difusión y comunicación a fin de involucrar e interesar a más comunidades acuícolas a participar en propuestas de mejora en la producción y comercialización del pescado. Además, para evidenciar la importancia de integrar las actividades de la transformadora a las actividades del estado, se sugiere:

- Difundir por diversos medios la existencia, operación y beneficios de la Transformadora.
- Organizar conferencias y actividades de difusión y divulgación de las ventajas de estas nuevas formas de producción, tecnificadas o semitecnificadas.

Ilustración 16. Empaque de nuggets de pescado



- Realizar un análisis minucioso de la factibilidad en el lugar donde se pretenda replicar la asociación de acuicultores u organización formal, porque el proceso de creación de una planta involucra esfuerzo, compromiso, paciencia y tenacidad, además de la inversión importante de recursos.

Por lo anterior, es importante realizar acciones de planeación que involucren a expertos de universidades públicas o privadas, locales o equivalentes; conformar un equipo de trabajo comprometido; gestionar apoyos de diferentes instancias y realizar estudios de plan de negocio, anteproyecto y búsqueda de financiamiento por diferentes vías.

Para nuevas plantas que serán establecidas en otros lugares es aconsejable obtener la asesoría de los expertos por parte de la Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia, los socios, administrativos y los participantes en el proyecto (CIATEC, UASLP y COLSAN), que podrán compartir la experiencia en la construcción y habilitación del proceso. Además, es importante tener en mente que se cuenta con el paquete tecnológico documentado que servirá de base para su adaptación en nuevos contextos de producción.

Para asegurar el éxito de proyectos similares, tres son los elementos prioritarios:

- Acuicultores organizados con estructura, reglamentación explícita, representatividad y carácter legal, que tengan capacidad productiva.
- Asistencia técnica. Conformar un grupo multidisciplinario de investigadores o colaboradores de universidades, centros de investigación o independientes comprometidos, con capacidad y experiencia probada en la planeación y ejecución de proyectos productivos.
- Instancias de gobierno. Involucrar a diferentes instancias de gobierno comprometidas con el proyecto y que puedan brindar apoyos e instrumentar acciones que lleven a buen término el proyecto.

El trabajo coordinado de estos actores deberá articular cuatro ejes: sostenibilidad técnica, social, económica e institucional. La vinculación e interrelación de estos ejes facilitará la transferencia de tecnología, en términos culturales y económicos; que los beneficiarios se asuman como dueños de la planta posibilitará el mantenimiento y sostenibilidad de ésta; tener un enfoque de generar valor y beneficio económico ayudará a la sostenibilidad, y el compromiso de las instancias de gobierno facilitará las gestiones para impulsar el proyecto y sostenerlo adecuadamente.

4.5. Descripción y análisis de los beneficios y resultados del proyecto

Los beneficios tienen que ver con aspectos de carácter social, científico, tecnológico, económico, ambiental y cultural. Desde el punto de vista cualitativo, la

puesta en operación de la Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia permitirá optimizar procesos y desarrollar productos y subproductos derivados del pescado, en particular de la tilapia y el bagre, y generará una fuente de ingresos y empleo para los productores y otras personas que se integren al proceso de transformación y comercialización.

La innovación tecnológica en el proceso de producción del pescado tendrá implicaciones económicas en la región, en particular con los socios de la EMACUH, quienes ahora tienen la opción de venta para la transformación de sus productos aprovechando su máximo potencial. La agrupación de los productores puede producir mayores volúmenes a fin de aprovechar la capacidad instalada de la planta y atender ventas al mayoreo.

Gracias a este desarrollo, los acuicultores dejarán de vender su producto a pie de granja a un precio bajo. Ahora tendrán la opción de llevarlo a la planta para su procesamiento como filete empacado al alto vacío o *nuggets*, conseguir un mayor valor agregado y más opciones de comercialización. Por otra parte, los subproductos resultantes de estos procesos serán aprovechados para la elaboración de harina, que podrá abastecer el mercado de alimento para peces, lo que redundará en el mejor aprovechamiento del pescado. En general, la comunidad se verá beneficiada con fuentes de trabajo directas e indirectas.

La transformadora puede ser un modelo replicable en diferentes polos acuícolas del estado de San Luis Potosí. Por el momento, se prevé que dará empleo a trabajadores operadores de la maquinaria y equipo, así como a los acuicultores asociados a la EMACUH.

La maestra Yolanda Nieto Urroz, responsable técnico del proyecto, afirma que éste se ha realizado de acuerdo con lo planeado en lo general. Las dos líneas principales de producción están establecidas (filete y *nuggets*); el manejo de los subproductos implicaba una línea de proceso que tuvo que diversificarse durante el desarrollo del proyecto debido a los inconvenientes que presentó.

En el futuro, la planta podrá perfeccionar los procesos establecidos e incursionar en líneas de nuevos productos sin desviarse de su objetivo fundamental. Entre estos nuevos productos se puede mencionar la obtención de colágeno y gelatina, que resultan de gran atractivo para el mercado actual.

En términos generales, el análisis de los documentos, objetivos y entregables del proyecto es positivo, a decir de los beneficiarios, en concreto José Luis Alvarado, gerente de la EMACUH. Desde el punto de vista técnico, la creación y puesta en operación de la Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia representa una alternativa con valor agregado para los productos acuícolas del estado de San Luis Potosí.

4.6. Evaluación del impacto

La evaluación y las perspectivas del desarrollo de la Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia son positivas porque esta planta cuenta con la infraestructura básica requerida para el procesamiento del pescado y un modelo de producción con métodos tecnológicamente ventajosos, comparados con el proceso que se sigue de forma empírica y manual; además, tiene posibilidades de replicarse a todo el estado.

El diseño, equipamiento y operación de una línea para la producción de harina de pescado para el aprovechamiento de los subproductos ofrecen a los acuicultores la oportunidad de conseguir materia prima de buena calidad para la producción de especies.

La TIP cuenta con las bases para la futura certificación de la línea de filete y sus productos ante las instancias conducentes. Con el funcionamiento de la TIP se espera que en un futuro cercano se logre el certificado “México Calidad Suprema”.

Con esta experiencia en el desarrollo de la transformadora y sus procesos, hay elementos y documentos suficientes para el diseño de un plan de replicabilidad de la planta en otras regiones del estado con vocación acuícola. El éxito dependerá, en gran medida, de la participación de las instancias de gobierno y de los acuicultores; para ello, las labores del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología pueden ser determinantes.

Aquí cabe enfatizar el planteamiento derivado del estudio de impacto social en el que se evidencia la necesidad de realizar una intensa labor de difusión para dar a conocer las ventajas de integrarse a este modelo de producción. Con ello se evitará la reticencia de los acuicultores.

Finalmente, si bien los resultados del proyecto son favorables y cumplen con los compromisos y entregables comprometidos, es recomendable que la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno de San Luis Potosí y el Comité Sistema Producto Bagre del mismo estado continúen brindando el apoyo para cumplir el propósito de extender y difundir los beneficios de este nuevo sistema productivo con alcance estatal y potencialmente nacional.

4.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución y desempeño del proyecto

Este proyecto no estuvo exento de imprevistos por situaciones administrativas, técnicas y financieras. Ejemplo de ello fue el retraso de nueve meses en la

Ilustración 17. Integrantes del grupo de trabajo a la puerta de la Transformadora

De izquierda a derecha, Mauricio Genet Guzmán, investigador del COLSAN; Yolanda Nieto, responsable técnico; José Luis Alvarado, gerente de la EMACUH; José Martín Calvillo Mares y José León Montoya, investigadores del CIATEC.

construcción de la planta, junto con la falta de servicios fundamentales como agua, luz y drenaje en el fraccionamiento donde se ubica y la demora en algunas actividades programadas.

Entre los factores que influyeron en los ajustes de tiempos y actividades está también el retraso en la entrega de los equipos para la planta; la adecuación de las instalaciones para lograr las condiciones de inocuidad; la experiencia de vinculación de tres instituciones con objetivos diferentes enfocadas en un mismo proyecto, y la variabilidad de producción de la materia prima por los cambios de estación y la demanda del producto. Todo ello obligó a la maestra Nieto Urroz, responsable técnico del proyecto, a solicitar la ampliación del plazo por seis meses para la conclusión del proyecto.

Sin duda, el punto clave para cumplir en tiempo y forma las actividades programadas y solventar estos factores críticos fue la comunicación y la colaboración entre el grupo de trabajo de las instituciones participantes en el proyecto.

4.8. Grupo de trabajo

Título del proyecto	Transformadora integral potosina de bagre y tilapia
Responsable técnico	Maestra Yolanda Nieto Urroz Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC)
Integrantes del grupo de trabajo	Por el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) Maestro José Martín Calvillo Mares Maestro José León Montoya Valadez Maestro Francisco Castro Vargas Por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí Maestra María del Refugio Pérez Barba Maestra Sandra Elizabeth Cervantes Niño I. A. Ma. Alicia de Anda Salazar Maestra Lorena González Suárez Por El Colegio de San Luis Doctor Mauricio Genet Guzmán Chávez Licenciada Bárbara Cristina Lugo, asistente de investigación
Usuarios	Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SEDARH) Empresas Acuícolas Unidas de la Huasteca (EMACUH)
Tesistas	Doriscelda Ponce Amador Karen Lizette Rodríguez Estrada Luis Cebrián Ramos

4.9. Referencias

- Gobierno del Estado de San Luis Potosí (s.f.). Fortalecen acuicultura en SLP con planta procesadora de pescado. Recuperado de <http://189.204.16.158/sedarh/index.php/noticias/25-fortalecen-acuicultura-en-slp-con-planta-procesadora-de-pescado>
- Guzmán Chávez, M. G., y Lugo, B. C. (2015). Transformadora integral potosina de bagre y tilapia: Un nuevo modelo de producción acuícola en la Huasteca potosina. *Sociedad y Ambiente*, 1(8), 75-97. Recuperado de <http://revistas.ecosur.mx/sociedadambiente/index.php/sya/article/view/1614>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2015). Sistema Producto. Distrito Federal, México: SAGARPA. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/SistemaProducto.aspx>

5. Proyecto integral multidisciplinario para la mejora productiva, incremento de la competitividad y atención a problemas socioambientales articulados con la utilización de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torrey) en el Panino Ixtlero de San Luis Potosí

Víctor Manuel Arias Estévez

5.1. Introducción

En la Región del Altiplano de San Luis Potosí el tallado del *Agave lechuguilla* para obtener su fibra ha sido tradicionalmente una actividad económica característica de la zona. Con el paso de los años ha disminuido su importancia e impacto en las comunidades por la pérdida de valor de la fibra en el mercado y por la dificultad en los procesos de extracción del material; estos factores han alejado a los campesinos de esta actividad. Sin embargo, el potencial de explotación de la lechuguilla, no sólo de su fibra, sino también de varios subproductos de la planta, ha tomado importancia en el contexto nacional e internacional con la sustitución de fibras sintéticas y el uso de nuevos productos. Para las autoridades estatales, en coordinación con el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, el tema es prioritario en la estrategia de desarrollo estatal y regional, por lo que han emprendido una serie de acciones, a través del Fondo Mixto de San Luis Potosí, para articular la cadena productiva de la lechuguilla mediante la búsqueda de innovación en sus procesos, diversificación de sus productos y mayor proyección en el mercado.

El desarrollo de tecnología y la creación de nuevos productos de la lechuguilla constituyen una de las demandas del FOMIX SLP. En 2012, un grupo de investigación multi e interdisciplinario de varias instituciones educativas y de investigación del estado se dio a la tarea de realizar un proyecto que atendiera la demanda de manera integral en consideración de las necesidades de los talladores de la región, con vistas a mejorar su calidad de vida e impulsar la explotación de lechuguilla en el Altiplano. Cabe mencionar que los usuarios identificados por el grupo de investigación son, primeramente, los talladores de la región del Altiplano, por lo que se pretende un alto grado de apropiabilidad social de los resultados, y después los representantes de los centros de tallado y las autoridades de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado, estos últimos como posibles facilitadores para la transferencia de la tecnología desarrollada en el proyecto.

En este documento el lector podrá encontrar los pormenores del desarrollo del proyecto en sus distintas etapas y vertientes, así como el análisis y perspectivas

de aplicación de sus resultados y productos. El método utilizado para documentar este proyecto fue el estudio de caso, apoyado en material bibliográfico, en informes de la primera etapa del proyecto en cada línea de investigación (excepto de la línea de comercialización) y en las entrevistas realizadas en noviembre de 2015 al responsable técnico, maestro Claudio Ramírez Carrera, del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT); al doctor Emilio González Galván, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), y al ingeniero Hugo Mendoza Noriega, Director General de Agricultura y Ganadería de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos de San Luis Potosí (SEDARH SLP).

5.2. Panorama estatal de la demanda específica

El Panino Ixtlero de San Luis Potosí está conformado por comunidades de la región del Altiplano potosino, al noreste del estado. Esta región se caracteriza por la alta marginación de sus habitantes y por un fenómeno migratorio que ha ido en aumento, al menos en el transcurso de la última década.

La explotación de la lechuguilla (*Agave lechuguilla Torrey*) ha significado, en los últimos años, una actividad de supervivencia, más que de vocación, para los campesinos de esta región. Tradicionalmente, la explotación de la lechuguilla representó para las comunidades del Altiplano una fuente importante de ingresos; sin embargo, las acciones primarias para su aprovechamiento se han limitado al tallado de la fibra, que resulta ser la parte más vulnerable en el mercado y susceptible de fluctuaciones de oferta y demanda que la hacen ser poco rentable.

El *Agave lechuguilla Torrey* crece en regiones áridas y semiáridas de la República Mexicana distribuidas en los estados de San Luis Potosí, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Tamaulipas y Zacatecas. Se trata de un matorral desértico rosetófilo (MDR) que crece en suelos someros y pedregosos derivados de calizas, y cuya actividad comercial principal es el tallado de las hojas para la extracción de la fibra (ixtle) que se utiliza para la manufactura de lazos y costales, entre otros (Rzedowski, 1983). Su explotación se basa en una actividad de recolección que, dadas las condiciones actuales y la falta de tecnología en los procesos de extracción de la fibra, repercute en la economía y salud de los talladores.

Las técnicas para el tallado de lechuguilla que persisten en la región ixtlera potosina se caracterizan por la precariedad en sus procesos. Los lechuguilleros o talladores realizan su trabajo con herramientas de manufactura casera (tablas con clavos y cuchillas casi siempre sin filo), lo que repercute en las propiedades

biológicas y calidad de la fibra, haciendo que disminuya su valor en el mercado. Por otra parte, en los centros de tallado existen máquinas para la extracción de la fibra que carecen de condiciones adecuadas de seguridad y cuyo diseño y procesos también repercuten en la calidad y propiedades del insumo.

El tallado rudimentario de la lechuguilla supone un esfuerzo físico considerable que acarrea consecuencias en la salud de quienes se dedican a esta actividad. Para la obtención de tres a cinco kilogramos de ixtle se llega a requerir de hasta 12 horas de trabajo. El costo de compra en los centros de acopio de DICONSA (Sistema de Distribuidoras CONASUPO) fluctúa entre 12 y 16 pesos por kilogramo aproximadamente, y es menor en los centros de tallado.

La fibra que resulta del tallado fue un materialpreciado por industrias locales y extranjeras, pues con ella se elaboraban productos tejidos diversos; en las últimas dos décadas del siglo pasado, el desarrollo de materiales sintéticos hizo que disminuyera la demanda del ixtle, por lo que la situación de las comunidades ixtleras para vender su producto se tornó más difícil. Sin embargo, la tendencia mundial hacia la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente en las industrias constituye actualmente un potencial de mercado para el ixtle debido al interés por sustituir las fibras sintéticas por naturales. Igualmente, la investigación de las propiedades de la pulpa de la lechuguilla y el desarrollo de nuevos subproductos han abierto una serie de expectativas de investigación aplicada y comercialización explorables en el corto plazo.

En este contexto, resulta imprescindible desarrollar una estrategia integral para la explotación de la lechuguilla que contenga alternativas en los procesos y desarrollo de nuevos productos con valor agregado, que cuenten con las condiciones necesarias para ser competitivos en el mercado nacional e internacional.

5.3. Propuesta de atención de la demanda específica

La propuesta de atención de la problemática expuesta se formuló mediante el desarrollo de un proyecto integral de investigación científica, tecnológica y de innovación, que aborda los temas de manera multi e interdisciplinaria. La propuesta fue conformada con la participación de varias instituciones educativas y diversas áreas y líneas de investigación.

El Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) lideró el proyecto y coordinó la articulación de actividades que le dieron el carácter multi e interdisciplinario. El proyecto proporciona una visión integral del contexto social de las comunidades dedicadas a la explotación del agave lechuguilla

con el propósito de conseguir la apropiabilidad de los resultados y formular alternativas para mejorar los procesos de acopio y extracción del ixtle. Siempre con una visión ecológica, sustentable y económicamente factible.

Adicionalmente, el IPICYT busca generar conocimiento innovador para el desarrollo de nuevos productos, no sólo con la fibra de lechuguilla, sino también con otros elementos como la pulpa, que tienen aplicabilidad en mercados importantes como los de alimentos, cosméticos y farmacéuticos.

