

**Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico,
Tecnológico y de Innovación
FORDECYT**

DEMANDAS 2015-05

| Demanda No. | Título | Pág. |
|--------------------|---|-------------|
| 1 | Fortalecimiento a la investigación, innovación y transferencia de tecnología para el fomento de la producción sustentable de café en México. | 2 |
| 2 | Estrategia para el avance integral de la matemática mexicana | 14 |
| 3 | Fortalecimiento de las capacidades de investigación y desarrollo tecnológico de las instituciones participantes para la generación de nuevos procesos y fabricación de micro y nanodispositivos en vinculación con las industrias estratégicas y sectores emergentes de la región Noroeste de México. | 25 |
| 4 | Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas de las instituciones participantes en el desarrollo de microsistemas (MEMS) y sus aplicaciones, en vinculación con el sector público y privado de México. | 35 |
| 5 | Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas para la identificación, desarrollo y aplicación de ingredientes y/o compuestos funcionales a partir de materias primas naturales. | 46 |

DEMANDA No. 1

1. Título de la demanda

Fortalecimiento a la investigación, innovación y transferencia de tecnología para el fomento de la producción sustentable de café en México.

2. Región(es) involucrada(s)

Entidad federativa que encabeza la demanda

Veracruz

Usuario solicitante

- Centro Nacional de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Café (CENACAFE)
- Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA).

Entidades federativas asociadas y usuarios

| Entidades Federativas | Usuarios |
|-----------------------|--|
| Veracruz | <ul style="list-style-type: none">• Delegación SAGARPA Veracruz.• Productores de café del estado. |
| Puebla | <ul style="list-style-type: none">• Delegación SAGARPA Puebla.• Productores de café del estado. |
| Oaxaca | <ul style="list-style-type: none">• Delegación SAGARPA Oaxaca.• Productores de café del estado. |
| Chiapas | <ul style="list-style-type: none">• Delegación SAGARPA Chiapas.• Instituto de Café de Chiapas• Productores de café del estado. |

3. Antecedentes

Descripción del problema, necesidad u oportunidad que se atiende con la demanda

El café es el cultivo de exportación más importante en México después de los granos básicos y está sembrado en unas 760 mil ha en 12 estados de la república. Sin embargo, el 84% de esta superficie está concentrado en sólo cuatro estados incluyendo Chiapas (42%), Veracruz (26%), Oaxaca (12%) y Puebla (4%). Unos 500 mil productores, principalmente pequeños (90% < 2 ha) y de origen indígena (66% de municipios), están involucrados en la producción de café, mismo que representa la principal fuente de ingreso para unos 3 mill, de mexicanos. En los últimos años las exportaciones de café de México variaron mucho pero en la cosecha 2011-2012 se generaron 4.29 mill, de sacos de café verde, de los cuales 3.38 mill, fueron exportados con un valor de \$US 875 mill y el resto (21.2%) en el mercado interno con un valor de \$1.6 mil mill., de dólares. En México el consumo interno de café se duplicó durante la última década, alcanzó 1.43 kilos por persona en el 2012, aunque todavía relativamente bajo.

Los policultivos tradicionales y comerciales que dominan la producción de café (90% del área cultivada) también son importantes en términos ambientales, por su ubicación en la parte media y alta de cuencas prioritarias y su traslape con bosque mesófilo de montaña, un tipo de bosque que ocupa menos del 1% de la superficie terrestre de México pero que alberga entre 10 y 12% de sus especies de plantas y animales. Ya que más del 50% de este tipo de bosque fue transformado a otros usos de suelos, los cafetales de sombra diversificada son importantes como hábitat para las especies de bosque, como zonas de amortiguamiento y como corredores biológicos que fomenta el movimiento de especies entre los remanentes de vegetación natural que aún quedan en las zonas montañosas del país. Dada la relevancia de los cafetales de sombra para el ambiente, no es sorpresa que México se reconozca como líder mundial en la producción de café orgánico (10% de la superficie nacional).

Problemas con la producción y comercialización del café en México aumentaron considerablemente con el colapso de los acuerdos internacionales que regularon los precios y la producción de café, así como con la desaparición del Instituto Mexicano de Café (INMECAFE) a principios de la década de los 90s. El INMECAFE fomento la investigación en fincas cafetaleros y proporcionaba capacitación, transferencia tecnológica y financiamiento a los productores y coordinaba los principales aspectos de manejo, cosecha, beneficiado y comercialización del grano; servicios que han declinado en los últimos 25 años. Ciclos de sobreproducción y bajos precios cada vez más intensos han acentuado estos problemas del sector. Durante el último ciclo (1999-2005) las ganancias de los productores cayeron 70% en 4 años y se estima que unos 300 mil trabajadores

abandonaron las fincas y migraron a zonas urbanas o al extranjero. Actualmente más del 80% de los municipios con producción de café sufren de elevados niveles de marginación. La falta de acceso a créditos blandos limita la capacidad de los productores a renovar las unidades de producción (fincas), fertilizar las matas de café y regular la sombra y la maleza. Además, la producción de café en México tiene mermas importantes debido a plagas como la broca, la roya, y los nemátodos de raíz, así como al cambio climático que no favorable a la producción del grano. Como resultado, la producción de café en México (6.2 quintales/ha.) es una de las más bajas en América Latina, hay cada vez menos fincas de café de sombra al ser transformadas a otros usos de suelo más intensificados, y existen problemas de relevo generacional (edad promedio de los productores de 53 años) graves con jóvenes que ya no quieren ser productores como sus padres.

A pesar de estos múltiples retos, existen oportunidades para los productores de café de fomentar estrategias de manejo más sustentables de sus fincas que pueden ayudarles a bajar sus costos de producción y a aumentar sus fuentes de ingreso. En las fincas de café se intercalan otros productos (frutales, plantas medicinales, maderables, ornamentales, etc.) aparte del café, que proporcionan ingresos complementarios al productor. Aunque esta diversificación es resultado de técnicas tradicionales, un enfoque agroforestal tecnificado podría considerar un manejo mejorado y la optimización de dichas técnicas, bajo principios científicos. Es necesario difundir el uso de estos nuevos productos mediante unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) y vías de comercialización estables.

Por otro lado, existe en México interés en la creación de programas de pago por servicios ambientales (PSA), como mecanismo para eliminar las externalidades de mercados tradicionales y fomentar el manejo sustentable de los recursos naturales del país. Los cafetales de sombra son capaces de brindar múltiples servicios ambientales que incluyen la conservación de la biodiversidad, la belleza escénica, el secuestro de carbono y la regulación de la cantidad y calidad del agua. Urgen esfuerzos de síntesis para la cuantificación y valoración de estos servicios y su uso en gestiones de más PSA para cafetales de sombra, así como propuestas de mejoras en las políticas públicas para la protección de estos agroecosistemas.