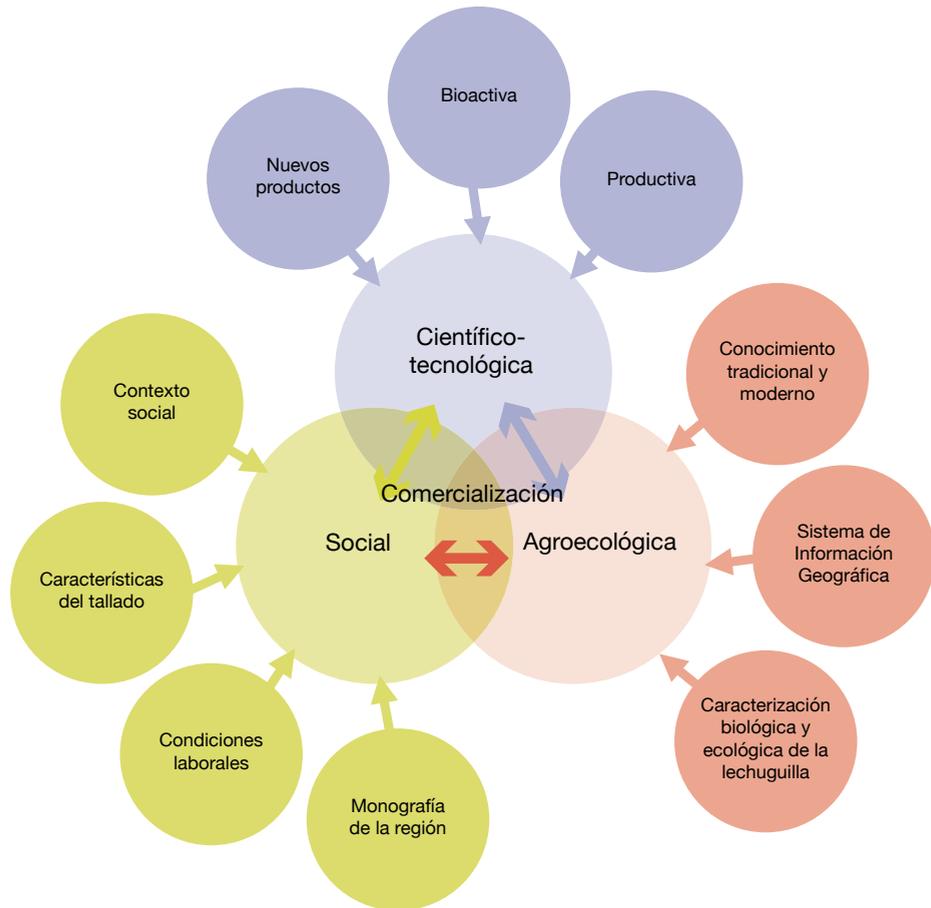
La motivación de los investigadores que comenzaron con la planeación del proyecto se originó en la identificación de una serie de factores: por un lado, el beneficio desproporcionado de algunas empresas y el monopolio en la industria ixtlera en San Luis Potosí y en toda la zona de influencia; por otro lado, y como consecuencia de lo anterior, la existencia de un problema social innegable asociado a la explotación de la lechuguilla que se traduce en desigualdad y marginación de las comunidades dedicadas a esta actividad. Sobre todo, se consideró que se trataba de un problema complejo que alentó el deseo por aplicar metodologías, herramientas y procedimientos que permitirían poner a prueba la implementación de un ecosistema de innovación tecnológica¹ capaz de responder a interrogantes de alta complejidad y proporcionar soluciones viables con un enfoque integral.

Así, el proyecto en su conjunto pretende articular la cadena productiva asociada al agave lechuguilla para obtener mejoras en el acopio, seguridad y procesamiento, conjuntamente con el desarrollo de nuevos productos y subproductos. Con esto se proyecta aumentar los ingresos y la calidad de vida de las familias ixtleras en San Luis Potosí con base en la alta apropiabilidad de los resultados y productos.

Se articularon diferentes disciplinas en tres campos interconectados para el logro de los objetivos; un campo de investigación social, uno agroecológico y uno más científico-tecnológico, que convergieron y proporcionaron elementos de dependencia e influencia entre sí. Además, se produjo una estrategia de comercialización para los productos y subproductos derivados de la lechuguilla (véase la ilustración 1).

¹ El concepto aceptado de ecosistema de innovación consiste en "el término utilizado para describir el conjunto amplio y diverso de participantes y recursos que contribuyen y son necesarios para la innovación en una economía moderna. Esto incluye empresarios, inversionistas, investigadores, profesores universitarios, capitalistas de riesgo, así como el desarrollo de negocios y otros proveedores de servicios técnicos como contadores, diseñadores, contratistas y proveedores de capacitación y desarrollo profesional" (Jackson, 2011).

Ilustración 1. Convergencia de las líneas de investigación del proyecto (emulación del ecosistema de innovación tecnológica para aprovechamiento de la lechuguilla)



Fuente: CamBioTec, A.C.

5.4. Desarrollo del proyecto

El primer paso en el desarrollo del proyecto fue realizar un prediagnóstico para conocer de primera fuente las circunstancias y el contexto de las comunidades ixtleras en el Altiplano potosino.

Dada la complejidad de la problemática que se pretendía abordar, en el diseño del proyecto se utilizó primeramente el modelo de creación del conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1999). De esta metodología se abstrajo que el caos creativo

es la antítesis de la innovación, principio que fue utilizado por el grupo de investigación para diseñar el proyecto.

En reuniones con varios investigadores, en las que se expuso un sinnúmero de ideas y propuestas de desarrollo tanto de nuevos productos como de enfoques para las distintas investigaciones, se identificaron redes de colaboración en las que se interconectaron varias disciplinas a fin de cubrir todas las necesidades de los objetivos determinados en la demanda específica a atender en el FOMIX.

Debido a la multi e interdisciplinariedad del proyecto, el responsable técnico del mismo, el maestro Claudio Ramírez, del IPICYT, buscó las interconexiones entre los diversos actores con el propósito de crear nodos de interacción multi e interdisciplinarios y críticos que fungieran como la semilla del ecosistema de innovación que se implementó. Se definió que los factores clave de dicho ecosistema debían ser atendidos en tres líneas principales de investigación y desarrollo que habrían de converger e integrarse para proporcionar alternativas factibles de solución de problemas complejos relacionados con el tema de estudio.

Las líneas de estudio son social, agroecológica y científico-tecnológica. De modo adicional, se estudió y desarrolló una línea de comercialización que se articula con las tres anteriores para dar factibilidad económica a los productos que pudieran generarse.

5.4.1. Línea social

La institución encargada del desarrollo de esta línea de investigación fue El Colegio de San Luis, A. C., a través del doctor Javier Maisterrena como responsable técnico. El objetivo fue crear las condiciones de apropiabilidad del conocimiento generado en ésta y en las demás áreas de investigación para beneficio de las comunidades ixtleras.

El grupo de investigación hizo presencia en la comunidad de Santa Rita de Rucio, municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí. Primero, con el propósito de dar a conocer a los pobladores los objetivos del proyecto y que se autorizara su presencia en la comunidad, y segundo, para entrevistar y encuestar a los actores principales en la población sobre los procesos de producción y extracción del agave lechuguilla y la observación directa del entorno.

Es importante señalar que la visión de integración de multi e interdisciplinariedad, que formula interrelaciones entre áreas de estudio, fue parte imprescindible del trabajo de observación y abstracción de la realidad de los encargados de ésta y todas las áreas.

La característica principal en el diseño del proyecto es la condición de efectuar la investigación siempre desde y para los lechuguilleros de la región ixtlera, es decir, sólo a partir de su realidad y en favor de su beneficio. Los estudios se realizaron considerando las necesidades de la región y sus pobladores, con una visión de sustentabilidad en relación con la actividad humana, porque esto permitiría un alto grado de apropiabilidad de los resultados.

La región del Altiplano se caracteriza por un grado de marginación alto, producto de la desigualdad y despojo respecto del resto de la sociedad en su conjunto. Estas condiciones se han extendido por un fenómeno migratorio constante y creciente en las comunidades, que implica abandono de actividades asociadas al campo y, por consiguiente, la pérdida del conocimiento empírico.

La persistencia de la región se ha basado en la pluriactividad en el campo, que permite la subsistencia de las familias por el cultivo de productos básicos como maíz y frijol, y la producción de lácteos y carne de caprinos, así como la recolección de productos temporales como limas y tunas. Cabe señalar que las actividades de explotación de la lechuguilla ya no son recurrentes entre los pobladores, y éstas se limitan al tallado de los *cogollos*² y hojas del agave para obtener la fibra.

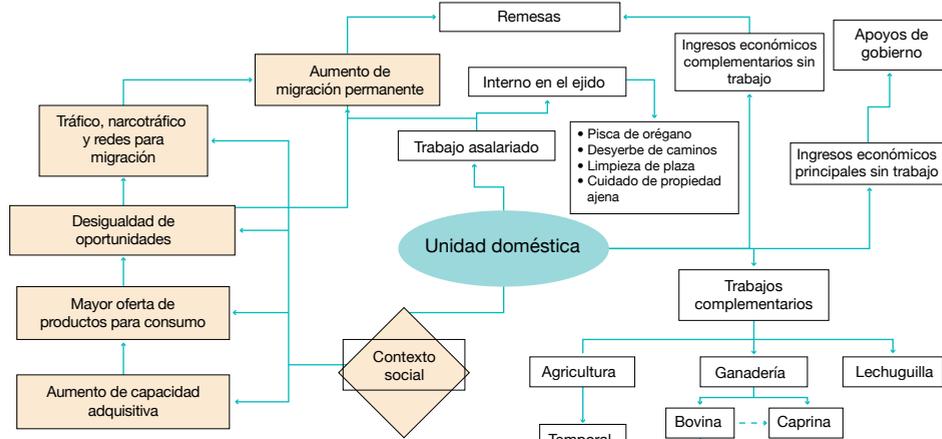
El grupo de investigación consideró necesaria la realización de talleres de reflexión con los pobladores de Santa Rita para el conocimiento de la historia, necesidades y condiciones territoriales asociadas a su forma de organización y producción, y para identificar escenarios viables en el futuro que, en un marco de corresponsabilidad, garanticen la transmisión de conocimiento, así como reuniones con científicos para determinar necesidades y condiciones para su solución.

El área social ha indagado una serie de circunstancias particulares de los pobladores del Altiplano potosino y características en Santa Rita que dificultarían la apropiabilidad en la región ixtlera. La ilustración 2 muestra el entramado social-laboral de la comunidad de Santa Rita en las últimas dos décadas. Se trata de una región que en los últimos años ha estado desprovista de igualdad de oportunidades y donde el entramado social se ha visto modificado con la incorporación de otros factores no tradicionales a los usos y costumbres de las comunidades. En términos generales, persiste entre los pobladores una dependencia de los apoyos que el gobierno proporciona como incentivo para mitigar las condiciones de marginación y que han actuado como mecanismos de control entre quienes los manejan y otorgan las prerrogativas.

También el creciente fenómeno migratorio, que comenzó de manera temporal hacia otros estados para realizar trabajos agrícolas o en el sector de la

² Hojas más tiernas agrupadas en el centro del agave y de las cuales se obtiene fibra de mayor calidad.

Ilustración 2. Esquema sobre la situación social-laboral de Santa Rita (1990-2013)



Informe del área social, primera etapa del proyecto aquí expuesto.

construcción y que se ha acelerado desde los años ochenta hacia Estados Unidos, repercute en las actividades asociadas a la explotación del agave lechuguilla. El retorno de inmigrantes es menor y el abaratamiento de la fibra ha significado que el tallado de ixtle sea una actividad complementaria.

Al mismo tiempo, el grupo pudo observar, sobre todo entre la gente joven, un grado considerable de indiferencia por los problemas de la comunidad y sus integrantes, que conlleva la satisfacción de sus necesidades exclusivamente. Todo esto se aúna a un problema de ausencia de educación formal en todos los niveles y adicciones que han degradado el núcleo social.

Las condiciones generales para continuar con la investigación se vieron comprometidas por varias razones. Algunos factores causaron resistencia entre la comunidad e impidieron la organización y realización de los talleres de reflexión referidos anteriormente. Entre esos factores podemos mencionar los relacionados con la inseguridad, por tratarse de una ruta utilizada para el narcotráfico, y la desconfianza en las comunidades por la presencia de los investigadores que, desde la percepción de los pobladores, se quedaban con los beneficios económicos que se desprendían de los apoyos para este proyecto. Estas condiciones significaron un perjuicio en la apropiabilidad de los resultados por parte de los pobladores en la zona de estudio.

No obstante, fue posible realizar entrevistas y aplicar cuestionarios que posibilitaron la confección de una monografía del ejido de Santa Rita del Rucio que describe en detalle las condiciones geográficas, demográficas, la actividad

económica y el contexto social, entre otros aspectos. Asimismo, se pudo recoger el testimonio de cuatro talladores de la comunidad, que se registraron en los entregables parciales del proyecto.

Aquí cabe mencionar que los informes finales con las conclusiones y la convergencia de los resultados con los resultados de las otras líneas de investigación serían entregados a principios de 2016.

5.4.2. Línea agroecológica

La investigación estuvo bajo la responsabilidad del doctor José Luis Flores, del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (IIZD-UASLP).

El objetivo de esta línea de investigación fueron las poblaciones de agave lechuguilla en la región del Altiplano potosino, con el propósito de mejorar el aprovechamiento del recurso de manera sustentable. Hasta el momento de documentar esta línea de investigación del proyecto FOMIX, sólo se contaba con informes parciales. Los productos esperados al término del proyecto son: a) el informe técnico del conocimiento tradicional y moderno de los usos de la fibra y subproductos de la lechuguilla y b) el Sistema de Información Geográfica (SIG) de caracterización del hábitat actual y potencial de la lechuguilla en el Panino Ixtlero potosino. También una mejor comprensión de su biología y ecología, así como de los factores que intervienen en la calidad del ixtle y los subproductos de la lechuguilla. Del mismo modo, el conocimiento empírico relacionado con el manejo de las poblaciones del agave y de sus usos tradicionales en las comunidades del Panino Ixtlero.

La región en la que se talla la lechuguilla cuenta con condiciones ambientales semidesérticas. Ocho por ciento del total del territorio del estado de San Luis Potosí cuenta con matorrales desérticos rosetófilos (MDR), entre los que se incluye la lechuguilla (Rzedowski, 1983).

Ilustración 3. Agave lechuguilla del Panino Ixtlero potosino



Fuente: IIZD-UASLP.

Para el estudio de las poblaciones de lechuguilla y sus características, el grupo de investigación trabajó y levantó muestras en 141 parcelas en 36 parajes del Panino Ixtlero. Se encontraron 119 especies agrupadas en 85 géneros y 34 familias botánicas, de las cuales 36 por ciento se encontró en un solo sitio, lo que indica una gran cantidad de microendemismos en los MDR, que a su vez impide una correcta ordenación mediante el análisis multivariable de datos.

La coexistencia de especies de agave en las parcelas estudiadas es de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torrey) con 23 por ciento; espadín (*Agave Striata*), 4 por ciento, y guapilla (*Agave Hechtia Glomerata*), con 3.2 por ciento, y se presentaron juntas en 20 por ciento del área de estudio. De acuerdo con el análisis preliminar, es deseable la cobertura de suelo con Guapilla porque los macollos³ cerrados de esta especie son buenos facilitadores de la lechuguilla. Al morir la guapilla, deja vástagos en la periferia que retienen materia orgánica y humedad aprovechable para sembrar plántulas de lechuguilla a partir de semillas y con esto reforestar la especie.

Se aplicaron cuestionarios a guías de campo y expertos del Panino Ixtlero para el levantamiento de datos relativos a la ecología de la especie, sus variantes y calidad de fibra, y para conocer los usos tradicionales del ixtle y otros productos de la lechuguilla.

Ilustración 4. Parcela de muestreo



Fuente: IIZD-UASLP.

En los informes preliminares del área de estudio destaca que los pobladores de la región utilizan el *guishe*⁴ como un detergente natural que puede ser utilizado fresco o seco sin perder sus propiedades; también es utilizado como alimento para ganado rumiante y tóxico para animales monogástricos. Igualmente, el corazón del cogollo se utiliza para mitigar malestares provocados por gastritis en personas.

³ Brotes secundarios o anillos.

⁴ Pulpa resultante del tallado de las hojas del agave para extracción de la fibra.

Otros aspectos documentados en el estudio permiten afirmar que los talladores de la región conocen muy bien las técnicas para no matar a la planta y conseguir cogollos nuevos en un tiempo determinado. Esto hace posible el manejo adecuado para conservar los lechuguillales nativos, en buena medida porque ahora hay pocos talladores por ejido, ya que la actividad es sólo complementaria: los campesinos no tallan si hay otra actividad productiva, asociada o no al campo, en la que puedan ocuparse. Sin embargo, cabe mencionar que la lechuguilla se encuentra cada vez más lejos de los concentrados poblacionales, lo que es indicativo de una sobreexplotación.

El aprovechamiento del ixtle es limitado, por el precio devaluado que tiene y por el intermediarismo que sólo acopia y transporta la fibra en detrimento de las ganancias de los talladores. Cabe mencionar que las acopiadoras de DICONSA han fungido como tiendas de raya modernas en las que se obtienen los productos de los talladores a bajos precios y no se paga en efectivo, sino en especie.

Se han hecho intentos de transferir tecnología mecánica a las comunidades, sin mucho éxito. Se introdujeron máquinas talladoras de ixtle que resultaron en pérdidas económicas porque la calidad de la fibra es menor que con el tallado manual, de tal forma que el pago por kilogramo oscila entre los 9 y 11 pesos. La talladora mecánica tiene la capacidad de tallar todas las hojas de la planta, por lo que se fomenta la deforestación. Por último, cabe mencionar que también tiene repercusiones en la salud, pues las condiciones de seguridad de la máquina no son las adecuadas, lo que ha resultado en la pérdida de falanges de las manos de varios talladores.

5.4.3. Línea científico-tecnológica

El desarrollo de este campo de investigación contó con la participación de dos instituciones de investigación: el Centro de Investigación y Asistencia en Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) y el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). A su vez, el campo de estudio se segmentó en subtemas de desarrollo: bioactiva, nuevos productos y productiva.

5.4.3.1. Bioactiva

Para esta parte de la investigación se contó con la participación de la doctora Lorena Amaya, del CIATEJ, como responsable principal.

La investigación del agave lechuguilla desde este enfoque versó sobre tres temas específicos: 1) secado de la pulpa, 2) proceso biotecnológico para la obtención de la pulpa y 3) propiedades antimicrobianas.

Para el secado de la pulpa se recolectaron muestras en la comunidad de San Bartolo, San Luis Potosí, que fueron transportadas en refrigeración hacia el centro de investigación en Jalisco. Con la evaluación del proceso de deshidratado se determinó el contenido de humedad de equilibrio y humedad crítica de la lechuguilla, y con la evaluación del proceso de secado se determinó la rapidez de secado, lo que permitió en conjunto conseguir la curva de rapidez de secado contra contenido de humedad. Derivado de esta investigación, se determinaron los parámetros de escalamiento para deshidratar pulpa de lechuguilla sin oxidación aparente, así como modelos predictivos del contenido de humedad en función del tiempo.

En lo que se refiere al despulpe del agave lechuguilla por un proceso biotecnológico, la investigación obtuvo avances en la separación de cinco cepas de levadura, diez cepas de bacterias y quince cepas de hongos filamentosos, que posteriormente serán seleccionados para realizar pruebas con el fin de evaluar el nivel de degradación de la pulpa y facilitar la liberación de la fibra conservando sus propiedades y calidad. La justificación de esta parte de la investigación es que sólo existen en la región ixtlera procesos manuales o mecánicos para separar la fibra del guishe o pulpa, y que el contacto de este último con la piel provoca dermatitis y, en algunos casos, fotosensibilidad en la piel debido a la presencia de saponinas.