Los mercados de café certificado o café de alta calidad tienen ritmos de crecimiento mayores que los mercados tradicionales y pueden ofrecer a los productores precios altos y estables. Sin embargo, para que el volumen y la calidad de café producido se logren es

necesario el oportuno financiamiento, la organización y las buenas prácticas de cosecha y beneficiado. Por lo tanto, es necesario fomentar la integración de la cadena productiva, con especial atención a fortalecer la organización, la trazabilidad y el incremento de la calidad y la certificación. Asimismo, es necesario incursionar en el desarrollo de empresas que den valor agregado al café y diversifiquen su producción industrial y la capacitación de productores de café como empresarios. Con el fin de contrarrestar la falta de relevo generacional y la emigración desde el campo, es importante también recuperar y divulgar la cultura cafetalera que incluye el fomento del consumo nacional de café de calidad. Para ello, se requiere una propuesta educativa que atienda el rezago del sector y las necesidades de los actores sociales, que incluye la formación de comunidades de aprendizaje que fomenten la capacitación de campesino a campesino y de abajo hacia arriba, y que favorezca las instituciones locales con las capacidades de cada región.

Dada la complejidad de los retos que enfrenta el sector cafetalero, estas propuestas deben implementarse bajo un enfoque interdisciplinario e interinstitucional. Siguiendo modelos de competitividad en mercados globalizados, los centros de investigación deben establecer alianzas estratégicas con el sector cafetalero, gubernamental, sociedad civil y el sector privado, así como sistemas de inteligencia que organicen y presenten información relevante, en el momento adecuado para la toma de decisiones informada.

Impacto sociales y económicos para la región

Las propuestas deben buscar mejoras en el bienestar socioeconómico de las comunidades de productores de café a través de la investigación y transferencia tecnológica, bajo el marco de desarrollo regional sostenible y utilizando indicadores de corto, mediano y largo plazo. Se busca fomentar estrategias de manejo de las fincas de café de sombra que aseguran ingresos mayores y más estables para los cafeticultores, que detiene la migración hacia zonas urbanas que posicionan a los cafetales de sombra como cultivos estratégicos con un derrame económico mejorado e impactos ambientales positivos que extiende más allá que las fincas de café y revierten los altos niveles de marginación en zonas cafetaleros de México.

Contribución a la integración de la región

El establecimiento de programas de investigación-acción en alianzas o redes producto de la colaboración interinstitucional y transdisciplinaria incidirá en la integración de las regiones cafetaleras al incrementar el impacto de los resultados de la investigación-innovación y la eficiencia en la transferencia de la tecnología al sector. El fortalecimiento

del sector cafetalero será un elemento clave en los esfuerzos de lograr un desarrollo regional sustentable en las principales zonas cafetaleras del país.

Necesidad, relevancia o pertinencia de atender la demanda con una propuesta de investigación, desarrollo tecnológico o innovación

Esta demanda atenderá la necesidad de articular la investigación, la transferencia de conocimientos e innovación para una cafecultura sustentable, convocando a las instituciones de investigación a presentar un proyecto que en su diseño proponga modelos para atender el rezago del sector, la aplicación de buenas prácticas (productivas y de organización) y la búsqueda de alternativas integradas a los graves problemas que enfrenta la producción y organización de la cadena de producción. Dada la complejidad del problemática del sector cafetalero se requiere los tres enfoques juntos dentro del marco de una alianza estratégica intersectorial. Por eso, se favorecerán propuestas de instituciones ya con enlaces formales de trabajo interdisciplinario y interinstitucional en pro del sector cafetalero.

4. Finalidad y propósito de la Demanda

Finalidad

Instrumentar nuevos modelos de articulación de la investigación y la transferencia tecnológica en el sector cafetalero para fomentar la cultivación, procesamiento y comercialización sustentable del café de México.

Propósito

Innovar la producción sustentable de café mediante la articulación y coordinación de instituciones de investigación, asociaciones civiles, productores, comercializadores y sector público con enfoque en la integración de la cadena productiva y la distribución equitativa de los beneficios en favor de las regiones cafetaleras y a la consolidación de organizaciones democráticas de productores de café que atiendan a los grupos vulnerables y en riesgo que carecen de educación, alimentación y salud.

5. Actividades más relevantes a realizar (lista no exhaustiva)

- Evaluar las condiciones iniciales de los beneficiarios; así como seleccionar grupos indicadores y analizar el cambio con participantes del proyecto y otros colectivos

de las áreas de interés que no formen parte del proyecto.

- Consolidar grupos y/o alianzas formales con instituciones académicas y organizaciones de los estados para realizar investigación-acción en forma coordinada y asociada en pro de la cafecultura sustentable.
- Diseñar, implementar y mantener sistemas de inteligencia competitiva que faciliten la conectividad de alianzas o redes.
- Elaborar de planes de mitigación y adaptación al cambio climático para el sector cafetalero.
- Desarrollar o afinar estrategias y métodos de manejo integrado de las plagas y enfermedades del cafeto y sistemas de alerta temprana.
- Mapeo de servicios ambientales en zonas cafetaleros y el fomento de más Pagos por Servicios Ambientales (PSA) para productores en zonas claves.
- Evaluar la suficiencia alimentaria del sector café.
- Establecer parcelas demostrativas de producción agroforestal con recursos educativos innovadores.
- Capacitar a productores en la producción agroforestal diversificada y la formación de grupos adoptantes de tecnología.
- Consolidar fincas de café en Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) para la producción diversificada.
- Establecer vías de comercialización de las plantas, productos de madera y otros productos de la diversificación agroforestal de las fincas de café.
- Acciones de integración de la cadena productiva incluyendo la realización de talleres y el establecimiento de módulos demostrativos para capacitar a cafecultores en la producción de café de calidad.
- Establecer empresas de base tecnológica.
- Realizar talleres y diplomados de capacitación empresarial para productores y comercializadores; diseñar y transferir conocimientos mediante un diplomado para la identificación, adaptación y creación de diversos circuitos turísticos en fincas cafetaleras.
- Establecer centros regionales para la recuperación y difusión de la cultura cafetalera con atención; evaluar los impactos de actividades en el sector sobre sus

integrantes por medio de talleres de capacitación y encuestas cuantitativas y cualitativas.

- Promover el consumo de café de calidad en tasa.

6. Indicadores de impacto

Se recomienda evaluar las condiciones iniciales de los beneficiarios; así como seleccionar grupos indicadores y analizar el cambio con participantes del proyecto y otros colectivos de las áreas de interés que no formen parte del proyecto. De esta manera dar seguimiento a la dinámica social de integración de las áreas de interés.

El proyecto deberá tener indicadores cualitativos y cuantitativos, medibles (antes, durante y después) de la ejecución del proyecto. Se recomiendan:

- a) Mejora en las capacidades (materiales, financieras y humanas) y el nivel de interés de los integrantes del sector en métodos de producción sustentables medido por medio de encuestas,
- b) Conservación del medio ambiente y prácticas productivas sustentables, por ejemplo: superficie de cafetales bajo esquemas de pagos por servicios ambientales (PSA), beneficios ecológicos, desarrollos ecoturísticos, etc,
- c) Fortalecimiento de las instituciones locales (representatividad, organización, democracia, etc.) involucradas en la producción y comercialización del café
- d) Acuerdos o convenios de trabajo coordinado para investigación, innovación y transferencia de tecnología para el sector cafetalero; número de colabores y proyectos científicos secundarios detonados por el trabajo coordinado inter-institucional y inter-disciplinario.
- e) Formación o fortalecimiento de cadenas de producción de productos diversificadas en fincas de café.