Por último, se desarrolló el proceso de extracción y cuantificación de saponinas del agave lechuguilla con la prospección de utilizar el compuesto activo por sus muchas propiedades y posible utilidad. El interés en la extracción de saponinas radica en su propiedad antibiótica, antiinflamatoria y antitumoral, por su posible empleo como conservador natural de alimentos y coadyuvante para vacunas, y por su utilidad en la industria cosmética.

Ilustración 5. Cepas de levaduras, bacterias y hongos filamentosos separados del agave lechuguilla



Fuente: CIATEJ.

5.4.3.2. Nuevos productos

La propuesta de investigación aplicada en este rubro fue el desarrollo de textiles no-tejidos mediante la unión química con resinas y la modificación de la estructura de la fibra para producir pinceles de uso cosmético, entre otros productos. El propósito es diversificar subproductos con valor agregado.

El desarrollo de la investigación consistió en la selección de resinas para la construcción de textiles no-tejidos, determinar el mejor procedimiento de lavado y la optimización en la dilución de adhesivos. Asimismo, como producto de la investigación se detalló una escala comparativa de precios de productos tradicionales *versus* productos con valor agregado derivado del material textil no-tejido que proporciona características de absorción y limpieza personal mayores que los tejidos.

El material no tejido obtenido se sometió, en la segunda etapa, al entrelazado con nanofibras, producidas por *electrospinning* con polímeros biodegradables, los cuales contienen compuestos activos de la lechuguilla que dan un valor agregado; así se consiguió un producto nuevo, único y diferenciable en el contexto internacional. La idea es que las nanofibras se enriquezcan con la liberación de componentes activos con efecto de restauración dérmica, lo que proporcionaría una muy alta expectativa para el mercado de cosméticos. Cabe señalar que esta parte de la investigación quedó trunca por la falta de recursos y tiempo; sin embargo, se trata de una línea de desarrollo de nuevos productos con un potencial considerable. De lograrse se obtendría el registro de propiedad intelectual y una alta rentabilidad de productos derivados del agave lechuguilla.

En esta vertiente de investigación, los productos comprometidos son pinceles y brochas cosméticas de calidad, los cuales han sido reportados, y serán entregados al término del proyecto. Las toallas de no tejidos con nanofibras con *electrospinning* son de los productos con mayor potencial para el mercado.

5.4.3.3. Productiva

En esta vertiente de la investigación se propuso analizar los requerimientos de ingeniería conceptual y de innovación para el diseño de un prototipo de horno de secado de pulpa de lechuguilla y una máquina doméstica para el tallado de la fibra. Cabe mencionar que en esta parte de la investigación la multi e interdisciplinariedad fue fundamental para el intercambio de información con las demás áreas de investigación. La conceptualización y diseño de los prototipos debieron basarse en las características de los individuos en función de sus comunidades y

la cadena productiva, y en las necesidades que el grupo dedicado a esta actividad precisa para las mejoras económicas y de eficiencia.

El responsable de esta vertiente de investigación fue el maestro Claudio Ramírez, del IPICYT, quien también es responsable técnico de todo el proyecto, y además se encargó de articular el trabajo de todas las líneas de investigación para coordinar las acciones de una manera ordenada y eficaz, utilizando la metodología DSM (*design structure matrix*), a la cual se hará referencia más adelante.

5.4.3.4. Horno de secado

Como producto del tallado del ixtle se genera material que hasta ahora se había considerado desecho. Este material es el guishe o pulpa que, por su alta oxidación, no tiene ningún aprovechamiento en la región ixtilera de San Luis Potosí. Derivado de las otras líneas de investigación, se ha determinado que el guishe tiene propiedades utilizables en subproductos (por ejemplo, el uso de las saponinas en industrias como la farmacéutica, de alimentos y cosmética) y que, dadas las condiciones climáticas de la zona, así como las características de las comunidades, la deshidratación y el secado deben realizarse *in situ* por secado solar.

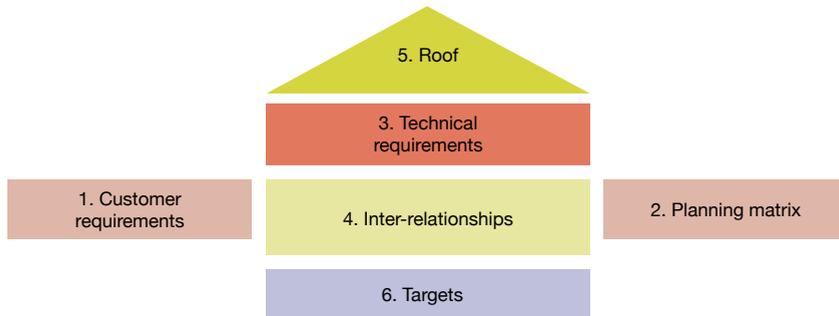
El desarrollo de la investigación implicó un análisis del estado del arte para conocer las técnicas de secado y tipos de horno óptimos para la deshidratación solar de la pulpa de lechuguilla sin que ésta pierda sus propiedades. Esta información proporcionó parámetros técnicos que considerar en el diseño conceptual del horno.

Para que el diseño del prototipo del horno de secado cumpliera con las especificaciones técnicas de acuerdo con el perfil y contexto de los usuarios finales (comunidades ixtileras), se utilizó la metodología conocida como despliegue de la función de calidad o *quality function deployment* (QFD) (véase la ilustración 6),⁵ que permite sistematizar la información del usuario acerca de las necesidades y expectativas de un producto traduciéndolas en especificaciones de calidad, innovación, optimización y adaptabilidad. El diseño del prototipo convierte las necesidades y demandas del usuario en especificaciones del producto, lo cual lleva a establecer metas e indicadores verificables (Bernal, 2009).

Las especificaciones definidas a partir de las necesidades del usuario se describen y acomodan en la matriz del QFD para su valoración y ponderación, de tal forma que la metodología proporciona los cómo (*hows*) o pasos en orden de importancia, los cuales son primordiales en el diseño del prototipo. En el caso

⁵ Tomado del Reporte técnico de diseño conceptual y especificación de parámetros de una máquina talladora doméstica y horno de secado.

Ilustración 6. Estructura del QFD, también conocida como “*quality house*”



Fuente: Ramírez, 2015.

de las especificaciones del prototipo de horno de secado para la pulpa de lechuguilla con la herramienta QFD se definió lo siguiente:

1. Seleccionar materiales adecuados, accesibles y baratos (acrílico, madera, acero, etcétera).
2. Seleccionar el tipo de calentamiento (directo o indirecto).
3. Distribuir de manera óptima el flujo de aire.
4. Diseño del ducto de entrada de aire.
5. Dimensionar chimenea.
6. Cumplir con los estándares de calidad.
7. Diseño óptimo en tamaño-peso.
8. Circulación natural.
9. Diseño amistoso.

La metodología QFD proporciona igualmente el enfoque hacia el usuario, es decir, las expectativas del cliente ordenadas de mayor a menor según el impacto en el diseño del horno. Se trata de las siguientes:

- Precio accesible de compra.
- Secado uniforme.
- Tiempo de secado óptimo.
- Costo de secado.
- Temperatura de secado (accesible *in situ*).
- Secar otros productos además del ixtle.
- Operación sencilla.

Ahora bien, aunado a la definición de las especificaciones para el diseño con la metodología QFD, el maestro Claudio Ramírez utilizó la metodología DSM para el cruce de ideas de manera multidisciplinaria a fin de detectar necesidades de información, opinión y especificaciones generales para el diseño, como curvas de secado, parámetros meteorológicos y seguridad, intersecadas con las necesidades indagadas para las comunidades ixtleras. Así, se desarrolló el prototipo para el horno de secado *ad hoc*.

El análisis de los elementos arrojó que el prototipo del horno de secado debía diseñarse utilizando el principio de funcionamiento de secado directo con circulación natural para la construcción de un horno solar doméstico (utilizando materiales como palos, piedras, lámina, lonas, etcétera) y otro horno solar semi-industrial operando bajo el principio de convección térmica.

Después de varias pruebas de simulación de flujo de aire y transferencia de calor para el secado directo solar, se inició la construcción del prototipo del horno de secado para la pulpa de lechuguilla.

Para incorporar un grado mayor de innovación en el producto, y con base tanto en el diseño como en la simulación, se incorporó la recuperación de agua en el proceso de secado, con lo cual se recuperó entre 5 y 7 por ciento de su masa total; es decir, si una comunidad talla 400 kilogramos diarios de lechuguilla puede garantizar la obtención de al menos 20 litros de agua potable diarios, el cual es un recursopreciado por los pobladores de la región debido a su escasez. Este fue un atributo adicional no comprometido en los resultados del proyecto; sin embargo, se le dio una especial atención por el posible impacto en las comunidades marginadas del Panino Ixtlero.

Cabe mencionar, por último, que existe la posibilidad de generar propiedad intelectual a través de la protección del modelo industrial.

5.4.3.5. Máquina talladora doméstica

En esta misma vertiente de investigación se planeó el diseño de una máquina doméstica de tallado de ixtle que cumpliera con las necesidades de la comunidad del Altiplano y con la demanda del material en el mercado. En el diseño y el desempeño de la máquina se puso mayor énfasis en las características necesarias para proteger la salud de los talladores y en su alta apropiabilidad. La meta fue realizar una máquina para eficientar y agilizar la extracción de la fibra mejorando sus procesos y conservando o aumentando la calidad del ixtle.

Previamente, las distintas líneas de investigación del proyecto indicaron como necesario el desarrollo de un mecanismo de preprocesamiento de la hoja

Ilustración 7. Proceso manual de tallado del ixtle



Fuente: IPICYT.

del agave lechuguilla que facilitara su tallado. Para ello se realizaron, con un brazo robótico, pruebas de simulación de un mecanismo de masa inercial que permitió el diseño de una máquina que prepara la hoja de agave y disminuye hasta 20-30 por ciento el esfuerzo en su tallado.

Por motivos del eventual registro de propiedad industrial, no se muestran detalles de los componentes de los procesos de la máquina de tallado para uso doméstico.

En general, el tallado del ixtle en las comunidades del Altiplano potosino es muy rudimentario. El tallado manual se realiza con una herramienta básica, diseñada y fabricada por los propios talladores, que consta de una tabla que hace palanca donde desgarran una cuchilla sin filo. Respecto de las máquinas talladoras, éstas quiebran la fibra y dejan demasiada pulpa, por lo que se obtiene un producto de baja calidad.

Es evidente que una de las mayores limitantes para la explotación eficaz de ixtle en la región es la manufactura de las herramientas por los propios talladores que degradan la calidad de la fibra y las máquinas talladoras que tampoco cumplen los estándares de calidad óptimos para el mercado.

Para la concepción y diseño del prototipo de la máquina talladora doméstica de ixtle, de la misma forma que con el prototipo del horno de secado, primero se utilizó la metodología QFD, que a partir de las necesidades de los talladores en el Panino Ixtlero establece las especificaciones de la máquina, entre las que destacan: pretratamiento (suavización de la hoja), diseño modular de la máquina, optimización de energía empleada, componentes de bajo costo, ser escalable a un proceso industrial, entre otras.

El enfoque al usuario proporcionado por QFD llevó a identificar algunas de las expectativas que la máquina debía satisfacer:

- Calidad del producto (fibra).
- Costo de la máquina.
- Calidad del producto (guishe o pulpa).
- Costo del tallado.
- Productividad.
- Operación sencilla.
- Acopio del producto (disposición final del producto).
- Mantenimiento.
- Seguridad.
- Tamaño.
- Traslado.
- Ergonomía.

Con la metodología DSM se detectaron las necesidades de información y especificaciones generales del diseño. Cabe destacar que en el cruce de información se encontró una relación estrecha entre la selección de los criterios de seguridad y las pruebas finales.

Uno de los hallazgos en el diseño es que el proceso de tallado mecanizado debe ser semejante al tallado manual para conservar o mejorar la calidad y tamaño adecuado de las fibras.

En la segunda etapa de desarrollo del proyecto se fabricó el prototipo de la máquina talladora doméstica con base en las especificaciones, ordenamiento de acciones y cruce de información entre líneas de investigación, así como metodologías para la solución de las contradicciones técnicas (TRIZ, teoría para resolver problemas de inventiva) y un previo escrutinio del estado del arte y la técnica, mediante un estudio de inteligencia tecnológica, analizados con las diversas metodologías, bajo el modelo del CALTECH (California Institute of Technology). El resultado es una máquina que plantea una solución integral a partir de la consideración de todos los contextos y problemáticas que repercuten en el seno de las comunidades dedicadas a esta actividad.

Se trata de una máquina innovadora que mejora significativamente el proceso de tallado del ixtle y lo hace competitivo en el mercado por conservar sus propiedades. Es de concepción doméstica, pero escalable al nivel industrial. Además, incorpora una visión social con perspectivas de mejora del nivel de vida de los talladores, al facilitar y dignificar su trabajo, así como cuidar su seguridad. También tiene características de adaptabilidad para tallar otro tipo de agaváceas, por lo que es transferible a otras regiones. Adicionalmente, se trata del desarrollo de un proceso de manufactura mecánico por completo, sin elementos complejos en exceso a fin de que tenga alta apropiabilidad, y es susceptible de registro de propiedad industrial.

Funcionalidad en máximos estándares

- Separa la fibra de la pulpa sin dañarla.
- Conserva sus propiedades.

Concepción doméstica escalable al nivel industrial

- Diseño modular de fácil manejo para transportar a las comunidades.
- Para su escalamiento industrial pueden adaptarse varias máquinas en línea para producción de ixtle en serie.
- Se están incorporando mecanismos adicionales que facilitarán la sujeción y reorientación de las pencas en las bandas. Visión social.
- Con el prototipo de máquina, un tallador puede producir de cinco a diez kilogramos de ixtle en no más de cuatro horas, lo que reduce a una tercera parte el tiempo de tallado y aumenta de 100 a 200 por ciento su productividad.
- La posición para el tallado es de pie y no inclinado, lo que le proporciona una mayor ergonometría en el proceso.
- Triplica el ingreso y reduce en 70 por ciento el esfuerzo.

Cabe mencionar que, además del desarrollo del prototipo de la máquina talladora de ixtle, el grupo encargado de esta línea de investigación hará una serie de recomendaciones de reingeniería con el fin de mejorar los procesos de las máquinas talladoras existentes en los centros de tallado en la región, ya que estas máquinas no son funcionales ni eficaces y deterioran la calidad de la fibra. Posiblemente la recomendación principal será la sustitución de la máquina de tallado o una reingeniería profunda que podría resultar costosa.

Por otro lado, es importante señalar que el prototipo de máquina talladora que se desarrolló en el proyecto cuenta con características de escalamiento industrial que podrían considerarse para suplir las existentes en los talleres de tallado.

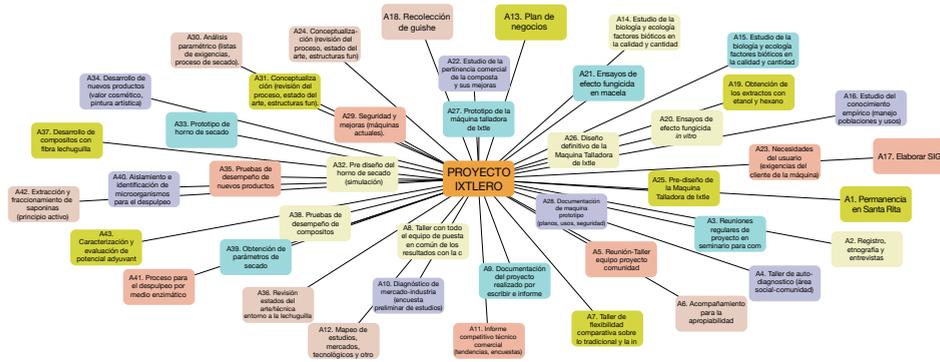
5.4.5. Metodología *design structure matrix* (DSM)

Una parte fundamental del proyecto en su conjunto fue la utilización de la metodología DSM, que permitió aplicar un enfoque multi e interdisciplinario basado en la relación de actividades entre los grupos de investigación participantes, lo cual favoreció el trabajo en equipo de manera coordinada.

Es un modelo de intercambio que hace posible la representación de las relaciones complejas de tareas, componentes, funciones y materiales a fin de determinar una secuencia óptima para una interacción y encontrar su punto crítico, que es la base de la innovación en el desarrollo de un nuevo producto o servicio. Esta herramienta metodológica de alta especialización fue creada y desarrollada por el doctor Steven Eppinger, del Massachusetts Institute of Technology (MIT).⁶

⁶ Para información detallada sobre la metodología, consúltese Eppinger y Browning, 2012.

Ilustración 8. Mapa de dependencias en el proyecto ixtlero (matriz DSM en forma visual)



Fuente: IPICYT.

La aplicación de la metodología DSM coadyuvó a identificar las interacciones entre los miembros que conforman el proyecto y obtener un mapa de relaciones globales y una matriz de interacciones críticas.

La interacción de las líneas de investigación del proyecto se definió en buena medida aplicando la metodología DSM. Las líneas social y agroecológica nutrieron en todo momento a la línea científico-tecnológica con información necesaria para el diseño de los prototipos utilizando también la metodología QFD.

A partir del conocimiento técnico sobre el tallado manual de la lechuguilla se diseñó una máquina de tallado con características ergonómicas adecuadas y que protege la integridad del tallador respecto del esfuerzo realizado para el trabajo. Asimismo, la línea agroecológica nutrió de información científico-tecnológica acerca de las poblaciones de agaváceas en la región y las distancias de recorrido de las zonas pobladas hacia los lugares donde se encuentran los agaves. Con base en esta información se diseñó el prototipo pensando en su adaptabilidad para el tallado de otras plantas en la región, y en que fuera modular para que su manipulación y desplazamiento fuera menos complicado.

Igualmente, para el prototipo del horno de secado fueron consideradas las características de las comunidades y sus pobladores proporcionadas por la línea de investigación social; en consecuencia, se determinó que el horno debía de ser de secado solar y que pudiera ser construido en la propia casa del tallador con materiales básicos y de bajo costo, como madera y adobes de lodo. La línea agroecológica interactuó con la científica a partir de la información recabada y analizada en la monografía de Santa Rita, que indica que el agua es un recurso preciado en las comunidades debido a su escasez. Así, el prototipo del horno de secado tiene la propiedad de recuperación de agua de la pulpa del agave.

la apropiabilidad de los resultados del proyecto de investigación dado el entramado social en la región. A nuestro juicio, la presentación de los resultados por parte del COPOCYT y los diversos grupos de investigación, así como una estrategia adecuada para la transferencia de la tecnología, podrían revertir el ambiente generalizado de desconfianza e indiferencia entre los pobladores al identificar un compromiso real y resultados tangibles.

Por último, referimos que se organizó un grupo de trabajo multi e interdisciplinario con la participación de cada uno de los responsables de las distintas líneas de investigación, se presentaron avances cada determinado tiempo y se definieron en cada una de las reuniones las directrices de su línea de investigación en relación con las demás líneas. En opinión del responsable técnico, se trató de un trabajo difícil, pero con el avance del proyecto se pudo obtener un grado de cooperación y coordinación óptimo.

5.5. Descripción y análisis de los beneficios del proyecto

Hasta el momento de realizar la documentación del proyecto sólo estaba concluida la etapa 1 con sus respectivos informes. Sin embargo, con base en las entrevistas y los informes parciales fue posible identificar los beneficios partiendo de los resultados hasta entonces obtenidos y los proyectados. Cabe mencionar que los resultados finales y los beneficios se conocerían al término del proyecto, en diciembre de 2015, pero para conseguir beneficios tangibles serán necesarios mecanismos de transferencia adecuados y acciones adicionales para la apropiabilidad de los resultados en las comunidades. Los beneficios previstos con el desarrollo de este proyecto son los que a continuación se describen.

En el ámbito social, se prevé el mejoramiento de la calidad de vida de las familias, creación de condiciones de arraigo, autonomía y fortalecimiento del tejido social con base en la apropiabilidad de los resultados y productos generados para uso y beneficio de las comunidades ixtleras. Como se señaló en páginas anteriores, las condiciones de apropiabilidad en Santa Rita del Rucio, y en general en el Panino Ixtlero, se ven comprometidas por el contexto social de desconfianza, indiferencia e inseguridad persistentes.

En el ámbito agroecológico, se prevé incrementar los usos potenciales de productos de la lechuguilla mediante las investigaciones realizadas y el rescate del conocimiento local sobre usos y costumbres. Igualmente, aproximarse al uso persistente de los lechuguillales nativos de manera sustentable y apoyada con herramientas del SIG que se desarrolla en el proyecto.

Debemos subrayar que, dadas las diferentes vertientes de la investigación, la extracción del ixtle cada día queda más rezagada, e incluso se trata de una actividad menospreciada por los propios habitantes del Altiplano. Sin embargo, con el desarrollo de máquinas más eficaces y seguras, la diversificación de uso de los subproductos de la lechuguilla y un trabajo adecuado de transferencia de conocimiento se abre un área de oportunidad para reactivar el tallado de ixtle y comenzar a articular de manera rentable la cadena productiva del agave lechuguilla.

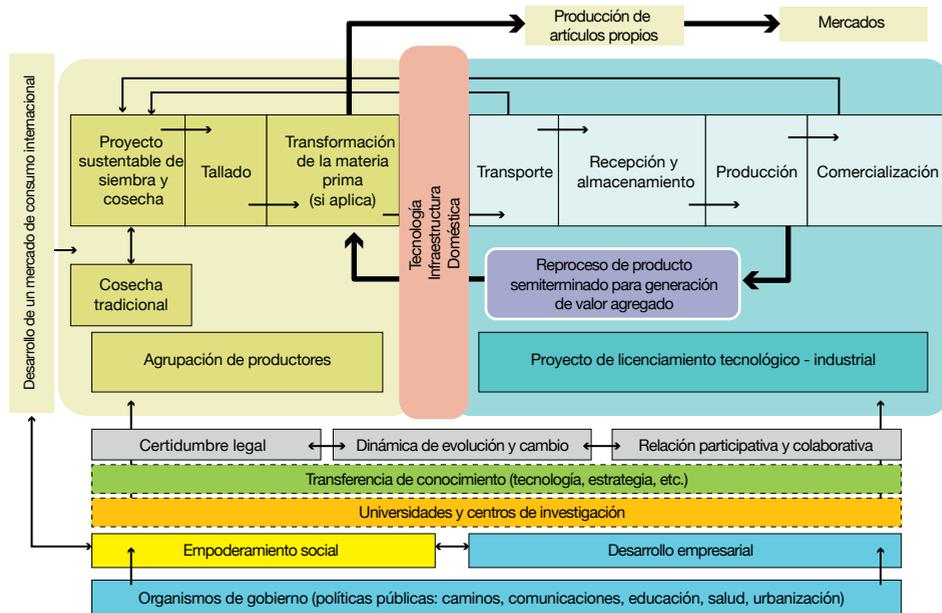
Uno de los beneficios tecnológicos más significativos radica en el tallado doméstico de la fibra con la máquina talladora fabricada en el proyecto, pues ésta brindará autonomía, equidad de oportunidades, seguridad y mayores ingresos a los talladores y sus familias. Esto dependerá del grado de apropiabilidad que se logre y pueda permear en las comunidades. Con este propósito, el grupo de investigación planea realizar una serie de reuniones en la comunidad ejidal de Santa Rita para informar sobre los resultados y posibles beneficios una vez concluido el proyecto. Es importante tener presente que se requiere transferir la tecnología a alguna empresa que pueda fabricar las máquinas y ofrecerlas a un precio asequible.

Otros beneficios identificados son la diversificación de la economía del ixtle mediante la obtención de fibras finas de lechuguilla para aplicación de nuevos productos de alto valor y la extracción de agentes microbianos del agave lechuguilla como insumo para estos productos, todos en mercados como el farmacéutico, de alimentos y cosméticos. Cabe aclarar que el desarrollo de estos rubros se realizó sólo en su etapa básica; debido al tiempo y reducción presupuestaria al proyecto no se avanzó en las etapas de aplicación y pruebas.

Un beneficio previsto es el desarrollo de un modelo de comercialización regional con acciones claras, flexibles, factibles y replicables. De acuerdo con el responsable técnico del proyecto, se trata de una estrategia de comercialización que considera de manera integral su contexto, y que podría significar la entrada en mercados internacionales con productos y subproductos del agave lechuguilla de alto valor agregado.

Para integrar el modelo de comercialización se elaboró un plan de negocio basado en el concepto de “modelo de negocio inclusivo”, el cual tiene como principio básico la vinculación entre una empresa y un grupo de personas de escasos recursos mediante su integración en una cadena de valor (proveedores, distribuidores, clientes, socios, empleados, etcétera). Dicha cadena comprende, como una de sus principales características, la equidad, es decir, se propone generar un beneficio mutuo, reflejado en el incremento en la competitividad (SNV, 2014; Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos, 2015). Se ha hecho una

Ilustración 11. Modelo de comercialización propuesto



Fuente: Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos, 2015.

ambiciosa propuesta de una cadena de valor en la que se busca la integración de los productores, no como simples proveedores, sino como actores del proceso de transformación y comercialización, tal como se observa en la ilustración 11, en la que se detallan los flujos y elementos del modelo de comercialización.

Puede observarse que en la segunda etapa del modelo tiene un papel esencial el “proyecto de licenciamiento tecnológico- industrial” para la manufactura y comercialización de productos. Para alcanzar el éxito comercial es necesario que se desarrollen los detalles de la ejecución de ese proyecto de licenciamiento, pues no se ha abordado todavía quién ha de participar, cómo se coordinará y en qué términos se otorgarán licencias.

Dado el alcance de este proyecto, debemos señalar que no se tienen elementos que proporcionen evidencia de la elaboración de ese proyecto de licenciamiento, por lo tanto, no se conoce cómo se pretende instrumentar la entrada de nuevos productos en los mercados, aun cuando se tenga un análisis del mercado de Japón. El modelo de comercialización representa una oportunidad que debe aprovecharse para dar continuidad al proyecto generando las actividades que permitan materializar resultados que se traduzcan en el beneficio económico y social de la región.

Por último, el grupo de investigación encargado de la línea científico-tecnológica plantea etapas subsiguientes del proyecto. Por lo pronto, se ha solicitado

apoyo económico al CONACYT para el registro de la propiedad industrial de la tecnología y nuevos productos desarrollados, así como para continuar con la investigación de los subproductos cosméticos, y potencialmente el desarrollo de productos automotrices que se puedan fabricar con el agave lechuguilla.

5.6. Evaluación del impacto

Hasta la documentación de este proyecto no se había identificado la concreción de los impactos. El motivo principal es que no se había concluido la segunda etapa del proyecto, no estaban listos los informes finales y, por ende, aún no existía transferencia del conocimiento a los usuarios identificados por el grupo de investigación; adicional a ello, existe un resguardo provisional de los resultados obtenidos hasta no concluir su posible registro de propiedad industrial.

A nuestro juicio, para que haya impactos del desarrollo de este proyecto se requiere de una estrategia adecuada de transferencia de tecnología, y para ello es necesaria la participación de una o varias unidades económicas que fabriquen la maquinaria a precios asequibles de acuerdo con el contexto predominante en la región del Altiplano potosino. Posiblemente se podría obtener apoyo con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para que las familias en las comunidades puedan tener acceso a la máquina talladora y al horno de secado realizados en prototipo en el proyecto FOMIX SLP 2012. Sólo a partir de la realización de estas acciones podrá permear en las comunidades y el proyecto tendrá un impacto real.

De igual manera, se requiere certeza sobre el registro de la propiedad industrial para fortalecer la posición de negociación y la distribución de derechos entre las instituciones participantes en el proyecto, así como para que la explotación de esa propiedad intelectual repercuta en beneficios a las comunidades ixtleras como base de la cadena productiva y regule los monopolios de acopio, producción y comercialización de la materia prima y productos de alto valor agregado.

En la segunda etapa del proyecto se ha trabajado para poner a punto la tecnología con el fin de proceder a su comercialización. Por cuestiones de la protección de la propiedad industrial, la cual está pendiente, no se han completado las actividades de transferencia de los resultados del proyecto. De acuerdo con el responsable técnico del proyecto esto ocurrirá durante 2016 (maestro Claudio Ramírez, comunicación personal, 14 de marzo de 2016).

Es fundamental que se avance en la concreción del proyecto de licenciamiento para causar un impacto económico.

5.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución y el desempeño del proyecto

El desarrollo del proyecto se vio afectado principalmente por las características y circunstancias que imperan en la comunidad ejidal de Santa Rita del Rucio, municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí, sitio elegido para el levantamiento de datos para el diagnóstico social y conocimiento empírico de los usos vernáculos del agave lechuguilla. Como se refirió anteriormente, los pobladores mostraron resistencias e intereses personales relacionados con la dependencia a los apoyos federales, los cuales supusieron estaban siendo desviados hacia el grupo de investigadores. Por esa razón los talleres previstos no pudieron realizarse, en mayor parte por la inseguridad derivada del narcotráfico en la región, y no fue posible tener presencia permanente del grupo en la comunidad.

Otros factores son el arraigo entre los jóvenes de la comunidad de actitudes de indiferencia sobre los problemas de sus habitantes, así como un fenómeno migratorio creciente que, aunado a las condiciones de marginación y mal pago del tallado de la fibra, hacen que la actividad de extracción del ixtle sea únicamente complementaria y hasta menospreciada. Entre la juventud se identificaron también problemas de alcoholismo, drogadicción y violencia.

El municipio de Guadalcázar está ubicado en el noroeste del estado de San Luis Potosí, y colinda con los estados de Nuevo León y Tamaulipas. En la actualidad es un paso natural del narcotráfico, y su presencia en Santa Rita es constante, de tal forma que los factores de inseguridad dificultaron el trabajo de campo.

Otro factor crítico que repercutió en el desarrollo del proyecto fue la reducción presupuestal. Para la ejecución del proyecto se solicitó un monto de 8 millones 643 mil 700 pesos, y le fueron asignados un total de 3 millones 757 mil pesos, lo que equivale a una reducción de 56 por ciento respecto del monto solicitado. Esto significó una situación crítica para el desarrollo del proyecto y retrasos en todas las líneas de investigación por falta de recursos.

5.8. Consideraciones finales

El proyecto llevado a cabo con apoyo del FOMIX SLP-2012 es multi e interdisciplinario; está basado en la comprensión de problemas complejos que deben atacarse de una manera integral, para poder dar paso al desarrollo de nuevos productos y tecnologías altamente competitivas. La comunicación eficiente y confiable entre los miembros de los grupos de investigación dio la pauta para el éxito del proyecto.

Resultará interesante conocer el trabajo de armonización de los resultados de las diferentes líneas de investigación desarrolladas en el proyecto, sobre todo la social y tecnológica, a fin de indagar acerca de las acciones necesarias para que permee en las comunidades ixtleras. De considerarse estas acciones, el éxito del proyecto se reflejará en su principio fundamental: mejorar la calidad de vida y condiciones de trabajo en el Panino Ixtlero potosino.

En las últimas décadas se han invertido alrededor de 490 millones de pesos en la articulación de los eslabones de la cadena de valor del agave lechuguilla, pero sin éxito. Una de las causas principales es la existencia de monopolios en la comercialización de la fibra, que resulta en una perversión sistémica.

Desde nuestra perspectiva, para terminar con el monopolio de la comercialización de la fibra de lechuguilla es necesario que se tomen acciones para regular el precio del ixtle. Dichas acciones deberán ser coordinadas por las autoridades estatales, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SEDARH) del estado. Regular los precios del ixtle, apoyado en un marco legal robusto, hará posible la reducción de los márgenes de ganancia exorbitantes de las comercializadoras y equilibrar el costo de la fibra en beneficio de las comunidades dedicadas a esta actividad.

Igualmente, la SEDARH debe diseñar estrategias para mejorar las condiciones y mecanismos de compra de la fibra a los talladores pues, de acuerdo con los estudios realizados en este proyecto, DICONSA juega un papel de tienda de raya en la zona de estudio; cuando su misión es proporcionar abasto básico a la población más pobre, lo que hace, en cambio, es intercambiar el producto del trabajo de los campesinos por alimentos y enseres.

Otra forma de revertir el efecto de los monopolios y mermar sus prácticas es el control de la tecnología desarrollada para el tallado de la fibra. Si la tecnología desarrollada en los centros de investigación tiene ventajas competitivas, debe patentarse y transferirse a empresas pequeñas (talleres con capacidad productiva básica) ligadas a las comunidades o centros de tallado. También podría difundirse la tecnología si se involucrara a instituciones educativas de la región.

5.9. Grupo de trabajo

Proyecto integral multidisciplinario para la mejora productiva, incremento de la competitividad y atención de problemas socioambientales articulados con la utilización de lechuguilla (*Agave lechuguilla Torrey*) en el Panino Ixtlero de San Luis Potosí

Nombre	Cargo
Maestro Claudio Ramírez Carrera, IPICYT	Responsable técnico del proyecto
Grupo social	
Doctor Javier Maisterrena, COLSAN	Responsable de la línea de investigación social
Arturo Olmedo, COLSAN	Trabajo de campo y sistematización de la información
Ligia Mariana Oliveros, COLSAN	Trabajo de campo y sistematización de la información
Ana Delia Morán, COLSAN	Trabajo de campo y sistematización de la información
Brenda Coronado, COLSAN	Elaboración cartográfica
Lázaro Cano, COLSAN	Edición de imágenes
Grupo agroecología	
Doctor José Luis Flores Flores, IIZD-UASLP	Responsable de la línea de investigación agroecológica
Ingeniera Claudia López Martínez, IIZD-UASLP	Colaborador técnico
Ingeniero Pedro Nájera Quezada, IIZD-UASLP	Colaborador técnico
Geógrafa María Carolina Jiménez Zúñiga, IIZD-UASLP	Colaborador técnico
Grupo bioactiva	
Doctora Lorena Amaya, CIATEJ	Responsable de la línea de investigación bioactiva / responsable de la parte de despulpado
Maestro Gustavo Castillo, CIATEJ	Responsable de la obtención de curvas de secado
Doctora Eugenia Lugo Cervantes, CIATEJ	Responsable del aislamiento de compuestos bioactivos
Grupo nuevos productos	
Maestro Claudio Ramírez Carrera, IPICYT	Responsable de la línea de investigación de nuevos productos
Maestro Mauricio Ruiz Solano, IPICYT	Colaborador técnico
Ingeniera Susana Rivera Villalobos, IPICYT	Auxiliar
Grupo productividad	
Maestro Claudio Ramírez Carrera, IPICYT	Corresponsable de la línea de investigación de productividad
Doctor Emilio González Galván, UASLP	Corresponsable de la línea de investigación de productividad
Doctor Habil Erich Dietmar Rössel Kipping	Colaborador-coordinador de la línea de investigación de productividad

(continuación)

Nombre	Cargo
Grupo productividad	
Ingeniero Lorenzo de Jesús Castañón Alcalá, UASLP	Colaborador técnico
Ingeniero José Iván Colorado Cervantes, UASLP	Colaborador técnico
Ingeniero Miguel Ángel Coronado García, UASLP	Colaborador técnico
Grupo multidisciplinario	
Maestro Claudio Ramírez Carrera, IPICYT	
Doctor José Luis Flores Flores, IIZD-UASLP	
Doctora Eugenia Lugo Cervantes, CIATEJ	
Doctor Emilio González Galván, UASLP	
Doctor Felipe Alatríste Mondragón, IPICYT	
Doctor Francisco Rafael Rostro Contreras, UASLP	
Doctor Vladimir Alonso Escobar Barrios, IPICYT	

5.10. Referencias

- Bernal, L. M. (2009). *Quality function deployment (QFD) for services (Handbook). International SEPT Program*. Leipzig, Alemania: Universität Leipzig.
- Comisión Nacional Forestal (2000). Inventario forestal nacional. Distrito Federal, México: Comisión Nacional Forestal.
- Flores Flores, J. L. (2014). Anexo 2 Etapa 1. Reporte línea Agroecológica. Estudio de las poblaciones silvestres e inducidas de la lechuguilla (*Agave lechuguilla Torrey*) en el Altiplano potosino y del conocimiento empírico de su aprovechamiento. San Luis Potosí, México: Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Kalan Kaash, S. C. (2009). Estudio orientado a identificar los mercados y canales de comercialización internacionales para la oferta de productos de ixtle con valor agregado. Sin pie de imprenta.
- Lorena Amaya, E. L. (2014). Anexo 3. Reporte Bioactivo (primer informe). Guadalajara, Jalisco, México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco.
- Maisterrena Zubirán, J. (2014). Anexo 2° Informe Área Social Proyecto FOMIX Lechuguilla. San Luis Potosí, México: El Colegio de San Luis.
- Morales, M. A. (2014). Anexo 4. Reporte Nuevos Productos. Innovación tecnológica en la fibra de lechuguilla que permita el desarrollo de nuevos productos que impulsen la industria ixtlera del país y mejora de la calidad de vida en el Altiplano. San Luis Potosí, México: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.

- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999). La organización creadora del conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. Trad. M. H. Kocka. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Ramírez Carrera, C. V. (2014). Anexo 5. Reporte técnico de diseño conceptual y especificación de parámetros de una máquina talladora doméstica y horno de secado. San Luis Potosí, México: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.
- Ramírez Carrera, C. V. (2014). Anexo 6. Reporte técnico de las simulaciones del prototipo de máquina talladora de ixtle y horno de secado. San Luis Potosí, México: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.
- Ramírez Carrera, C. V. (2014). Anexo A. Metodología DSM. San Luis Potosí, México: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.
- Ramírez Carrera, C. V. (2014). Informe técnico de avance de la etapa 1 del proyecto FOMIX. San Luis Potosí: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.
- Rzedowski, J. (1983). *Vegetación de México*. Distrito Federal, México: Limusa.
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SDARH) (2015). Diseño de un plan de negocios para la comercialización de lechuguilla (*Agave lechuguilla Torrey*) y sus productos derivados en el Panino Ixtlero de San Luis Potosí. FOMIX CONACYT. San Luis Potosí, México. Inédito.
- SNV (2014). Negocios inclusivos. Un modelo innovador de negocios que promueve la inclusión social y económica. Recuperado de http://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2014/03/SNV_NegociosInclusivos.pdf

6. Fortalecimiento de la infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí

Brenda Susana Figueroa Ramírez

6.1. Introducción

El presente documento detalla el proceso definido por la empresa OperaIT, S. A. de C. V., para atender la demanda específica “Fortalecimiento de la infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí” publicada en la convocatoria 2013-C01 del programa Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí (FOMIX CONACYT-SLP).

Por medio de la interacción entre la empresa OperaIT¹ y el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT),² como enlace de la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) y de la Secretaría de Educación de Gobierno del Estado, instancias usuarias del proyecto, se atendieron las necesidades y demandas tecnológicas que el CRICYTI requería satisfacer para alcanzar sus objetivos como espacio proveedor de elementos y herramientas tecnológicas dirigidas a fortalecer la vinculación y mejorar la competitividad de los actores del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI) del estado de San Luis Potosí.

Por el equipamiento y acondicionamiento de los tres espacios que integran el CRICYTI: el Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Centro de Negocios y el Laboratorio Multimedia, en la actualidad se ofrece infraestructura de vanguardia en apoyo a la capacitación de recursos humanos, el acceso a la información científica y tecnológica y al desarrollo de productos para la divulgación y difusión de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Para este estudio de caso se utilizó una metodología basada en la revisión documental, la realización de entrevistas y el análisis de la información. Para la documentación se revisaron la convocatoria, la demanda específica y los términos de referencia publicados por el FOMIX CONACYT-SLP (2013-C01). Asimismo, al sujeto de apoyo del proyecto se le solicitó su propuesta registrada ante el CONACYT, el convenio de asignación de recursos, los informes parciales y el informe final del

¹ Sujeto de apoyo del proyecto.

² Enlace de las instancias usuarias del proyecto y administrador/operador del CRICYTI.

proyecto. Después, se hizo una entrevista en la que participaron los responsables del proyecto por parte del sujeto de apoyo y del enlace de la demanda.³ De esta manera se obtuvieron aspectos relevantes para la descripción de los antecedentes, objetivos y desarrollo del proyecto, así como la identificación de los impactos, perspectivas, lecciones aprendidas y la comunicación interinstitucional para el logro de los objetivos.

Una vez analizada la información recabada se complementó la evidencia cualitativa del proceso de desarrollo del proyecto, que en este documento se relata; al final se sugiere una prospectiva de las capacidades y posicionamiento nacional que el Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Centro de Negocios y el Laboratorio Multimedia pueden desarrollar con el propósito de aprovechar de modo óptimo la capacidad tecnológica instalada que el desarrollo de este proyecto les proporcionó.

6.2. Entorno de la demanda específica

En 2008, el Gobierno del Estado de San Luis Potosí, a través del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT), reconoció la necesidad de contar con espacios que facilitaran la vinculación entre los actores del sistema estatal de innovación (instituciones de educación superior, centros de investigación, empresas, gobierno y sociedad), la capacitación de recursos humanos y el diseño de instrumentos de difusión y divulgación para impulsar las vocaciones científicas y tecnológicas en el estado.

En este contexto, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) emitió ese mismo año la convocatoria de Proyectos Estratégicos de Fondos Mixtos, que financió 15 iniciativas para la innovación y competitividad estatal y regional. De estas iniciativas, una era la “Generación de capital humano para la innovación social y productiva en San Luis Potosí: La construcción de espacios de conocimiento mediante inversión en infraestructura científica y tecnológica”, que fue apoyada con un monto aprobado de 17 millones 650 mil pesos.⁴ El proyecto se propuso incrementar la formación de recursos humanos altamente

³ Por parte del sujeto de apoyo (OperalT, S. A. de C. V.) participaron el ingeniero Jesús Otero Vázquez, representante legal del proyecto; la licenciada Claudia Ávila Vizuet, responsable administrativa del proyecto; el ingeniero Salvador Mariscal Torres, apoyo técnico de la empresa. Por parte del enlace de la demanda (COPOCYT) participaron la licenciada Blanca Adriana Monreal Briones, directora de Administración y Finanzas; la maestra Claudia Montserrat Llamas Batres, subdirectora de Capacitación y Asistencia Técnica; el ingeniero Edgar Jiménez Félix, subdirector de Divulgación; y la licenciada Amanda Karina Contreras Quijada, operadora de Análisis.

⁴ La aportación concurrente del gobierno del estado se realizó en especie por un valor de 19 millones de pesos, incluyendo el terreno donado por El Colegio de San Luis, A. C.

calificados que incidan en la innovación científica y tecnológica, y fortalecer la infraestructura científica y tecnológica de las instituciones de educación superior (IES) y centros públicos de investigación (CPI) a fin de impulsar la vinculación con los diferentes sectores y aprovechar las capacidades de los grupos de investigación consolidados en la entidad.

El proyecto integró cinco subproyectos, coordinados por la doctora María Isabel Monroy Castillo,⁵ con la participación de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), y el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT). Una de las cinco líneas de investigación del proyecto⁶ fue la creación del CRICYTI con el objetivo de contar con espacios de vanguardia que fortalezcan la articulación de los actores del SECTI en la generación de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de grandes repercusiones económicas, sociales y ambientales, que mejoren la competitividad de los sectores productivos en el estado de San Luis Potosí. En cuanto a sus alcances, se consideró facilitar el trabajo multidisciplinario entre grupos de investigación, apoyados por la información digital, redes de conectividad y otras herramientas tecnológicas que posibiliten el fortalecimiento de estos grupos de investigación en áreas estratégicas para el desarrollo de San Luis Potosí.

De acuerdo con los objetivos y alcances del CRICYTI, así como de la identificación y análisis de quienes serían los usuarios, se consideró que este centro debería contar con tres espacios en los que se ofrezca el equipamiento tecnológico adecuado para la formación de recursos humanos especializados, la vinculación de proyectos de impacto científico, tecnológico y de innovación, y la divulgación de la ciencia, la tecnología y la innovación, por lo que se determinó crear el Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Centro de Negocios y el Laboratorio Multimedia.

Con el equipamiento del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación se proponía crear un espacio en el que fuera posible acceder a documentos digitales, bases de datos nacionales e internacionales y a un sistema de información con la infraestructura tecnológica necesaria para la consulta de indicadores científicos, tecnológicos y de innovación.

Con la creación y el equipamiento del Centro de Negocios del CRICYTI se planteaba ofrecer un espacio tecnológico de vanguardia para la realización

⁵ Investigadora de El Colegio de San Luis, A. C.

⁶ Las otras cuatro líneas de investigación se enfocaron en la creación del Programa de Ingeniería Molecular y Tecnología en Procesos Particulados de la UASLP, la Unidad de Posgrado del IPICYT, la Segunda Fase de la Unidad de Posgrado e Investigación y Laboratorios de Investigación Social (COLSAN) y el Bioterio Regional para San Luis Potosí (UASLP-IPICYT).

Ilustración 1. Edificio del CRICYTI

Fuente: CamBioTec, A. C.

eficiente y productiva de reuniones de trabajo, así como fortalecer capacitación, formación y actualización profesional mediante la impartición de diplomados, cursos y talleres, entre otros, en combinación con el uso de tecnología avanzada y óptima conectividad con otras instancias estatales, nacionales e internacionales.

Con el Laboratorio Multimedia se buscaba contar con el equipo tecnológico multimedia necesario para desarrollar productos como animaciones, videos, audios y contenidos gráficos y audiovisuales enfocados a la promoción, difusión y divulgación de la ciencia, la tecnología y la innovación que contribuyeran a la apropiación social del conocimiento. En adición, se planteó que se requería que el CRICYTI contara con una red de telecomunicaciones, manuales de funcionamiento y operación de los equipos, así como un programa de capacitación para la operación de los espacios requeridos.

Para 2011 se concluyó el subproyecto con 580 metros cuadrados de obra civil para el CRICYTI, y se dejaron definidas las áreas para la instalación de los tres espacios comentados con anterioridad. Una vez finiquitada la obra civil se planteó la necesidad de equiparlo y acondicionarlo para alcanzar los objetivos para los que fue concebido.

Ilustración 2. Placa inaugural del CRICYTI



Fuente: CamBioTec, A.C.

6.3. Propuesta de atención a la demanda específica

En 2009, el Gobierno del Estado de San Luis Potosí propuso, a través de su Programa Sectorial de Ciencia y Tecnología 2010-2015, tres objetivos principales para atender las políticas, compromisos y acciones del sector ciencia y tecnología, incluido este último en el eje rector “Economía, competitividad y generación de empleos” del Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015.

Los tres objetivos versaron sobre: i) la articulación entre educación, ciencia básica y aplicada, desarrollo tecnológico e innovación, con el fin de elevar la competitividad estatal y mejorar las condiciones de vida de los potosinos; ii) divulgar la I+D+i en todos los niveles educativos y de la sociedad en general, para que se logre una apropiación del conocimiento, y iii) incrementar el financiamiento para la I+D+i en el estado, al mismo tiempo que se evalúa la aplicación de los recursos públicos en su impacto económico y social (COPOCYT, 2010).

La creación del CRICYTI contribuye a cumplir dichos objetivos al beneficiar el desarrollo científico y tecnológico en el estado mediante el acondicionamiento de un espacio en el cual se promueve la vinculación de los sectores, la gestión del financiamiento y la divulgación de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En la convocatoria 2013-C01 del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de San Luis Potosí (FOMIX CONACYT-SLP) se publicó la demanda específica

“Fortalecimiento de la infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí”, cuyo principal objetivo es contribuir con el equipamiento del CRICYTI para el fomento de la apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) mediante el acondicionamiento de espacios con tecnología de vanguardia que contribuyan a la capacitación de recursos humanos, acceso a la información y a la divulgación y difusión de la CTI. La empresa OperaIT, S. A. de C. V.,⁷ elaboró su propuesta en atención a la demanda específica. El objetivo de la propuesta era convertir al CRICYTI en un polo de vinculación, formación de capital humano y organismo de apoyo para la divulgación y difusión de la CTI, apoyado por equipos tecnológicos óptimos y eficientes que favorezcan los alcances de cada espacio planeado.

Las propuestas específicas que la empresa OperaIT, S. A. de C. V., realizó para el equipamiento y acondicionamiento del CRICYTI fueron las siguientes:

- Para el Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación, un espacio con capacidad de hasta 15 personas que permita el acceso a los usuarios a sistemas de información de CTI local, nacional e internacional (consulta de indicadores de CTI y generación de bases de datos).
- Para el Centro de Negocios, un espacio con una capacidad de hasta 45 personas, que cuente con infraestructura y condiciones tecnológicas para la realización de talleres, cursos, diplomados, conferencias y reuniones de trabajo a efectuarse en tiempo real o diferido con otras instancias públicas o privadas, nacionales e internacionales. Adicionalmente, se propuso que sea un espacio flexible que permita dividir el Centro de Negocios en dos espacios.
- Respecto del Laboratorio Multimedia, un espacio con tecnología para la generación de animaciones, edición de audio, imágenes, video y creación de sitios *web*.

La propuesta fue evaluada por los órganos colegiados del FOMIX CONACYT-SLP de acuerdo con los criterios de selección establecidos en la convocatoria, con relación al cumplimiento de la calidad científica y técnica; impacto-beneficio del proyecto; factibilidad de la transferencia, asimilación y adopción de los resultados del

⁷ Empresa integrada por asesores en tecnologías de la información certificados en mejores prácticas. La empresa OperaIT fue incubada en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Actualmente vende servicios e integra tecnología realizando actividades desde cableado estructurado, servidores, conmutadores, tecnología para bases de datos, multimedia y videoconferencias. Trabaja conjuntamente con proveedores certificados (en conmutador, servidor, *firewall*), proveedores de sistema eléctrico y aire acondicionado y proveedores con experiencia en *site* y lugares de confort (ServicesinIT, s.f.)

proyecto; compromisos del proponente, y el tiempo y costo de ejecución del proyecto. Al firmar el convenio de asignación de recursos se nombró como responsable técnico del proyecto a la ingeniera Odette García Segura, y como sujeto de apoyo a la empresa OperaIT, S. A. de C. V. Asimismo, en dicho convenio se estableció que el proyecto se llevaría a cabo en tres etapas de seis meses cada una, y se definieron los objetivos, actividades, productos y presupuesto para cada una de éstas.⁸

6.4. Desarrollo del proyecto

Una vez aprobado el proyecto, los integrantes del equipo de trabajo de OperaIT, S. A. de C. V., efectuaron reuniones y entrevistas con el enlace del usuario en el COPOCYT⁹ con el objetivo de identificar las principales necesidades y requerimientos para el equipamiento y acondicionamiento de los tres espacios del CRICYTI. Parte de los resultados de estas reuniones permitió integrar el equipo de trabajo para la realización del proyecto, que fue multidisciplinario e involucró a investigadores de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a proveedores especializados y certificados en equipos, actividades y áreas a equipar en el CRICYTI.

El proyecto se llevó a cabo en un periodo de 18 meses.¹⁰ Al finalizar cada una de las tres etapas (véase la tabla 1) se elaboraron informes técnicos de avance, que fueron evaluados y aprobados por los secretarios técnico y administrativo con apoyo del evaluador de seguimiento técnico y del despacho contable del fondo.

Ilustración 3. Reunión de trabajo entre el enlace Usuario y OperaIT, S. A. de C. V.



Fuente: CamBioTec, A.C.

⁸ El proyecto fue apoyado para su realización por un monto de 5 488 798 pesos del programa FOMIX CONACYT-SLP.

⁹ Las áreas involucradas en la identificación de las necesidades del proyecto fueron las de vinculación, capacitación, divulgación y análisis; mientras que lo relacionado con la adquisición de equipo y adecuaciones técnicas estuvo a cargo del área administrativa.

¹⁰ El proyecto inició el 27 de enero de 2014 y concluyó el 24 de julio de 2015.

Tabla 1. Espacios equipados y actividades por etapa

Espacio equipado y acondicionado	Actividades		
	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3
Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obra civil. 2. Modificaciones en cableado eléctrico, cableado estructurado para voz y datos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición de equipo para consulta de información. 2. Adquisición de los equipos de realidad virtual. 3. Análisis de los temas para prototipos de realidad virtual. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño y desarrollo de <i>software</i> de realidad virtual. 2. Diseño y programación de prototipos de realidad virtual y reconocimiento del habla.
Centro de Negocios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obra civil. 2. Modificaciones en el cableado eléctrico, cableado estructurado para voz y datos. 3. Adquisición e instalación de equipo de videoconferencias, aire acondicionado y mobiliario. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipamiento del área de recepción y sala de negocios privada. 2. Capacitación de los equipos instalados. 3. Uso de las instalaciones.
Laboratorio Multimedia		<ol style="list-style-type: none"> 1. Confirmación de elementos para el laboratorio multimedia. 2. Obra civil y construcción de la cabina de sonido. 3. Adquisición e instalación de equipo para la cabina de sonido. 4. Capacitación del <i>software</i> Maya 3D. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitación de los equipos instalados. 2. Uso de las instalaciones.
Actividades transversales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición e instalación de equipo de comunicación/red, conmutador, licenciamiento y puesta a punto de servidor. 2. Adquisición e instalación de fibra óptica. 3. Infraestructura eléctrica. 4. Instalación de cámaras de vigilancia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificaciones en obra civil (planta alta). 2. Instalación de aire acondicionado. 3. Equipamiento del servicio de <i>catering</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición e instalación del mobiliario para el área de recepción. 2. Capacitación de equipo instalado en áreas comunes.

Fuente: Elaborado por CamBioTec, A. C., con base en OperaIT, S. A. de C. V., 2014, 2015a, 2015b.

Etapa 1

El desarrollo del proyecto inició con las adecuaciones necesarias en la planta baja del edificio del CRICYTI para preparar los espacios correspondientes a las áreas del Centro de Negocios, Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación, reubicación del Centro de Datos y adecuación al servicio de *catering*. Lo anterior llevó a realizar una serie de actividades, como modificaciones de la obra civil para las instalaciones de cableado eléctrico, cableado estructurado para voz y datos e instalación de equipos de aire acondicionado.

En esta primera etapa se adquirieron e instalaron equipos para el Centro de Negocios (sistema de videoconferencias, aire acondicionado y mobiliario); equipos de comunicaciones/red, conmutador, licenciamiento y puesta a punto del servidor (*active directory*) para acceso seguro a la red;¹¹ se adecuó la infraestructura eléctrica y la instalación de cámaras de monitoreo para garantizar el buen funcionamiento y seguridad de los equipos.

Con estas actividades se consiguió cumplir con el equipamiento del Centro de Negocios que en la actualidad cuenta con un equipo de videoconferencias que permite conexiones a diferentes puntos estatales, nacionales e internacionales; la obra civil y conexiones de la red del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación (se propuso que en la segunda etapa del proyecto se adquiriera y equipara con mobiliario para su funcionalidad); los servicios de red y conmutador para diez líneas analógicas, y la instalación de la infraestructura eléctrica y cámaras de seguridad.