7. Objetivos

Objetivo general

Establecer una red de investigación, innovación, transferencia tecnológica multi-sectorial y interdisciplinaria capaz de fomentar mejoras concretas en el manejo, procesamiento y

comercialización del café sustentable y otros productos diversificados de fincas en zonas cafetaleros claves.

Objetivos específicos

- Consolidar la integración de la cadena productiva del café por medio de alianzas estratégicas conformadas a nivel regional o estatal con un enfoque en café de calidad.
- Coordinar y agilizar las actividades de las asociaciones, redes o alianzas de investigación para el desarrollo sustentable del sector cafetalero.
- Establecer empresas de base tecnológica, integradas, en las regiones con la participación de instituciones de educación superior y grupos de productores legalmente conformados.
- Recuperación y difusión de la cultura cafetalera.

8. Productos esperados

- 1) Sistema de inteligencia que incluya: bases de datos y páginas web en su propio servidor; sistemas de capacitación en producción agroecológica y de comercialización, mapeo de empresas comercializadoras de cafés de alta calidad bajo sello distintivo; mapeo de rutas ecoturísticas en las entidades participantes; sistema de planeación, seguimiento y evaluación del sector de estudio; convenios de colaboración; sistemas de difusión; resultados de encuestas de inicio y final del proyecto para evaluar impactos.
- 2) Programa de Fomento a Servicios Ambientales del sector cafetalero que incluya: propuestas de política pública para el sector cafetalero; planes de adaptación y disminución del impacto del cambio climático en el sector cafetalero; certificaciones de viveros de café libres de patógenos; pruebas de campo de métodos de control biológico; diseño y operación de esquema para el pago por servicios ambientales para cafetales.
- 3) Programa de diversificación productiva en sistemas agroforestales que incluya: establecimiento de parcelas demostrativas de producción agroforestal certificadas por entidad federativa participante; productoras capacitadas en sistemas agroforestales en café; formación de grupos adoptantes de tecnología;

establecimiento de Unidades de Manejo de Vida Silvestre.

- 4) Sistema de cadenas productivas comerciales del sector cafetalero, que incluya: Clúster de producción, comercialización de cafés de alta calidad bajo sello distintivo y su mapeo geográfico; análisis del comportamiento del mercado y su difusión; evaluaciones de la calidad del café y mecanismos de difusión (exposiciones, ferias, congresos, videos, artículos, libro y publicaciones en revistas).
- 5) Modelo de Desarrollo Empresarial del Sector Cafetalero que incluya: Diseño y validación del modelo, manual para la constitución y registro de empresas de base tecnológica; capacitación al personal; equipamiento y adecuaciones a los centros de atención; memorias de talleres y diplomados de capacitación; rutas ecoturísticas en regiones cafetaleras por entidad federativa participante.
- 6) Programa de Fomento Cultural Cafetalero. Establecimiento de casas de cultura (6) en puntos estratégicas en las principales regiones cafetaleras del país; formación de grupos culturales: análisis de encuestas de inicio y final de proyecto; campañas de consumo de café de calidad, de diversificación alimentaria y de buenas experiencias culturales y eventos de intercambio estatal y nacional.

9. Tiempo de ejecución

36 meses.

10. Aportaciones concurrentes

- El proponente deberá aportar al menos el 10% de recursos concurrentes líquidos respecto al total del monto total del proyecto. En caso de que la aportación no pudiera realizarse por parte del proponente, la misma podrá ser realizada por usuarios, usuarios potenciales, instituciones participantes u otras que tengan interés en el desarrollo del proyecto.

11. Otras consideraciones

- El proponente deberá sustentar el carácter regional de la propuesta que presenta.
- El proponente deberá referir los antecedentes y esfuerzos realizados en la región respecto a las problemáticas, necesidades y oportunidades que se abordan.
- El proponente deberá destacar el valor agregado o innovación que su propuesta expone para atender el problema, necesidad y oportunidad que se aborda.
- Los productos entregables de la propuesta deberán ser al menos los establecidos en la demanda, no obstante podrá adicionar aquellos que contribuyan en la mejor atención de la problemática, necesidad y oportunidad referida.
- La institución proponente deberá contar con la capacidad académica y de gestión administrativa que garantice el éxito del proyecto, tanto en los aspectos de investigación como en lo referente a la construcción, adecuación de la infraestructura y equipamiento requeridos para cubrir la demanda.
- Deberá contar con capacidad y personalidad jurídica para signar acuerdos, convenios, contratos o aquellas formas de relación con terceros que permitan llevar a buen término el proyecto.
- La propuesta podrá incluir la formación de recursos humanos, la realización de trabajos de tesis de licenciatura y posgrado, publicaciones en revistas reconocidas e indizadas y participación en congresos.
- El proponente deberá tener experiencia en este tipo de temática, tener logros en alguna de las áreas de investigación, docencia y transferencia de tecnología.
- Comprometer a los usuarios de los estados al seguimiento posterior de la terminación del proyecto
- Promover y privilegiar enfoques participativos en la ejecución del proyecto por parte de los usuarios y beneficiarios.
- Se dará prioridad a grupos de investigación que demuestren antecedentes de colaboración en alianza para la investigación, innovación o transferencia de tecnología para el sector cafetalero.
- Se considerará la aportación de propuestas con un componente evidente de sustentabilidad en particular respecto a la conservación del ambiente, la mejora del

bienestar social y el fomento a la cultura cafetalera.

- Se considerará la aportación de propuestas que puedan incidir en política pública para multiplicar la experiencia.

12. Usuarios potenciales identificados

Los gobiernos de las entidades participantes se identifican como usuarios potenciales de la demanda. También podrán ser instancias usuarias: asociaciones y sociedades civiles, cámaras, cooperativas, que atiendan directamente la solución de la problemática a resolver en los estados y municipios involucrados.

En su caso, los usuarios señalados por el proponente deberán respaldar la propuesta considerando que la presente demanda es prioritaria para el desarrollo de la región, asumiendo el compromiso de usar, transferir, asimilar y adoptar los resultados del proyecto que emanen de la demanda. Las instancias usuarias pueden aportar Recursos complementarios para el proyecto.