Etapa 2

Una vez instalados los equipos programados para la primera etapa del proyecto, se celebraron reuniones con el enlace de la demanda, designado por los usuarios, y los proveedores, a fin de realizar la transferencia y asimilación de conocimiento mediante manuales, planos y memorias técnicas; esto con propósito de garantizar el funcionamiento de los equipos instalados en el Centro de Negocios, para la infraestructura de la red y comunicaciones y la operación de las cámaras de vigilancia y la infraestructura eléctrica de la planta baja del CRICYTI.¹²

¹¹ Para el equipamiento de la red y la infraestructura para recibir el enlace de Internet se seleccionó como proveedor al IPICYT, por gestiones del COPOCYT, como enlace de la demanda en el desarrollo del proyecto, en virtud de lo cual el sujeto de apoyo del proyecto construyó la canalización de la red.

¹² Para la transferencia de la infraestructura de red y comunicaciones, la empresa OperatIT, S. A. de C. V., se reunió con los encargados de dar soporte a la red del CRICYTI.

Durante esta etapa, en la propuesta original del proyecto se consideró la construcción de una bodega para el resguardo de mobiliario del Centro de Negocios; sin embargo, el COPOCYT, como enlace del usuario, reconsideró esta acción. El sujeto de apoyo, en cambio, propuso optimizar el equipamiento instalado en el Centro de Negocios para la realización de videoconferencias. De acuerdo con ello, se solicitó al FOMIX CONACYT-SLP un traspaso entre rubros (el remanente de no construir la bodega), y se obtuvo una respuesta favorable para su uso.

A mediados de 2014 se dio inicio a las adecuaciones en la planta alta del edificio del CRICYTI¹³ para acondicionar el Laboratorio de Multimedia, y se adquirió, instaló y conectó el equipo necesario para cumplir con la funcionalidad del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación. En reuniones celebradas con los operadores del CRICYTI designados por los usuarios se definieron los requisitos de construcción para la adecuación del Laboratorio Multimedia, incluyendo la cabina de sonido y áreas de apoyo. Con base en lo acordado, se realizaron las modificaciones en la obra civil para la cabina de sonido y la instalación de equipos de aire acondicionado. Una vez construida la cabina de sonido se hicieron pruebas técnicas que comprobaran su óptimo funcionamiento (cálculos de resonancias acústicas, transferencias acústicas, absorciones y reflexiones internas), así como el diseño de espacios y elementos acústicos, y la proyección de conexiones eléctricas y flujos de señal.¹⁴

Para promover la interacción virtual de los diferentes sectores (academia, gobierno, empresa) con respecto de los temas relacionados con la ciencia, tecnología e innovación se comenzó con el análisis de los requerimientos para los equipos de realidad virtual y reconocimiento del habla.¹⁵ En colaboración con un grupo de investigadores de la UASLP¹⁶ se evaluaron los dispositivos de realidad virtual, y Oculus Rift¹⁷ fue seleccionado como la herramienta tecnológica para que los usuarios del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación del CRICYTI accedan a la información de manera innovadora para los cuatro temas identificados por el COPOCYT, los cuales se tradujeron en el desarrollo de cuatro prototipos.¹⁸

¹³ El seguimiento de la obra civil de la planta alta estuvo a cargo del arquitecto Rafael Escamilla y el maestro Juan José Navarro Cedillo, investigador de la UASLP.

¹⁴ En el equipamiento del Laboratorio Multimedia, incluyendo cabina de sonido, y del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación participó el doctor Francisco Eduardo Martínez Pérez, investigador de la UASLP. El ingeniero Roberto Rodríguez Negrete colaboró con el suministro de cámaras fotográfica y de video. El ingeniero Eduardo Muñiz, de la compañía ENTEK Audiovisuales, colaboró en la creación de la cabina de sonido.

¹⁵ A cargo del doctor Héctor Gerardo Pérez, investigador de la UASLP, y el ingeniero Edgar Jiménez Félix, subdirector de Divulgación del COPOCYT.

¹⁶ El doctor Héctor Gerardo Pérez, el maestro Juan José Navarro Cedillo y el maestro Gylmar Mariel Cárdenas, investigadores de la UASLP.

¹⁷ Es un casco de realidad virtual.

¹⁸ En esta segunda etapa sólo se inició el desarrollo del primer prototipo. Los tres restantes se diseñaron en la tercera etapa del proyecto.

Con la puesta en marcha de diferentes equipos inició el proceso de asimilación de la tecnología mediante la capacitación y entrega de manuales. Al respecto, la empresa OperaIT, S. A. de C. V. instruyó al personal que opera los equipos en el CRICYTI por parte del COPOCYT en el uso del *software* Maya 3D¹⁹ que se utiliza en el Laboratorio Multimedia.

Debido a los retrasos de los proveedores en los tiempos de entrega, quedó pendiente para la tercera etapa el equipamiento de la cabina de sonido, la instalación de los equipos adquiridos para multimedia y la instalación y configuración del *plotter* e impresora.

El avance en el equipamiento del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación consistió en la adquisición de equipos de cómputo, mobiliario, pizarrón interactivo²⁰ y proyector. Se postergó para la siguiente etapa la capacitación en el uso del pizarrón interactivo, la instalación de equipo de cómputo y la llegada del equipo de realidad virtual.

En el Centro de Negocios sólo se instaló, en esta etapa, la mampara retráctil que lo divide en dos salas. También se concluyó el traslado del centro de datos del CRICYTI,²¹ la cobertura del 100 por ciento de la instalación y la conexión de infraestructura de red y voz en la planta baja, la instalación del nuevo conmutador y la memoria técnica de la capacitación en el uso de los equipos de videoconferencia y presentaciones instalados en el Centro de Negocios.

En esta segunda etapa del proyecto, la empresa OperaIT, S. A. de C. V. trabajó con un grupo multidisciplinario de expertos en los temas y equipos instalados en los tres espacios acondicionados del CRICYTI en la capacitación del personal del COPOCYT en el uso de equipos específicos.

Etapa 3

Durante el primer semestre de 2015 se realizaron las actividades de la tercera y última etapa del proyecto. En esta etapa, para el Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación se desarrollaron dos de los cuatro prototipos que integran la tecnología de realidad virtual (3D) y reconocimiento del habla. Del tercer prototipo se tenía un avance de desarrollo de 50 por ciento, y el último contaba

¹⁹ Es un *software* de renderización, simulación, modelado y animación 3D que ofrece un conjunto completo de herramientas creativas para modelado, animación, iluminación y efectos visuales (VFX).

²⁰ El ingeniero Víctor Valladares Sánchez y el ingeniero Alejandro Murillo, de la empresa Viewhaus, participaron en la instalación y configuración del pizarrón interactivo.

²¹ El ingeniero Osvaldo Guerrero y la ingeniera Elizabeth Saucedo, de la compañía ALSERC, S. A. de C. V., colaboraron en el traslado del Centro de Datos y en la instalación de servicios de voz y datos (cableado estructurado). El doctor Francisco Eduardo Martínez Pérez, investigador de la UASLP, participó en la revisión del traslado y en la inmersión del nuevo cableado estructurado.

Ilustración 4. Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación del CRICYTI



Fuente: CamBioTec, A.C.

con el análisis requerido.²² Asimismo, se determinó que una vez concluidos los prototipos se abriría un espacio en la *web* a fin de promover la interacción virtual de los diferentes sectores sociales en los temas de ciencia, tecnología e innovación.

Se impartieron los cursos de capacitación final al personal designado para operar los equipos instalados (muro móvil, centro de negocios, *software* Maya, *plotter*, pizarrón interactivo) y se entregaron los manuales de funcionamiento y las memorias técnicas elaboradas a lo largo del proyecto;²³ se finalizó la adquisición del mobiliario para el área de recepción y sala de negocios privada del Centro de Negocios. En esta última etapa se inauguró el CRICYTI y se dieron a conocer sus funciones. La etapa tres tenía, al final de 2015, un avance de 85 por ciento; sólo quedaba pendiente la entrega de un mueble y de dos visores Oculus Rift.²⁴

Como puede observarse, se logró la funcionalidad completa de las tres áreas solicitadas por el CRICYTI. El Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación es un espacio con capacidad para hasta 15 personas, con infraestructura de vanguardia, con acceso rápido a los sistemas de información de ciencia, tecnología e innovación. Este espacio está equipado con medios de

²² Esta actividad fue apoyada por el doctor Héctor Gerardo Pérez y el maestro Juan José Navarro Cedillo, investigadores de la UASLP.

²³ Memoria Técnica Equipo de Videoconferencia, Memoria Técnica Conmutador Avaya, manual de la computadora HP 6305SFF, manual CISCO Small Business, manual del monitor Samsung, manual de la computadora HP Promo 800EO, manual de la Computadora HP 600G1, manual del monitor HP WS Z231 LED, manual de la HP Probook Portátil 440G1, manual de la tableta HP Elitepad 900, manual del servidor HP Proliant ML350pGen8, manual de la cafetera Hamilton, manual del microondas Mabe, manual del Microondas GE, manual de la parrilla eléctrica Teka, memoria técnica del servidor AD y Switch 48ptos, memoria técnica del FORTINET/RED COPOCYT, memoria técnica de videovigilancia, manual del *plotter*.

²⁴ Ahora se tiene el mobiliario que faltaba. En la UASLP se están realizando las modificaciones necesarias para adecuar el *software* con el nuevo modelo del Oculus Rift.

Ilustración 5. Centro de Negocios del CRICYTI



Fuente: CamBioTec, A.C.

visualización innovadores, con dispositivos de realidad virtual para consultar de modo interactivo la información y el *software* para el desarrollo de aplicaciones 3D; cuenta con un espacio en la *web* para la vinculación de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En la actualidad, el Centro de Negocios y el Laboratorio Multimedia funcionan al 100 por ciento. En el primero se comenzaron a impartir seminarios y a celebrar reuniones de capacitación y de órganos colegiados del enlace de los usuarios. El Laboratorio Multimedia ha sido utilizado para la generación de productos de divulgación por medio de audio, video, animaciones o soportes impresos.

El Centro de Negocios es un espacio con mobiliario flexible. Tiene capacidad para 45 personas. La tecnología instalada en este espacio facilita la conectividad en tiempo real y diferido con actores estatales, nacionales e internacionales que impulsen la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, así como la integración de los diferentes sectores y consolidación de alianzas y redes estratégicas en el estado de San Luis Potosí.

El Laboratorio Multimedia tiene las instalaciones apropiadas para la realización de productos multimedia, como audios y grabaciones. Está equipado con la tecnología necesaria para la creación de diversos productos de divulgación y difusión para la ciencia, la tecnología y la innovación, plasmados en impresos, video, diseños y animación en 3D, y para la creación de sitios *web*, además de cámara de video, cámara fotográfica, *plotter*, un equipo multifuncional y *software* de realidad virtual.

Ilustración 6. Consola de control del Centro de Negocios del CRICYTI



Fuente: CamBioTec, A.C.

Ilustración 7. Cabina de sonido del Laboratorio Multimedia del CRICYTI



Fuente: CamBioTec, A.C.

Tabla 2. Características tecnológicas de los espacios equipados

Espacio equipado	Características tecnológicas
<p>Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio con una capacidad máxima de 15 personas. Equipado con infraestructura de red, voz y datos, tecnología <i>ad hoc</i>. • Acceso rápido a los sistemas de información del sector ciencia, tecnología e innovación. • Consulta interactiva de información mediante dispositivos de realidad virtual (Oculus Rift) y <i>software</i> especializado para el desarrollo de aplicaciones en 3D. <p>Se instaló:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Videoprojector Sony de 3700ANS Lúmenes, resolución WXGA 1280x800, formato 16:10, conectividad HDMI. • Pizarrón electrónico interactivo Smart Technologies, de 77 pulgadas en diagonal SB680. • Dispositivo de realidad virtual <i>Oculus Rift</i>. • <i>Software</i> de realidad aumentada en que se pueden visualizar indicadores clave del estado de San Luis Potosí. • Fibra óptica hacia el Centro Nacional de Supercómputo (CNS). <p>Se equipó el espacio con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 12 computadoras HP <i>all in one</i>, procesador Intel 5, disco duro de 500 GB y 8 GB en RAM. • 4 computadoras HP, procesador Intel 3, 128 GB en disco duro en estado sólido, 4 GB en RAM y tarjeta NVIDIA aceleradora de gráficos de 1 GB. • 1 laptop HP Probook, procesador Intel Core 13, disco duro de 250 GB y 4 GB en RAM. • Multifuncional HP LaserJet PRO 200 MFP M276NW <i>color printer</i> CF145A. • Se hicieron adecuaciones eléctricas para todo el equipamiento de esta área. • Mobiliario para 16 espacios individuales con sus sillas. • Una mesa de trabajo. • Aire acondicionado York de 1 TR. • Videocámara tipo domo que abarca toda el área del Observatorio. Se graba en un disco duro para seguridad del área.

Tabla 2. Características tecnológicas de los espacios equipados

(continuación)

Espacio equipado	Características tecnológicas
Centro de Negocios	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio con capacidad para hasta 45 personas. • Mobiliario flexible y funcional. <p>Se instaló:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 22 mesas de trabajo Cyber de 150 x 60 x 75. • 45 sillas Clio-IMRE color verde cactus. • Servicio de <i>catering</i>, con cafetera para 42 tazas, horno de microondas Mabe de 1.2 pulgadas, mesa plegable rectangular de 1.83 centímetros, refrigerador Mabe de 19 pulgadas, mueble cromado para almacenaje y parrilla eléctrica. • Sistema de videoconferencias que permite conectar al mismo tiempo las cuatro regiones del estado. • Sistema de grabación que consta de: <ul style="list-style-type: none"> • Fibra óptica hacia el Centro Nacional de Supercómputo. • Codec para videoconferencia HDX7000. • Una cámara PTZ Pólycom y una cámara de video robótica PTZ Sony. • Control remoto. • SW people + content. • Licencia multipunto (cuatro puntos). • Televisor led de 46 pulgadas. • Dos proyectores XGA 3700 y 3100 lúmenes resolución WXGA 81280X800. • Soportes para videoproyectores. • Dos pantallas eléctricas de 2.06 x 2.74 y 1.78 x 1.78. • Grabador de DVD. • Tres pares de bocinas. • Procesador, amplificador Deembedor de audio. • Micrófono inalámbrico de mano. • Micrófono inalámbrico de diadema. • <i>Switcher</i> matricial HDMI, convertidor de muestreo HDMI a video. • Panel de muro de conectores VGA/audio y HDMI. • Monitor led de 13.3 pulgadas. • Dos paneles táctiles de control para montaje en muro (incluye procesador e interfase de control), en los cuales se programa los escenarios descritos posteriormente para manejar de forma automática la programación de videoconferencias, intensidad de volumen, pantalla eléctrica, proyector, etc. • Consola de control que alberga todo el equipamiento para el control de videoconferencias como son: amplificadores de audio, grabador de DVD, <i>switches</i>, PC, UPS, monitor, etcétera.

Tabla 2. Características tecnológicas de los espacios equipados

(continuación)

Espacio equipado	Características tecnológicas
Laboratorio Multimedia	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo para el desarrollo de productos de difusión y divulgación (animación, edición de audio, imágenes y video, y creación de sitios <i>web</i>). <p>Se equipó el espacio con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tres equipos Macintosh, en los cuales se instaló: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Software</i> Maya 3D (diseño de imágenes 3D). • <i>Software</i> Creative Suite 6 Desing & Web Premium (edición de imágenes y páginas <i>web</i>). • <i>Software</i> Protools (edición de audio). • Un <i>plotter</i> para impresiones de hasta 36 pulgadas. • Una cámara de video semiprofesional. • Cabina de sonido equipada con: <ul style="list-style-type: none"> • Muro de tablarroca especializado acústico M2. • Ventana acústica prefabricada para evitar transigencias a la sala de grabación de 1m x 1m. Permite iluminarla naturalmente. • Puerta de madera acústica. • Falso plafón. • Piso laminado y alfombra. • Pintura en muros. • Ventana especializada, flotante, de vidrio doble con resonadores Helmholtz entonados a frecuencias agujero, para comunicar sala y cabina. • Carpintería necesaria para la propuesta de diseño en muros, difusores, trampas, resonadores y marquetería para materiales absorbentes. • Licencia Protools + ilock <i>software</i> de grabación de audio. • iMac 27 pulgadas 3.4 ghz, dos años de garantía adicionales.
Transversales	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso rápido a la <i>web</i> por medio de la fibra óptica hacia el Centro Nacional de Supercómputo del IPICYT.

Fuente: Elaborado por CamBioTec, A. C., con base en Opera IT, S. A. de C. V., 2015c.

6.5. Beneficios y resultados del proyecto

Debido a que sólo algunas instituciones educativas del estado disponen de infraestructura científica y tecnológica para acceder a los sistemas de información del sector de CTI y ofrecen el uso de instalaciones para la realización de reuniones y videoconferencias, además de que su acceso está limitado a los actores que integran el SECTI, con el fortalecimiento de la infraestructura del CRICYTI los sectores empresarial, académico, gubernamental y social del estado de San Luis Potosí contarán con espacios adecuados para facilitar la apropiación y vocación por los conocimientos científicos y tecnológicos. Para estos sectores, el Centro de Negocios es una alternativa tecnológicamente competitiva para el apoyo en la formación de capital humano especializado.

Por medio del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación, el CRICYTI ofrece una herramienta de conexión a fuentes nacionales e internacionales de información estadística y documental apoyadas por dispositivos de realidad virtual y reconocimiento del habla para la conformación de bases de datos en temas de ciencia, tecnología e innovación. Los usuarios del Laboratorio Multimedia tendrán la posibilidad de editar videos, audios, animaciones y contenidos gráficos enfocados en la promoción, difusión y divulgación de la ciencia, tecnología e innovación.

Con el CRICYTI, el sector productivo de San Luis Potosí se beneficia con el acceso a herramientas de alta tecnología que facilitan el trabajo de planeación estratégica, el desarrollo de proyectos innovadores y el diseño de estrategias productivas que favorezcan la organización empresarial. Además, impulsa la vinculación academia-empresa-gobierno. En específico para el sector académico, será una fuente que hará posible el acceso a recursos de información para el sustento de investigaciones y una alternativa para generar productos de difusión científica con materiales de alto impacto. Por otro lado, los divulgadores de la ciencia, tecnología e innovación han encontrado en el CRICYTI un puntal para el impulso de sus actividades.

Como usuarios y beneficiarios institucionales del CRICYTI, la Secretaría de Educación y la Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de San Luis Potosí dispondrán de infraestructura tecnológica que apoye la ejecución de las políticas estatales de ciencia, tecnología e innovación garantizando el uso de fuentes de información del sistema de CTI con datos actuales y relevantes para la toma de decisiones. Asimismo, el CRICYTI será un mecanismo para la generación de productos audiovisuales y multimedia que permitan difundir y divulgar avances, aportaciones, proyectos y programas relacionados con la CTI, entre otros, con lo cual se dará continuidad a la iniciativa impulsada por el CONACYT: “Estrategia nacional de difusión y divulgación de la ciencia, tecnología e innovación: Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación (ASCTI) en entidades federativas con énfasis en zonas marginadas”. A este programa en la actualidad se le conoce como “Ciencia para todos y en todos los rincones”; en él colaboran la Secretaría de Educación de Gobierno del Estado de San Luis Potosí, el Consejo Estatal de Población de San Luis Potosí, instituciones de educación superior, centros de investigación, así como empresas, otras dependencias del gobierno y grupos de divulgación independientes que integran la Red de Divulgación de Ciencia, Tecnología e Innovación (REDICITI), coordinada por el COPOCYT.

Adicionalmente, las instituciones beneficiarias dispondrán de un espacio físico de alto nivel en el que podrán realizar talleres, cursos, diplomados, conferencias y reuniones de trabajo que impliquen el uso de tecnología de vanguardia para la conectividad entre diferentes sectores sociales en diversas regiones y países. De esta manera, las instituciones usuarias fortalecerán la vinculación, la investigación y la innovación entre la sociedad (OperaIT, S. A. de C. V., 2015c).

En el presente, el COPOCYT brinda un soporte sustancial para la gestión y ejecución de las funciones, organización en el uso de sus instalaciones y en el desempeño y mantenimiento del CRICYTI. Al mismo tiempo, como apoyo de las actividades de generación, difusión y aplicación de conocimiento científico y tecnológico, el COPOCYT se convierte en un importante usuario de las capacidades del centro.

Para el COPOCYT, operar y administrar el CRICYTI fortalece sus actividades como organismo promotor de políticas estatales para el desarrollo científico y tecnológico del estado, mediante el apoyo a la investigación científica, tecnológica y de innovación. Además, el COPOCYT fortalecerá sus funciones como Oficina de Transferencia de Conocimiento (OTC) al contar con los recursos y la infraestructura del Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación del CRICYTI, que podrán ser utilizados para la realización de estudios de inteligencia competitiva, inteligencia tecnológica, inteligencia de mercado, análisis del estado del arte de diversos temas, entre otros. Asimismo, por medio del equipamiento del Centro de Negocios, el COPOCYT fortalecerá sus servicios de capacitación y asesoría a investigadores y miembros de la comunidad científica, académica y empresarial sobre procesos de transferencia y comercialización del conocimiento, formulación de proyectos, vinculación, etc.

Finalmente, como parte de los beneficios y resultados del proyecto, debe destacarse que a través del intercambio de conocimiento, experiencias y habilidades entre las organizaciones participantes de este proyecto (OperaIT, S. A. de C. V., UASLP, proveedores de OperaIT, S.A. de C.V., y el COPOCYT) se facilitó el uso, la aplicación y la explotación del conocimiento de las nuevas tecnologías instaladas (transferencia de conocimiento), aportando conocimiento científico y tecnológico para la instalación, diseño y desarrollo de equipos, prototipos y aplicaciones. Por otro lado, el conocimiento generado y la formación de competencias en la capacitación, los manuales y el uso de las herramientas tecnológicas, han fortalecido y desarrollado nuevas capacidades técnicas y funcionales de las personas encargadas de la operación y mantenimiento de las instalaciones del CRICYTI.

6.6. Evaluación del impacto del proyecto

De acuerdo con el COPOCYT, organismo operador del CRICYTI designado por el usuario, se espera que el CRICYTI se convierta en un polo de vinculación, formación de capital humano y divulgación de la ciencia, tecnología e innovación en el estado de San Luis Potosí; con ello se generará un precedente en el contexto nacional en beneficio de la apropiación social del conocimiento, además de potencializar el aprovechamiento de los recursos que ofrece el CRICYTI, en concordancia con las estrategias y objetivos establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo de San Luis Potosí.

Se espera que el Centro de Negocios influya en la consolidación de proyectos estratégicos y en la generación de recursos humanos capacitados. A través del Observatorio de Información de CTI, se espera impactar en la generación de conocimiento con el uso de tecnologías de información fortalecidas con *software* de realidad virtual y para consulta de información y datos estadísticos.

El compromiso social del CRICYTI es influir en niños, jóvenes y público en general mediante actividades de vinculación, formación de capital humano y difusión y divulgación de la ciencia, tecnología e innovación. Se estima que el uso de la infraestructura del CRICYTI se incrementará exponencialmente por su propia difusión entre los distintos sectores sociales.

Desde nuestro punto de vista, el CRICYTI es resultado de una política de fomento de la innovación y fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas del estado. Además, podría convertirse en un instrumento estratégico del ecosistema de innovación al generar información útil para el diseño fundamentado de políticas científicas y tecnológicas. El Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación puede proyectarse como un sistema de producción, integración, interpretación y difusión de estadísticas e indicadores que apoyen la orientación y evaluación de las políticas y las acciones de los diversos actores del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación. Al colaborar con otros observatorios se pueden crear redes estadísticas y de información compartida que influyan en la definición de nuevos modelos y metodologías de manejo de la información en CTI.²⁵

Por otro lado, en una prospectiva del Laboratorio Multimedia del CRICYTI, éste se proyecta como un espacio generador de materiales y productos para la

²⁵ Referentes internacionales como el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, el Observatorio Chileno de Ciencia, Tecnología e Innovación o la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología son ejemplos de los potenciales alcances de los sistemas de información estadística y documental en apoyo a universidades, centros de investigación, organismos privados, instituciones gubernamentales, privadas e internacionales. Un factor relevante de estos referentes internacionales es la participación de instituciones y organismos nacionales e internacionales de ciencia y tecnología para el desarrollo y generación de información del sector.

difusión y divulgación de la ciencia, tecnología e innovación. A través de la Red de Divulgación de Ciencia, Tecnología e Innovación (REDICITI), coordinada por el COPOCYT, pueden documentarse en material audiovisual los acontecimientos científicos, de tal modo que se integre un acervo videográfico de la difusión y divulgación de la ciencia en el estado, con beneficios para niños, jóvenes y adultos.

6.7. Análisis de los factores críticos para la ejecución y del proyecto

Durante el proceso de realización del proyecto, el factor crítico más frecuente fue el retraso de la entrega de equipos y muebles por parte de los proveedores y fabricantes. Tal fue el caso del material acústico de la cabina de sonido, así como del equipamiento para el área de multimedia, como la cámara de video, cámara fotográfica, tripié, pilas y memoria. Ello ocasionó la reprogramación de la entrega y de la capacitación al personal de COPOCYT, en su carácter de enlace entre el usuario de la demanda y el CRICYTI. Por ejemplo, se importaron de Estados Unidos equipos de realidad virtual, como los dos visores Oculus Rift, pero por cuestiones de logística de los proveedores no se recibieron a tiempo. Actualmente, el equipo se encuentra en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y se están haciendo las adecuaciones del *software* con el nuevo modelo.

Gracias a la coordinación de OperaIT, S. A. de C. V., los retrasos en la entrega de equipos y muebles se fueron solucionando mediante la búsqueda de opciones y la comunicación directa y frecuente con los responsables de la administración del proyecto por parte del COPOCYT.²⁶ Asimismo, la colaboración multidisciplinaria con investigadores y expertos en equipos tecnológicos posibilitó la pronta solución de los problemas técnicos.

Finalmente, el sujeto de apoyo ha señalado que entre los factores que condujeron al logro de los objetivos destacan las alternativas tecnológicas seleccionadas para satisfacer las demandas técnicas del proyecto, la identificación de proveedores locales que aportaron disponibilidad, agilidad y soporte de las actividades que estaban bajo su responsabilidad, así como contar con un equipo de trabajo multidisciplinario, en el que participó un grupo de investigadores de la UASLP con experiencia y conocimiento técnico y administrativo para desarrollar el proyecto.

La documentación del proyecto fue posible gracias a los informes facilitados por los actores principales y a las entrevistas con los integrantes del equipo de trabajo involucrados en el desarrollo del proyecto.

²⁶ Licenciada Blanca Adriana Monreal Briones, directora de Administración y Finanzas del COPOCYT.

6.8. Grupo de trabajo

Fortalecimiento de la Infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí

Nombre	Cargo
Ingeniera Odette Benilde García Segura	Responsable Técnico del Proyecto
Licenciado Jesús Otero Vázquez	Representante legal del proyecto y de la empresa OperalT, S.A. de C.V.
Licenciada Claudia Verónica Ávila Vizuet	Responsable administrativo del proyecto y de la empresa OperalT, S. A. de C. V.
Doctor Héctor Gerardo Pérez	Investigador de la UASLP
Maestro Juan José Navarro Cedillo	Investigador de la UASLP
Maestro Gylmar Mariel Cárdenas	Investigador de la UASLP

Fuente: Elaboración CamBioTec, A.C.

6.9. Referencias

CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (2013). *Propuesta del proyecto: Fortalecimiento de la Infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del Estado de San Luis Potosí*. Distrito Federal, México: CONACYT.

CONACYT y FCCyT (2011). Generación de capital humano para la innovación social y productiva en San Luis Potosí: La construcción de espacios de conocimiento mediante inversión en infraestructura científica y tecnológica. En *Proyectos Estratégicos de Fondos Mixtos. Quince Experiencias innovadoras para el fortalecimiento y desarrollo de capacidades estatales en ciencia y tecnología* (pp. 145-156). Distrito Federal, México: CONACYT, FCCyT.

COPOCYT (Consejo Potosino de Ciencia y Teconología) (2010). *Programa Sectorial de Ciencia y Tecnología 2009-2015*. San Luis Potosí, México: Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología. Recuperado de https://www.slpfinanzas.gob.mx/pdf/planeacionypresupuesto/programas-sectoriales/E2_CIENCIA%20Y%20TECNOLOGIA_WEB.pdf

FCCYT (2012). *Fondos Mixtos en la generación de infraestructura científica y tecnológica nacional. Aportes para la generación y aumento de capacidades en CTI en los estados*. Distrito Federal, México: FCCYT.

FOMIX CONACYT-SLP (2014). *Convenio de Asignación de Recursos*. Distrito Federal, México: CONACYT.

- Ley Orgánica del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (30 de agosto de 2003). *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de San Luis Potosí*. Recuperado de http://www.copocyt.gob.mx/Leyes/Articulo_18_Fracc_II_Ley_Organica.pdf
- OperalT, S. A. de C. V. (2014). *Informe Técnico de Avance. Informe de la etapa 1. Proyecto: Fortalecimiento de la Infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí, México: OperalT.
- OperalT, S. A. de C. V. (2015a). *Informe Técnico de Avance. Informe de la etapa 2: Fortalecimiento de la Infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí, México: OperalT.
- OperalT, S. A. de C. V. (2015b). *Informe Técnico de Avance. Informe de la etapa 3: Fortalecimiento de la Infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del Estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí, México: OperalT.
- OperalT, S. A. de C. V. (2015c). *Reporte final del proyecto: Fortalecimiento de la Infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí, México: OperalT.
- ServicesinIT (s.f.). Descripción de OperalT, S. A. de C. V. Recuperado de <http://www.servicesinitt.com/index.html>

IV. Balance general

Síntesis de la experiencia reciente del FOMIX San Luis Potosí

203

José Luis Solleiro Rebolledo

El análisis de los seis casos presentados en esta obra deja claro que la inversión que se realiza en el Fondo Mixto tiene una relación beneficio-costos favorable. Los recursos generan diversos impactos, un efecto de aprendizaje institucional y un ambiente de colaboración para el desarrollo científico y tecnológico en el estado. A continuación se presenta un análisis consolidado de los seis casos estudiados.

Atención de problemas prioritarios del estado

Sin duda, un asunto destacable es que las demandas específicas se han diseñado para responder a situaciones de alta relevancia desde la perspectiva socioeconómica. En primer lugar, la interacción del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT) con la Secretaría de Salud llevó a priorizar un tema de la mayor importancia para la población: las enfermedades asociadas al sobrepeso y la obesidad. Muy ligado a este tema está el de la nutrición infantil, para el cual se planteó evaluar el efecto de los programas públicos con el fin de generar nuevas estrategias.

El segundo tema prioritario abordado tiene máxima relevancia, pues se refiere al manejo racional del agua en la región Altiplano aplicando un modelo reconocido internacionalmente que ha llevado a proponer que se ponga énfasis en el manejo y calidad del agua con el objeto de mejorar el abasto a la población.

El tercer tema versa sobre la mejora de la productividad y competitividad de agroindustrias locales mediante la innovación. En esta línea, se apoyó el desarrollo de un sistema para agregar valor a productos de la acuicultura haciendo una contribución integral para procesar peces generando diversos productos comercializables, eliminando desperdicios y creando condiciones para la explotación rentable y sustentable de este recurso. Por otro lado, siguiendo esta misma filosofía de atención integral a problemas productivos, se diseñó una estrategia de intervención a fin de mejorar las condiciones de los productores de ixtle, incluyendo aspectos de organización social y opciones económicas para mejorar la producción.

Finalmente, el cuarto tema prioritario tiene que ver con la mejora de las condiciones para diseñar y evaluar políticas y estrategias de ciencia, tecnología e

innovación, gracias a la creación de espacios colaborativos para acceder a bases de datos, indicadores, sistemas de difusión y mecanismos para propiciar negocios innovadores.

Calidad de los grupos de investigación

El FOMIX de San Luis Potosí ha sido un instrumento de política capaz de atraer a grupos de investigación de alta calidad pertenecientes a instituciones reconocidas del estado y de otras entidades. Es interesante corroborar que organizaciones especializadas hayan decidido preparar propuestas que demandan mucho trabajo de carácter técnico y organizativo para participar en las convocatorias. El proceso de evaluación de las propuestas considera siempre la trayectoria y experiencia de los proponentes, y esto puede calificarse como buena práctica toda vez que se ha logrado que las investigaciones que sustentan los proyectos sean académicamente sólidas, lo cual lleva a respuestas efectivas para los problemas identificados como prioritarios.

Creación y uso de herramientas metodológicas robustas

En este orden de ideas, se ha observado que los investigadores han desarrollado e incorporado metodologías de investigación y diseño. Tal es el caso de los métodos de planeación como el de la evaluación ambiental estratégica que se aplicó al proyecto para mejorar el uso racional y la calidad del agua.

Para el desarrollo de productos, la incorporación de métodos reconocidos como lo son el despliegue de la función de calidad y la matriz de estructura para diseño, facilitó la formulación efectiva de una respuesta a las necesidades de los usuarios con un enfoque multidisciplinario que incorpora criterios múltiples con el objeto de fortalecer el desarrollo atendiendo diversos enfoques técnicos y socioeconómicos. Esta experiencia podría ser trasladada con facilidad a nuevos proyectos que involucren la generación de productos o máquinas para los más diversos propósitos y mercados.

En el caso de la producción acuícola se observa también la metodología con instrumentos múltiples para contemplar variables productivas, de aseguramiento de calidad, sociales y de sustentabilidad que deben confluir para crear condiciones aceptables para los productores agroindustriales.

En los casos relacionados con el sector salud, ha sido notoria la utilización de estrategias de multidisciplinarias para la resolución de problemáticas complejas que combinan métodos de las ciencias naturales para la elaboración precisa de

diagnósticos, así como de las ciencias sociales para la obtención de información de campo de forma confiable.

Es muy importante subrayar que en estos casos se fue conformando una filosofía de investigación-acción en la que se accedió a las comunidades no sólo para obtener datos de campo, sino también para realizar labores de sensibilización y capacitación con el fin de mejorar las prácticas de alimentación y nutrición.

Ha quedado claro que la participación multidisciplinaria es una clave para formular y ejecutar proyectos complejos con fuerte conexión con los grupos sociales.

Flexibilidad y ajuste de proyectos a las circunstancias

Los investigadores han mostrado que es necesario tener permeabilidad al contexto, flexibilidad, capacidad de reacción y adaptación. Ejemplo claro de esto es el diseño del trabajo de campo en zonas de alto riesgo por la inseguridad o con comunidades que se rehúsan a participar porque han tenido malas experiencias previas. Por ello, se ha requerido negociar con los grupos de beneficiarios, evidenciar beneficios y, en algunos casos, ajustar los métodos de investigación.

Aquí debe mencionarse otra circunstancia que ha impuesto la adaptación de los grupos de investigación, la cual se refiere a problemas administrativos y retrasos por falta de recursos u otros motivos. En varios casos, los proyectos se pusieron en marcha sin que se hubieran entregado los recursos (por falta de formalización de convenios, por ejemplo), lo que hizo que los investigadores tuvieran que trabajar financiando temporalmente las actividades y estableciendo acuerdos de buena fe con los colaboradores.

Es pertinente señalar algunas situaciones de retraso por parte de proveedores y contratistas que impidieron que se cumpliera con los calendarios de trabajo. Esto involucró la flexibilidad tanto de los investigadores como de las autoridades del Fondo para que se pudiera cumplir a la postre con lo proyectado.

Todo esto ilustra que la investigación orientada a solucionar problemas de grupos beneficiarios implica aceptar condiciones fuera del control de los responsables técnicos, quienes tienen que aprender a administrar, no sólo los aspectos técnicos, sino además las relaciones interinstitucionales e interpersonales, frecuentemente caracterizadas por intereses políticos.

En algunos casos, los proyectos fueron modificados ligeramente a fin de atender circunstancias que no se habían previsto. Por ejemplo, en el proyecto de evaluación de los programas de apoyo alimentario se decidió desarrollar un producto basado en amaranto, sin que esta actividad estuviera programada. Tales decisiones se toman para fortalecer la oferta de beneficios.

Sinergia entre las instituciones

Es un acierto el que el FOMIX-SLP promueva la colaboración interinstitucional. Esto genera impactos en la capacidad de gestión de proyectos. Se sabe que establecer formalmente dicha colaboración es complicado porque los procedimientos burocráticos requieren mucho trabajo y demoran considerablemente. Esta es un área de oportunidad para el manejo del Fondo, en el sentido de que habría que catalizar dichos procedimientos para hacerlos más expeditos. Hay que sensibilizar a las autoridades institucionales sobre el sentido de urgencia.