Instancias de coordinación de los usuarios:

| Entidad federativa | Nombre del enlace | Cargo | Correo electrónico y teléfono |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|
| Federal | M.C. José Domingo Robledo Martínez | Responsable Operativo del CENACAFE | (273) 734-07-64 sistemacafe@yahoo.com |
| Veracruz | Víctor Alvarado Martínez | Secretario del Medio Ambiente de Veracruz | (228) 818 11 11 secretariosedema@gmail.com |
| Veracruz | Ing. Marco Antonio Torres Hernández | Delegación SAGARPA | (228) 841-63-65 al 68 delegado@vrz.sagarpa.gob.mx |
| Oaxaca | Ing. Teófilo Manuel Corpus García | Delegación SAGARPA | Tel. (951) 514-90-43 o 514-52-99 oax_delg@sagarpa.gob.mx |
| Puebla | Ing. Francisco Alberto Merino Jiménez | Delegación SAGARPA | (222) 235-49-42 delegado@pbl.sagarpa.gob.mx |

| | | | |
|----------------|-------------------------------|---|---|
| Chiapas | Ing. Carlos Alberto Rodríguez | Delegación SAGARPA | (961) 617-10-51 delegado@chp.sagarpa.gob.mx |
| Chiapas | Lic. Baldemar Robles | Jorge Utrilla Director General, Instituto de Café de Chiapas | (961) 617-04-70 sec_particular@incafech.gob.mx |

DEMANDA No. 2

1. Título de la demanda

Estrategia para el avance integral de la matemática mexicana

2. Región(es) involucrada(s)

- ✓ Usuario solicitante: Secretaría de Educación Pública
- ✓ Entidad federativa que encabeza la demanda: Morelos
- ✓ Entidades federativas asociadas y usuarios asociados:
 - Guanajuato
 - Distrito Federal

3. Antecedentes

En la era de la “Sociedad del Conocimiento”, las Matemáticas son, entre otras cosas, una herramienta básica y fundamental para entender los fenómenos de alta complejidad que enfrenta la sociedad actual. De hecho, la complejidad es probablemente uno de los dos rasgos fundamentales de la sociedad global contemporánea. En el último cuarto del siglo XX aún no existía una permanente sensación de *complejidad e incertidumbre*. El siglo XXI, en cambio, se está mostrando distinto. Estamos a merced de trastornos catastróficos que pueda causar el fallo de uno o varios componentes del cada vez más intrincado y complejo sistema global. Piénsese en la crisis económica mundial causada por las hipotecas de alto riesgo y sus amplias consecuencias en la caída de la producción internacional, el empleo en numerosas partes del mundo y el comercio internacional. El siglo actual es de la complejidad con el elemento añadido de la incertidumbre (Guillén y Ontiveros, 2012 ¹). La incertidumbre es la imperfección en el conocimiento sobre el estado o los procesos de la naturaleza. En otras palabras, la incertidumbre es una situación en la que no entendemos las variables que intervienen y carecemos de los instrumentos para cuantificarlas. El auge de la sociedad de redes global ha generado incertidumbre en muchos ámbitos. No hay

seguridad de la dimensión de los efectos del cambio climático, de la intensidad de los ciclones o de las sequías, de la disminución de las tasas de fertilidad o de las conmociones políticas. Además, la mayoría de los cambios parecen ser paradójicos. El auge de las economías emergentes está permitiendo que cientos de ¹millones de personas -sobre todo en el este de Asia- superen la pobreza. Sin embargo, también plantea retos sociales complicados en términos del aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos, por ejemplo, el agua, los alimentos y la energía. En este entorno, las Matemáticas se hacen aún más ²importantes. Nos permiten comprender y utilizar mejor la actividad humana que consiste en crear, inventar o descubrir abstracciones que reflejan aspectos de la realidad (material o inmaterial), especificando sus propiedades para enfrentar los problemas de la sociedad. Y mediante el razonamiento riguroso, deducir las consecuencias lógicamente necesarias de dichas propiedades, construyendo métodos, patrones y algoritmos para aprovechar mejor cada situación. Así, un problema que, por decir algo, aparece en Finanzas puede ser, a la luz del pensamiento matemático, lo mismo que otro que aparece en Biología, y el conocimiento de uno aporta información del otro. Por eso es tan poderoso el pensamiento abstracto de las Matemáticas.

Henri Poincaré, uno de los más grandes matemáticos del siglo XX, quién es también reconocido por sus contribuciones en Filosofía, dijo: “Las Matemáticas son el arte de poner el mismo nombre a cosas diferentes”.

Por lo anterior y por muchas otras razones, hoy en día el conocimiento matemático, la formación de más matemáticos de alto nivel y la mejora del nivel general de las Matemáticas en otras áreas del conocimiento, son indispensables para el desarrollo de un país. Cabe mencionar, por ejemplo, que recientemente el Gobierno del Reino Unido encargó a la prestigiada firma internacional *Deloitte* (*Deloitte*, 2012 ²), de asesoría financiera, hacer un estudio acerca del impacto de la Investigación en Ciencias Matemáticas (ICM en adelante) en la economía del Reino Unido. Los resultados obtenidos coinciden ampliamente con los obtenidos en Francia hace poco tiempo: la ICM juega un papel preponderante en la economía y en la vida de las personas del Reino Unido, mucho más allá de lo que las personas perciben. Indican que sin una ICM de vanguardia en el Reino Unido, no podrían tenerse, por ejemplo:

- ✓ Los teléfonos inteligentes, que usan matemática avanzada, particularmente álgebra lineal, para optimizar la cantidad de información que pueden procesar.

¹ Guillen, Mauro y Ontiveros, Emilio. *Global Turning Points*. Cambridge University, 2012.

² Deloitte. *Measuring the Economic Benefits of Mathematical Science Research in the UK*, 2012.

- ✓ Los avances en industria farmacéutica, donde la fabricación de medicamentos tiene un fuerte sustento matemático.
- ✓ En asuntos relacionados con salud donde se usa fuertemente la mecánica de fluidos, como por ejemplo en asuntos relacionados con la presión arterial.
- ✓ En los bancos y el sistema financiero, donde el sustento matemático es esencial.
- ✓ En modelos matemáticos usados para predecir movimientos y cambios climáticos, que se usan, por ejemplo, en aviación, para permitir a los aviones en vuelo modificar rápida y eficientemente sus rutas cuando hay emergencias climáticas, como ocurrió con las erupciones recientes de volcanes en Islandia y Chile.

El estudio de *Delloite* concluye que la ICM tiene un impacto considerable en el Reino Unido, tanto por su impacto en empleos, así como en las diversas maneras en las que impacta a la sociedad, contribuciones que se pueden resumir en usar la Investigación en Matemáticas para:

- ✓ Hacer mejor uso de los datos (incluidos los "Big Data") para el entendimiento del mundo;
- ✓ Cuidar a la sociedad;
- ✓ Prevenir el riesgo y optimizar los procesos.

El estudio indica que el éxito para la economía y la sociedad británica logrado al momento a través de la ICM tiene como sustento la amplitud, diversidad y calidad de la matemática británica.

Es pues, imperiosa la necesidad de incrementar el número de matemáticos, fortalecer el conocimiento matemático y orientarlo a la solución de problemas de la vida cotidiana en México. Para ello se requiere construir una comunidad matemática mexicana muy sólida con escuelas de investigación a lo largo del territorio de todo el país, con grupos generadores de ideas y líneas de pensamiento originales, que sean fuente de investigación de vanguardia a nivel mundial, abarcando un amplio espectro de la matemática. Es urgente fortalecer la investigación en Matemáticas en el país, y particularmente la investigación encaminada a la vinculación con otros sectores de la sociedad, esto es, la investigación aplicada de la matemática en la solución de problemas prácticos, como pueden ser, por ejemplo: asuntos de petrofísica digital para las industrias minera, geotérmica y petrolera; sistemas dinámicos deterministas y aleatorios aplicados a fisiología integrativa y biología de sistemas; modelos matemáticos de comportamiento climático, que incluyen problemas de inundaciones; diseño de surfactantes y procesos para recuperación mejorada de hidrocarburos vía simulaciones de dinámica molecular y dinámica disipativa de partículas; etc. Es necesario apoyar a los investigadores que han

logrado tener éxito en este camino, para organizar escuelas de investigación de alto nivel, especializadas en la vinculación de la academia con otros sectores de la sociedad. El país requiere, asimismo, y de manera urgente -particularmente en el sur y el sureste- apoyar el desarrollo científico y tecnológico, que en buena parte se sustenta en el conocimiento matemático. Y la mejor manera de llevarlo a cabo es fortalecer las instituciones actuales y favorecer la sinergia entre ellas.

No obstante y de manera desafortunada, la educación en Matemáticas en el país es en general de mala calidad, en todos los niveles. Las cifras de la OCDE (OCDE, 2009³) muestran que México tiene mucho camino por recorrer para estar en condiciones de plantear una amplia formación de científicos y tecnólogos en el país.

Asimismo, es relevante afirmar que existe un gran distanciamiento entre la comunidad científica y el resto de la sociedad mexicana; esto es aún más notorio si se habla de las Matemáticas, lo que afecta el desarrollo científico de numerosas maneras: pocos jóvenes desean hacer estudios científicos y pocos empresarios e industriales se vinculan e invierten en el desarrollo y generación de conocimientos en sus negocios o empresas.

Al cambiar y revertir la situación ya descrita, puede esperarse que el desarrollo científico de una comunidad se refleje, a su debido tiempo y con la perspectiva apropiada, en contribuciones que mejoren la calidad de vida de la sociedad. Las Matemáticas son esenciales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en general, ya que juegan, cada vez más, un papel central para abstraer, modelar y estudiar situaciones complejas, como las que decíamos están caracterizando este siglo, que emergen de fenómenos donde interactúan diversas fuerzas, en ocasiones de signo contrario. Este tipo de situaciones aparecen continuamente en todas las áreas del conocimiento, como por ejemplo en Finanzas, Biología, Epidemiología, Ciencias Sociales, etcétera. Los matemáticos pueden contribuir a abordar el estudio de este tipo de fenómenos y situaciones, por su capacidad para abstraer y ver de manera simple fenómenos complejos (Frenkel, 2015⁴). Estamos entrando en una era donde la capacidad de abstracción de los matemáticos empieza a jugar un papel cada día más importante.

A pesar de la problemática ya expresada, puede afirmarse que las Matemáticas en México han evolucionado enormemente en las últimas décadas, tanto cualitativa como cuantitativamente. Hoy en día se tienen varios centros de matemáticas en el país donde se hace matemática de vanguardia a nivel mundial, y un buen número de universidades

³ OCDE. Estudios de la OCDE de Innovación Regional, 15 Estados Mexicanos. 2009.

⁴ Frenkel, Edward. *Love & Math: The heart of hidden reality*. Basic Books, 2015.

cuentan con investigadores de excelente nivel. Distintos indicadores de producción científica así lo atestiguan.

Por ello es factible plantear que si bien México debe realizar un esfuerzo muy importante para que el conocimiento y la formación en Matemáticas alcance el nivel deseado que corresponde a un país con una economía y una población como la nuestra, también tiene la posibilidad de avanzar significativamente en la atención a este reto y cuenta con las condiciones para que las instituciones y los recursos humanos que actualmente trabajan en ese ámbito contribuyan a lograrlo.

4. Finalidad y propósito de la Demanda.

Existe el interés y la necesidad de dar un fuerte impulso a las Matemáticas para atender los retos mencionados a partir del aprovechamiento de las capacidades con que cuenta el país, buscando las alianzas pertinentes con aquellas instituciones que se han desempeñado destacadamente en este terreno en el territorio nacional y en otros países, con la finalidad de posicionar a las Matemáticas mexicanas en el contexto nacional e internacional como una disciplina que realiza aportaciones relevantes al conocimiento, coadyuva a la comprensión y solución de problemas de interés para el desarrollo del país y cuenta con una sólida y comprometida comunidad de profesores e investigadores.

El propósito de la demanda es contribuir al avance global e integrado de la matemática mexicana: en la educación de la propia disciplina; en la formación de recursos humanos especializados; en la calidad de la investigación científica en las Matemáticas, tanto en investigación básica como aplicada; en la vinculación de la comunidad matemática con sectores e industrias específicos y en su visibilidad y presencia nacional e internacional.

5. Componentes de la Demanda

- Fortalecimiento integral de la Matemática Mexicana, a partir del reconocimiento de las oportunidades, las capacidades y los desequilibrios y asimetrías regionales e institucionales de esta disciplina en el país.
- Organización de una red colaborativa, formando grupos de trabajo coordinados que atiendan las oportunidades, capacidades y desequilibrios o asimetrías regionales e institucionales de las Matemáticas en México.

- Fortalecimiento de la formación y especialización de los Matemáticos.
- Fortalecimiento de la calidad en la docencia y enseñanza de las Matemáticas, a través de la creación y/o formación de programas académicos correspondientes.
- Fortalecimiento de la formación y preparación en Matemáticas, mediante el uso de tecnologías educativas interactivas en internet, para determinados niveles de estudio.
- Fortalecimiento de la calidad de la investigación en Matemáticas Aplicadas, con el objeto de impulsar la colaboración y vinculación institucional y regional.
- Diseño y desarrollo de laboratorios de Matemáticas Aplicadas.
- Desarrollo de vinculaciones y colaboraciones con sectores económicos específicos: industrial, financiero, biomédico, entre otros.
- Fortalecimiento de la red colaborativa académica y de investigación científica en Matemáticas.
- Sensibilización de la sociedad mexicana acerca de la importancia estratégica que tienen las Matemáticas para el desarrollo científico, tecnológico, económico, social y cultural del país.
- Organización, colaboración y/o participación en congresos, festivales, exposiciones, encuentros, publicaciones, etc, en Matemáticas, tanto en la República Mexicana como en otras partes del mundo.
- Fortalecimiento de publicaciones estratégicas para la divulgación de las Matemáticas y su importancia en el desarrollo científico de una sociedad.
- Enriquecimiento y profundización de la participación internacional en las Matemáticas mexicanas y viceversa.
- Fortalecimiento de las relaciones formales que mantiene la Matemática mexicana con laboratorios y asociaciones de Matemáticas y disciplinas afines de otros países

o regiones del mundo.