Pero pasada la burocracia, se abren grandes avenidas para el enriquecimiento entre los grupos de trabajo cuando se tiene la participación de especialistas con experiencias diversas, manejo de diferentes metodologías y enfoques prácticos para resolver problemas.

En los casos analizados se observó con claridad cómo se aportaron conocimientos desde diferentes instituciones para llegar a las propuestas de soluciones integrales. Todavía hay camino por recorrer para que los investigadores y técnicos se integren en la realización de actividades conjuntas (en varios casos las instituciones cumplieron con su parte del proyecto, pero sin interactuar intensamente con las otras), pero puede hablarse de un buen comienzo.

Participación de estudiantes y formación de capacidades

Todos los proyectos analizados han tenido impacto en la formación de recursos humanos. Aun la construcción del CRICYTI tiene un componente dedicado a la creación de un espacio para capacitación. Los cinco proyectos restantes tuvieron participación de estudiantes de licenciatura y posgrado y se generaron tesis muy formativas, pues los estudiantes se involucraron en proyectos cercanos a la realidad.

De hecho, una recomendación que emitieron algunos responsables técnicos de proyectos es que se intensifique la participación de estudiantes, de las instituciones locales deseablemente. Esto ayudaría a cumplir dos propósitos: abrir el FOMIX-SLP a nuevas instituciones que podrán aprender sobre el manejo de estos proyectos de la mano de instituciones más experimentadas, y generar un ambiente de confianza con las comunidades locales que apreciarán que su propia gente esté activa en el trabajo de campo.

Debe darse a conocer que estos proyectos tienen un impacto concreto y observable: su contribución a la formación de capital humano para el estado.

Transferencia de resultados y posibilidad de replicación de los proyectos en nuevos contextos

Uno de los temas más complicados en relación con estos proyectos es cómo asegurar que sus resultados sean utilizados efectivamente por los beneficiarios. Se requiere constancia y capacidades de gestión y negociación.

En particular, en los proyectos que tienen como resultado recomendaciones de política pública ha aparecido el problema del cambio de autoridades gubernamentales. Los funcionarios entrantes no necesariamente conocen los proyectos y el entorno en el que surgieron. En general, para sensibilizarlos y atraer su atención no basta con la entrega de informes. Por lo tanto, es importante tener una estrategia de relaciones públicas para hacer llegar la información a los tomadores de decisión. Normalmente, los investigadores no tienen la habilidad y las conexiones necesarias, por lo que sería de gran valor la ayuda del COPOCYT para abrir espacios en los que se presenten los resultados. No debe perderse de vista que estos estudios han de generar impactos si logran influir en decisiones concretas adoptando algunas de sus recomendaciones.

En cuanto a los productos, procesos o equipos resultantes de los proyectos, se debe concebir una estrategia que comience por la documentación completa del paquete tecnológico, como se hizo en el caso de la acuicultura, en el que se ha facilitado a la Transformadora la información completa para erigir la planta, seleccionar los equipos, operar los procesos, asegurar la calidad, cumplir con regulaciones, empacar los productos y presentarlos para su comercialización. Esta es la plataforma requerida para que una tecnología se pueda usar y replicar.

No debe dejarse de lado que el enlace entre la institución de investigación, el usuario y el beneficiario de los productos o servicios resultantes de los proyectos debe ser una empresa que se encargue de fabricar las máquinas, ingredientes o productos que se pretende llevar a dicho usuario. La transferencia de la tecnología a las empresas requiere tratar adecuada y oportunamente temas como la protección de la propiedad intelectual, armado y documentación del paquete tecnológico, establecimiento de contacto, negociación, formalización de contratos y acompañamiento de la implantación con el fin de que se logre la asimilación exitosa. Todo esto requiere la participación activa de investigadores, gestores de la vinculación y autoridades de las instituciones.

Las acciones de capacitación representan un mecanismo muy efectivo de transferencia de conocimiento a los usuarios, por lo que deben ser parte esencial del diseño de los proyectos. Los casos del sector salud han ilustrado muy bien que los beneficiarios perciben con rapidez un impacto apreciable cuando son

capacitados. Hay transferencia de información y se produce un cambio de actitud. Éste puede ser un primer paso hacia los cambios que conduzcan a impactos sociales reales.

Capacidad de elaboración, gestión y evaluación de políticas de CTI

La creación de los espacios del CRICYTI tendrá impactos a mediano plazo en la capacidad de funcionarios, empresarios y académicos para formular y ejecutar políticas y estrategias en materia de ciencia, tecnología e innovación. Aquí cabe resaltar que ya se tiene una base de datos y recursos para la interacción entre actores y la difusión de información relevante.

La atracción de actores diversos del sistema estatal de innovación irá influyendo en la trayectoria que siga este Centro, el cual habrá de responder a sus demandas. Esto determinará también la diversidad y magnitud de los impactos esperados, por lo que la gestión orientada a los usuarios es una buena práctica para el CRICYTI.

Víctor Manuel Arias Estévez

Licenciado en Ciencias de la Comunicación con especialidad en Comunicación Organizacional por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Trabajó como coordinador de Vinculación con Académicos y Empresarios en el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT), de 2004 a 2013, y como coordinador nacional del programa Veranos por la Innovación en la Empresa, de 2010 a 2014. De septiembre de 2013 a marzo de 2015 colaboró con la Fundación Educación Superior Empresa, A. C. (FESE) como asesor empresarial y subdirector de Vinculación Empresarial. Fue miembro del Comité Evaluador del Certamen del 5to. Día del Emprendedor, organizado por la FESE y la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior). Fue miembro del Comité Evaluador y del Consejo Técnico del Programa de Investigación para la Vinculación (FESE, 2014). Participó como asesor de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), en la coordinación del proceso de evaluación del Concurso Vive ConCiencia 2015. Experto en temas de vinculación academia-empresa y en administración, organización y coordinación de proyectos en CTI, educación y desarrollo regional. Responsable de información sobre las líneas de investigación en los estados del libro *Estadísticas de los Sistemas Estatales de Innovación 2012* (FCCYT, 2012); coordinador de la edición del libro *Ciencia, tecnología e innovación: El desarrollo sustentable alrededor de oportunidades basadas en el conocimiento* (FCCYT, 2008). Encargado de la recopilación, seguimiento, revisión e integración de información del libro *Midiendo el progreso de las sociedades. Reflexiones desde México* (FCCYT, 2009). En la actualidad, en CamBioTec, A. C., se desempeña como consultor externo.

Hilda María Colín García

Maestra en Comunicación y Tecnologías Educativas. Es comunicóloga de profesión, con experiencia en diseño y ejecución de estrategias de medios de comunicación, gestión y vinculación. Actualmente, en CamBioTec, A. C., se desempeña como

consultora asociada, y en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), como profesora de asignatura en la Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual, presencial y a distancia. Se ha especializado en el uso de tecnologías de información y comunicación aplicadas a la docencia, programas de formación y capacitación. Ha sido responsable de prensa y difusión de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Cuautitlán de la UNAM y del Banco Obrero, S. A. Fue jefa del Departamento de Educación a Distancia y coordinadora de la Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual, modalidad a distancia, en la misma FES Cuautitlán. Coordinadora de sede de la Maestría en Comunicación y Tecnologías Educativas, en el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE). Precursora de las actividades del Programa de Divulgación de la Ciencia, a distancia, realizado conjuntamente con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. Ha colaborado en diversos proyectos de investigación y difusión. Editora responsable de la *Gaceta UNAM Comunidad*, de la FES Cuautitlán, y de la *Revista Nosotros*, órgano informativo del Grupo Banco Obrero. En el presente, es responsable del Proyecto PAPROTUL, del Programa Toda la UNAM en línea.

Brenda Susana Figueroa Ramírez

Maestra en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, por la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (UAM-X), y licenciada en Economía por la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se desempeñó como coordinadora de Estadística y Proyectos del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, como subdirectora de Apoyo Técnico y Remuneración del Consejo de la Judicatura Federal y como subdirectora de Operación Regional del Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas en Solidaridad (FONAES). Es experta en temas de indicadores de ciencia, tecnología e innovación (CTI), economía del cambio tecnológico e innovación, desarrollo regional y políticas públicas. En el Foro Consultivo Científico y Tecnológico participó en la elaboración del *Ranking Nacional de CTI* de 2011, en la integración y coordinación de los 32 diagnósticos estatales de CTI y coordinó la integración de las estadísticas estatales de CTI. Tiene experiencia en la integración y revisión de diversas publicaciones relacionadas con la compilación de proyectos y casos de éxito de diversos programas federales de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación. Recientemente participó en la revisión de la *Agenda de innovación de la región norte*, coordinada por CamBioTec, A. C.

Norma Solís Mérida

Licenciada en Comunicación y Periodismo por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución donde también estudió la Maestría en Historia. Como periodista ha colaborado en la Agencia Mexicana de Noticias (Notimex), en el periódico *Excélsior*, en la sección “Ciencia y Humanismo”, y en la UNAM, en la *Gaceta UNAM Comunidad*. En la actualidad colabora con el Grupo de Gestión Estratégica de la Innovación del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM, en proyectos de enseñanza, investigación y capacitación en gestión de la innovación y transferencia de tecnología. En CamBioTec, A. C., ha colaborado en investigación y consultoría especializada en política y gestión de la innovación tecnológica; además, en la edición de libros como *Introducción al ambiente del maíz transgénico. Análisis de ocho casos en Iberoamérica*; *La competitividad de la industria farmacéutica en el Estado de México*; *Estado del arte de clusters de tecnologías de información*.

José Luis Solleiro Rebolledo

Ingeniero industrial de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Doctor en Ingeniería con especialidad en Gestión de la Innovación por la Universidad Técnica de Viena. Fue secretario técnico de Transferencia de Tecnología y secretario académico del Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM. En la misma institución, fue director general de Vinculación de la Coordinación de Innovación y Desarrollo. Ha sido consultor de empresas y organismos internacionales en diversos temas asociados a la gestión de la propiedad intelectual y gestión del conocimiento. Colaboró en el proyecto de implementación del proceso de inteligencia tecnológica para el Instituto Mexicano del Petróleo en 1998 (proyecto “Yacimientos naturalmente fracturados”). Ha sido coordinador académico de diversos diplomados; uno de ellos, el diplomado en Gestión de la Innovación Tecnológica, para la Comisión Federal de Electricidad (CFE), proyecto financiado por el Fondo Sectorial de Energía. Coordinador general del proyecto “Prospectiva educativa como sustento de la prospectiva tecnológica de la CFE” (CFE-2006-C05-8477, Fondo Sectorial de Energía). Ha escrito libros y diversos artículos de temas de gestión de la tecnología y la innovación. Es Investigador Nacional Nivel II en el área de ingeniería y tecnología. Participa como evaluador del CONACYT en diferentes comités.

Ilustración 1.	Aportaciones a Fondos Mixtos. Cifras acumuladas 2001-2013 (millones de pesos)	20
Ilustración 2.	Proyectos Aprobados por Modalidad. Fondos Mixtos. Cifras acumuladas 2002-2013	21
Ilustración 3.	FOMIX CONACYT SLP, Proyectos vs. montos	22
Ilustración 4.	FOMIX CONACYT SLP, Modalidad proyectos	23
Ilustración 5.	FOMIX CONACYT SLP, Estatus proyectos	23
Ilustración 6.	FOMIX CONACYT SLP, Sujetos de apoyo	24

1. Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en población pediátrica de San Luis Potosí

Ilustración 1.	Integrantes del equipo de trabajo del proyecto	35
Ilustración 2.	Recolección de mediciones antropométricas	39
Ilustración 3.	Obtención de muestras sanguíneas	41
Ilustración 4.	Mediciones antropométricas en recién nacidos	44

3. Identificación, propuesta de manejo y evaluación de sostenibilidad de zonas y obras factibles para el abastecimiento de agua potable en áreas rurales de la Región Altiplano de San Luis Potosí. Definición de las mejores alternativas

Ilustración 1.	Cobertura de agua potable mundial de acuerdo con datos de 2013 del Programa conjunto de vigilancia del abastecimiento de agua y saneamiento (ONU-UNICEF)	92
Ilustración 2.	Contexto de las cuatro regiones de San Luis Potosí	93
Ilustración 3.	Localidades rurales con poblaciones entre 500 y 2,500 habitantes en la Región Altiplano de San Luis Potosí que fueron consideradas en el proyecto	97

Ilustración 4.	Trabajo de campo: toma y análisis de muestras en fuentes de abastecimiento	97
Ilustración 5.	Marco de influencia del agua potable	99
Ilustración 6.	Marco de actuación de la EAE y la EIA	102
Ilustración 7.	Modelo general de EAE para conformar el PGIAP	103
Ilustración 8.	Molino de viento para extracción de agua	105
Ilustración 9.	Ejemplo de equipo de extracción de agua deteriorado	106
Ilustración 10.	Ejemplo de mala protección de las fuentes de agua	107
Ilustración 11.	Ejemplo de cosecha de agua de lluvia	107
Ilustración 12.	Ejemplo de abastecimiento de agua en contenedores	109
4.	Transformadora integral potosina de bagre y tilapia	
Ilustración 1.	Importación de productos pesqueros y acuícolas hacia México	122
Ilustración 2.	Comportamiento histórico de la producción de bagre y tilapia en San Luis Potosí	123
Ilustración 3.	Alejandro Torres, de la Granja Santa Cécilia	128
Ilustración 4.	Inauguración de la planta	129
Ilustración 5.	Granja acuícola en la Huasteca potosina	130
Ilustración 6.	Cosecha de tilapia en la granja	131
Ilustración 7.	Diagrama que muestra el músculo utilizado para la obtención de filete en bagre de canal	133
Ilustración 8.	Inicio del proceso de transformación de pescado en la planta	134
Ilustración 9.	Proceso de obtención de filetes de pescado empaquetado al vacío	134
Ilustración 10.	Filete de tilapia	135
Ilustración 11.	Proceso nuggets de pescado	136
Ilustración 12.	Proceso harina de pescado	137
Ilustración 13.	Logotipo de la EMACUH	140
Ilustración 14.	Empaque de filete de tilapia natural empacado al alto vacío	141
Ilustración 15.	Empaque de filete de bagre natural empacado al alto vacío	142
Ilustración 16.	Empaque para la venta de nuggets de pescado	143
Ilustración 17.	Integrantes del grupo de trabajo en la puerta de ingreso a la planta Transformadora Integral Potosina.	147

5. Proyecto integral multidisciplinario para la mejora productiva, incremento de la competitividad y atención de problemas socioambientales articulados con la utilización de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torrey) en el Panino Ixtlero de San Luis Potosí

Ilustración 1.	Convergencia de las líneas de investigación del proyecto	153
Ilustración 2.	Esquema sobre la situación social-laboral de Santa Rita (1990-2013)	156
Ilustración 3.	Agave lechuguilla del Panino Ixtlero potosino	157
Ilustración 4.	Parcela de muestreo	158
Ilustración 5.	Cepas de levaduras, bacterias y hongos filamentosos separados del agave lechuguilla	160
Ilustración 6.	Estructura del QFD también conocida como quality house	163
Ilustración 7.	Proceso manual de tallado del ixtle	165
Ilustración 8.	Mapa de dependencias en el proyecto ixtlero (Matriz DSM en forma visual)	168
Ilustración 9.	Mapa conceptual de las actividades involucradas en el proyecto ixtlero a través de DSM	169
Ilustración 10.	DSM aplicándole la técnica dependency sequence	169
Ilustración 11.	Modelo de comercialización propuesto	172

6. Fortalecimiento de la infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) en el estado de San Luis Potosí

Ilustración 1.	Edificio del CRICYTI	182
Ilustración 2.	Placa Inaugural del CRICYTI	183
Ilustración 3.	Integrantes del equipo de trabajo por parte del COPOCYT y la empresa OperaIT, S. A. de C. V.	185
Ilustración 4.	Observatorio de Información de Ciencia, Tecnología e Innovación del CRICYTI	190
Ilustración 5.	Centro de Negocios del CRICYTI	191
Ilustración 6.	Consola de control del Centro de Negocios del CRICYTI	192
Ilustración 7.	Cabina de sonido del Laboratorio Multimedia del CRICYTI	192

Tabla 1	Montos Fondo Mixto San Luis Potosí 2002-2014	25
---------	----------------------------------------------	----

1. Panorama epidemiológico, nuevos blancos y estrategias terapéuticas para enfermedades crónico-degenerativas asociadas a sobrepeso y obesidad en población pediátrica de San Luis Potosí

Tabla 1	Subproyectos y actividades por etapa	36
---------	--------------------------------------	----

Tabla 2	Equipo de trabajo	56
---------	-------------------	----

2. Evaluación del impacto de los programas de apoyo alimentario en el estado de nutrición de la población infantil del estado de San Luis Potosí

Tabla 1	Principales programas de nutrición con cobertura de población infantil en San Luis Potosí que surgieron a partir de la década de 1990	62
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla 2	Programas, beneficiarios y usuarios en el marco del proyecto	66
---------	--------------------------------------------------------------	----

Tabla 3	Objetivos y entregables a cargo del INSP	69
---------	------------------------------------------	----

Tabla 4	Objetivo y entregables a cargo de la UASLP	69
---------	--------------------------------------------	----

Tabla 5	Metodología por objetivo	72
---------	--------------------------	----

Tabla 6	Evaluación y características de la tortilla de maíz fortificada con amaranto	78
---------	------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla 7	Prácticas y acciones estructurales para contener y prevenir problemas nutricionales en la población infantil en San Luis Potosí	81
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla 8	Equipo de investigación	85
---------	-------------------------	----

3. Identificación, propuesta de manejo y evaluación de sostenibilidad de zonas y obras factibles para el abastecimiento de agua potable en áreas rurales de la Región Altiplano de San Luis Potosí. Definición de las mejores alternativas

Tabla 1	Objetivos estratégicos y metas del PIGAP	104
---------	------------------------------------------	-----

4. Transformadora Integral Potosina de Bagre y Tilapia

Tabla 1	Los diez principales productores acuícolas por regiones y a escala mundial en 2010	119
Tabla 2	Objetivos y entregables comprometidos en el proyecto	125

6. Fortalecimiento de la infraestructura del Centro Regional de Información Científica y Tecnológica para la Innovación (CRICYTI) del estado de San Luis Potosí.

Tabla 1	Espacios equipados y actividades por etapa	186
Tabla 2	Características tecnológicas de los espacios equipados	193
Tabla 3	Equipo de trabajo	200