6. Productos esperados.

- Red colaborativa nacional en Matemáticas, que impulse de manera coordinada e integral la disciplina.
- Diseño y oferta de una Maestría en Matemática Superior, en formato semi-presencial, con red de nodos en diferentes partes del país.
- Diseño y oferta de un Diplomado en Matemáticas Avanzadas para egresados de esta disciplina, con el objeto de fortalecer su nivel de preparación.
- Fortalecimiento de un sitio de educación interactiva en Matemáticas, de acceso libre, en internet, con el objeto de apoyar la preparación y formación en esta disciplina, tanto de estudiantes como docentes, para determinados niveles de estudios identificados por el proponente.
- Creación, adecuación de infraestructura y equipamiento de al menos dos laboratorios de Aplicaciones de las Matemáticas en sendas entidades federativas, con el objeto de incrementar la vinculación y la investigación de la Matemática nacional con industrias y/o sectores económicos como el Biomédico, la Biotecnología, la Manufactura Avanzada, entre otros.
- Formación y/o integración de una red de colaboración nacional en Matemáticas Aplicadas e Industriales que incluya la participación de investigadores de diversas instituciones y universidades estatales del país.
- Organización y realización de Talleres (clínicas) sobre Matemáticas industriales; Matemáticas en el sector biomédico y Matemáticas en el sector financiero con el objeto de fortalecer grupos de investigación y fomentar la vinculación y la solución de problemas concretos de este tipo de industrias.
- Ejecución de programas académicos de fortalecimiento de la investigación en redes colaborativas: contrataciones temporales; investigación en grupos;

realización de doctorados; movilidad para estudiantes de posgrado; movilidad en red para profesores e investigadores, entre otros.

- Organización y/o participación de encuentros y congresos con Sociedades Matemáticas, Asociaciones Matemáticas, Centros o Institutos Especializados en Matemáticas y disciplinas afines, de otros países del mundo, para establecer o estrechar vínculos de colaboración que permitan intercambiar experiencias de investigación, de docencia y de vinculación.
- Participación y colaboración de investigadores mexicanos en escuelas de Matemáticas (EMALCA) y disciplinas afines en diversos países de América Latina y el Caribe.
- La organización en México de al menos un Congreso de una Asociación Internacional de las Matemáticas.
- El fortalecimiento de publicaciones que favorezcan la difusión y divulgación de las Matemáticas, como revistas en la materia dirigidas a la comunidad matemática en un sentido amplio.
- La publicación de al menos dos libros que sensibilicen a la sociedad en el arte y la belleza en las Matemáticas, así como en el importante papel que éstas juegan en el desarrollo socioeconómico y cultural.
- La organización de encuentros con otros sectores de la sociedad que realcen y difundan el importante papel que las Matemáticas tienen en el país, particularmente en lo concerniente a los sectores productivo, industrial, financiero, biomédico, artístico y cultural.
- Realización de al menos cuatro Festivales de Matemáticas que acerquen las Matemáticas a la sociedad, en diferentes ciudades del país.
- Realización de una exposición itinerante en Matemáticas para llevarla a diferentes ciudades del país, preferentemente en Museos.

7. Indicadores de Impacto.

A. En formación y especialización de recursos humanos; en docencia y enseñanza en Matemáticas.

- Incremento en la oferta de programas de posgrado en matemáticas.
- Fortalecimiento de un sitio en internet con recursos educativos interactivos para niveles académicos a determinar por el proponente, con el objeto de apoyar la preparación y formación en esta disciplina, tanto de estudiantes como docentes.
- Incremento en la oferta de Laboratorios de Aplicación de las Matemáticas en el interior de la República.
- Formación de una red nacional de colaboración en Matemáticas Aplicadas e Industriales.
- Aumento del número de programas académicos para el fortalecimiento de la investigación en redes colaborativas en matemáticas.
- Aumento en el número de grupos de investigación.
- Aumento en la movilidad de profesores e investigadores en la Red.

B. Apropiación Social, vinculación, visibilidad y presencia nacional e internacional.

- Aumento en la participación de Exposiciones y Festivales en Matemáticas a lo largo del país.
- Aumento en el número de encuentros con sociedades matemáticas o afines de otros países.
- Aumento en el número de Talleres (clínicas) ofrecidos en: matemáticas industriales; matemáticas en el sector biomédico; matemáticas en el sector financiero.
- Aumento en la organización y/o participación de profesores e investigadores en Congresos, Talleres y Escuelas en México y en otras partes del mundo.
- Aumento en las publicaciones de libros de alto nivel que vinculen a las Matemáticas con la cultura y el arte.

8. Tiempo ejecución

(Máximo 36 meses)

9. Otras consideraciones

- El proponente deberá sustentar el carácter nacional o regional de la propuesta que presenta.
- El proponente deberá referir los antecedentes y esfuerzos realizados en el *país* o en la *región*, respecto a las problemáticas, necesidades y oportunidades que se abordan.
- El proponente deberá destacar el valor agregado, impacto o innovación que su propuesta expone para atender el problema, necesidad y oportunidad que se aborda.
- Los productos entregables de la propuesta deberán ser al menos los establecidos en esta demanda. No obstante, podrá adicionar aquellos que contribuyan en la mejor atención de la problemática, necesidad y oportunidad referida.
- La institución proponente deberá contar con la capacidad académica y de gestión administrativa que garantice el éxito del proyecto, tanto en los aspectos de investigación como en lo referente (en su caso) a la construcción, adecuación de la infraestructura y equipamiento requeridos para cubrir la demanda.
- Deberá contar con capacidad y personalidad jurídica para signar acuerdos, convenios, contratos o aquellas formas de relación con terceros que permitan llevar a buen término el proyecto.
- La propuesta podrá incluir el apoyo para la formación de recursos humanos, publicaciones en revistas reconocidas y participación en congresos u otros.
- El proponente deberá tener experiencia en este tipo de temática, tener logros relevantes en el área de investigación, docencia, difusión y divulgación.
- Es deseable promover y privilegiar enfoques participativos en la ejecución del proyecto por parte de los usuarios y beneficiarios.

10. Usuarios potenciales identificados

Los gobiernos de las entidades participantes se identifican como usuarios potenciales de la demanda.

También podrán ser instancias usuarias: asociaciones y sociedades civiles, cámaras, cooperativas, que atiendan directamente la solución de la problemática a resolver en los estados y municipios involucrados.

En su caso, los usuarios señalados por el proponente deberán respaldar la propuesta considerando que la presente demanda es prioritaria para el desarrollo de la región, asumiendo el compromiso de usar, transferir, asimilar y adoptar los resultados del proyecto que emanen de la demanda. Las instancias usuarias pueden aportar recursos complementarios para el proyecto.

Enlaces con los usuarios potenciales:

| Entidad federativa | Nombre del enlace | Cargo | Correo electrónico y teléfono |
|--------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Morelos | Brenda Valderrama | Secretaría de Innovación | Brenda.valderrama@morelos.gob.mx |
| DF | Efrén Rojas Dávila | Subsecretario de Educación Superior | |
| Guanajuato | Antonio Corona | Vega Director, CONCYTEG | avegac@guanajuato.gob.mx |

DEMANDA No. 3

1. Título de la demanda

Fortalecimiento de las capacidades de investigación y desarrollo tecnológico de las instituciones participantes para la generación de nuevos procesos y fabricación de micro y nanodispositivos en vinculación con las industrias estratégicas y sectores emergentes de la región Noroeste de México.

2. Región(es) involucrada(s)

2.1. Entidad Federativa que encabeza la demanda

- Baja California.

2.2. Usuario solicitante

- Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California

2.3. Entidades federativas asociadas y usuarios asociados

| Entidad | Usuario |
|---------|---|
| Sonora | Secretaría de Economía del Estado de Sonora |

3. Antecedentes

3.1. Descripción del problema, necesidad u oportunidad que se pretende atender

Existen más de un centenar de productos que incluyen material con propiedades dependientes de su tamaño, o que fueron hechos utilizando procesos basados en nanotecnología. Productos tales como: materiales compuestos ultraligeros y resistentes, cosméticos, contenedores para preservar alimentos, pinturas contra manchas, ropa repelente a la suciedad, combustibles ultra limpios, circuitos electrónicos, memorias magnéticas, entre otros.

En general, los nanomateriales utilizados por las empresas son generados y producidos en el extranjero. No obstante, la nanotecnología en México ha venido creciendo

gradualmente en los últimos años⁴, para establecer condiciones eficientes para la fabricación de micro y nanodispositivos en el país es necesario continuar creando y desarrollando las capacidades propias de investigación para impulsar la innovación en procesos y productos.

En este sentido, el futuro de la nanotecnología está en la integración de nanomateriales en sistemas complejos basados en micro y nanodispositivos, con el objeto de que puedan desempeñar diversas funciones al mismo tiempo. Este sistema complejo de funciones se puede integrar en micro y nanodispositivos que estén conectados entre ellos mismos y administrados con una computadora, con el objeto de que se organice adecuadamente la secuencia de operación de cada uno de ellos. Para lograr este objetivo es indispensable construir a escala micro y nano cada uno de los dispositivos, que posteriormente se ensamblarán adecuadamente, esto es, de manera similar a la construcción de los circuitos integrados de las computadoras. Esta etapa de fabricación de nanodispositivos se le ha denominado de tercera y cuarta generación, ya que no sólo los nanomateriales se combinan y se aplican, sino verdaderos sistemas con funciones específicas son ensamblados y conectados a un microprocesador o a una computadora.

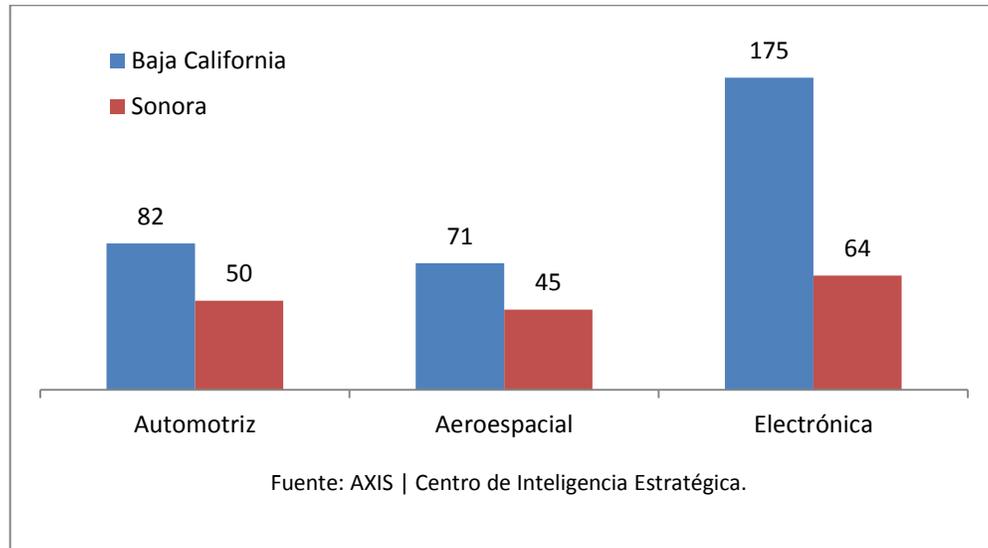
Para las entidades federativas de la región Noroeste del país se presenta una gran oportunidad de desarrollo económico mediante la creación y generación de las capacidades de investigación de micro y nanodispositivos que atiendan las demandas de nuevos prototipos y servicios a la industria estratégica instalada y para los sectores emergentes⁵, al detonar el emprendimiento de base tecnológica derivados de proyectos de investigación, y mediante la formación de recursos humanos especializados. Asimismo, la ubicación geográfica favorece una mayor colaboración internacional en la investigación con los estados de California, Arizona, Texas y San Diego que son entidades productoras de alta tecnología de los Estados Unidos.

En particular, para los estados de Baja California y Sonora la oportunidad de desarrollar productos basados en nanotecnología es mayor debido al número amplio de empresas manufactureras y maquiladoras instaladas para la exportación de la industria automotriz, electrónica, y aeroespacial. Como se puede observar en la gráfica 1, el mayor número de empresas corresponden a la industria electrónica.

⁴ AXIS | Centro de Inteligencia Estratégica, S.A. de C.V. (2013). Análisis situacional de las nanociencias y la nanotecnología en México.

⁵ Entre los sectores emergentes y de potencial desarrollo se encuentra la bionanomedicina, materiales nanocompuestos, micro y nano electrónica, las tecnologías espaciales, el desarrollo de materiales de alto desempeño y las aplicaciones relacionadas a energías alternativas.

Gráfica 1. Baja California y Sonora: número total de empresas en la industria automotriz, aeroespacial y electrónica, 2014.



En este sentido, la industria automotriz y aeroespacial demanda crecientemente soluciones basadas en aplicaciones nanotecnológicas, como lo son en:

- Aleaciones más ligeras y resistentes para piezas, chasis y carrocerías, que permiten reducir hasta en un 30% el peso de aviones y automóviles;
- Aplicación de nanomateriales compuestos en los motores o en los neumáticos mejorando la adherencia, para mejorar el rendimiento y la fiabilidad de los sistemas de propulsión;
- Superficies (multi) funcionales, recubrimientos con gran dureza, resistencia a la abrasión y a la corrosión (anti-rayado, anti-incrustaciones ó anti-corrosión);
- En los equipos interiores aplicando revestimientos absorbentes de los impactos, menos inflamables;
- Mejoras en la estabilidad y resistencia al calor a partir de un compuesto de nylon con nanoarcillas en las bandas del engranaje de distribución;
- Reducción de 3 a 21% del peso de diversos componentes automotrices al aplicar nanoarcillas y termoplásticos;
- Aplicaciones a partir del desarrollo de electrodos de baterías o capacitores utilizados en automóviles híbridos, incluso, en la producción de celdas de energía de almacenamiento de hidrógeno;
- Sensores de base nanotecnológica ultrasensibles y de rápida respuesta.

La manufactura electrónica y de semiconductores es la de mayor renombre en la región derivado de la importante presencia de corporativos empresariales a nivel global y al volumen de exportaciones. Este sector particularmente presenta una tendencia a reducir el tamaño de los dispositivos electrónicos y al mismo tiempo hacerlos más inteligentes, amigables y funcionales; esto es, se busca la reducción de peso a través de la nanotecnología.

Cabe mencionar, que recientemente se identificó en la Agenda Estatal de Innovación (AEI) del estado de Baja California a la industria aeroespacial, a la manufactura avanzada, y a las energías renovables y la biotecnología, como sectores estratégicos en los cuales la entidad deberá invertir para detonar su desarrollo. Son sectores en los que se identifica una gran oportunidad de impacto por parte de la nanotecnología con amplio potencial para mejorar las propiedades de sus productos y competitividad.

Por lo anterior, el fortalecer de infraestructura tecnológica, el llevar a cabo de forma coordinada proyectos de investigación aplicada entre las instituciones participantes, el ampliar los acervos de recursos humanos especializados, y establecer medios formales y eficientes de vinculación entre la academia y la industria, que contribuirán al desarrollo de un polo de nanotecnología que favorezca en el mediano y largo plazo la generación de valor, la mejora competitiva y la innovación en las industrias estratégicas y sectores emergentes de las entidades participantes de la región Noroeste de México

3.2. Impacto socioeconómico para la región

Entre los principales impactos socioeconómicos esperados se encuentra la mejora competitiva a través de desarrollar productos basados en nanotecnología e impulso a la innovación en las empresas de las industrias estratégicas y emergentes en las entidades participantes de la región noroeste de México; a nivel nacional, el impacto será en la formación de recursos humanos especializados.

3.3. Contribución a la Integración de la Región

El desarrollo de una red de laboratorios en las entidades federativas participantes de la región, la capacitación y formación de recursos humanos especializados, la realización de proyectos de investigación entre las instituciones participantes enfocados a la fabricación de micro y nanodispositivos permitirá la colaboración efectiva a través del intercambio de conocimiento e infraestructura entre los centros y laboratorios de investigación, grupos multidisciplinarios de investigación con amplia experiencia y recursos humanos

especializados en nanociencias y nanotecnología. Además, contribuirá para la vinculación entre las instituciones de investigación y las empresas de base tecnológica de la región.

Asimismo, la ubicación geográfica de la red de laboratorios en la región noroeste del país resulta estratégica ya que permitirá una mayor colaboración con los grandes estados productores de alta tecnología de los Estados Unidos, particularmente con San Diego que se caracteriza por ser un polo de desarrollo basado en conocimiento, con presencia de grandes consorcios internacionales, y por el impulso a la creación de empresas de base tecnológica.

4. Finalidad y propósito de la demanda

4.1. Finalidad

Contribuir al desarrollo de un polo de conocimiento en nanotecnología que impulse la competitividad e innovación de las industrias estratégicas y sectores emergentes en las entidades participantes de la región Noroeste de México.

4.2. Propósito

Conformar un polo de conocimiento en nanotecnología para el fortalecimiento de las capacidades de investigación y desarrollo tecnológico de las instituciones participantes en la generación de nuevos procesos, fabricación de micro y nanodispositivos, en vinculación con las industrias estratégicas y sectores emergentes de la región Noroeste de México.

5. Componentes y actividades de la demanda

5.1. Desarrollo de infraestructura científico-tecnológica.

5.1.1. Creación, adecuación de infraestructura y equipamiento de laboratorios.

5.2. Vinculación academia-industria.

5.2.1. Integración de una oficina de transferencia de tecnología.

5.3. Impulso a la investigación y desarrollo de manera conjunta entre las instituciones participantes.

5.3.1. Conformación de una red de investigación interinstitucional preferentemente multidisciplinaria.

5.3.2. Proyectos en ejecución en colaboración interinstitucional y en vinculación con las empresas.

5.4. Formación de recursos humanos especializados.

5.4.1. Ejecución de un programa de estancias cortas para estudiantes.

5.4.2. Capacitación en las técnicas de micro y nanofabricación.

5.5. Plan de sostenibilidad.

5.5.1. Elaboración de un plan de sostenibilidad de la propuesta en el mediano y largo plazo en el cual se establezcan entre otros aspectos: la consolidación de la red de laboratorios, el seguimiento y cumplimiento de los compromisos de colaboración interinstitucional y de vinculación con las industrias estratégicas y sectores emergentes de la región, factores que permitan la continuidad de la formación de recursos humanos y su movilidad nacional e internacional, así como las bases de financiamiento que permitan la continuidad de la propuesta en su conjunto.

6. Productos esperados

- Creación, adecuación de infraestructura, y equipamiento de una red de laboratorios acreditados, con espacios físicos ubicados estratégicamente en las entidades federativas participantes que conforman la región, los cuales se complementarán y colaborarán para desarrollar principalmente las siguientes áreas en el proceso de fabricación de micro y nanodispositivos:
 - Litografía y procesos de fabricación en un ambiente de cuarto limpio de última generación clase 1000;
 - Diseño, evaluación eléctrica, óptica y física;
 - Empaquetamiento de dispositivos en ambiente controlado y limpio.
- La integración de una oficina de transferencia de tecnología en al menos una de las instancias participantes de la red de laboratorios.
- Una red interinstitucional preferentemente multidisciplinaria que a través de un plan de trabajo defina y ejecute actividades para fortalecer la investigación y

desarrollo en el área de nanomateriales y fabricación de micro y nanodispositivos, misma que será avalada mediante convenios.

- Proyectos en ejecución entre las instituciones participantes de las entidades federativas que conforman la región y/o en vinculación con las empresas los cuales incidan en el desarrollo de nuevos procesos y/o productos basados en nanotecnología.
- Ejecución de un programa para estudiantes mexicanos de los últimos semestres de educación media superior, licenciatura o ingeniería de áreas afines a la nanotecnología para realizar una estancia corta con algunos de los investigadores asociados a red de laboratorios de nanofabricación.
- Ejecución de un programa para la capacitación a nivel internacional del personal de la red de laboratorios de nanofabricación en el manejo y monitoreo de instalaciones de cuarto limpio así como en los procesos de nanofabricación y disposición de residuos relacionados.
- Un documento ejecutivo en el cual se defina un plan de sostenibilidad de la propuesta en el mediano y largo plazo en el cual se establezcan entre otros aspectos: la consolidación de la red de laboratorios, la competitividad de los productos y servicios en nanociencias y nanotecnología, el seguimiento y cumplimiento de los compromisos de colaboración interinstitucional y de vinculación con las industrias estratégicas y sectores emergentes de la región, factores que permitan la continuidad de la formación de recursos humanos y su movilidad nacional e internacional, así como las bases de financiamiento que permitan la continuidad de la propuesta en su conjunto.

7. Indicadores de impacto

El proponente deberá establecer en su propuesta, indicadores de impacto que sean comparables con una base de referencia (incrementos o decrementos), medibles, cuantificables, que indiquen los temas en que impactan, respecto de los productos y resultados que emanen del proyecto, mismos que puedan ser reportados y evaluados al término del mismo.

Los indicadores deberán medir entre otros, el beneficio referente a los siguientes aspectos:

- Incremento en la infraestructura y capacidad instalada de los laboratorios de fabricación de micro y nanodispositivos
- Incremento en el número de acuerdos con las empresas para la asistencia técnica y transferencia de tecnología por parte de la red de laboratorios de micro y nanofabricación.
- El incremento del portafolio de productos y servicios en el área de nanotecnología de la región noroeste.
- Incremento en el número de convenios de colaboración interinstitucional.
- Incremento en el número de instituciones participantes.
- Incremento en el número de proyectos conjuntos entre las instituciones participantes de las entidades federativas que conforman la región.
- Incremento en el número de proyectos de nanotecnología y producción de micro y nanodispositivos en atención a las necesidades y oportunidades en la región.
- Incremento en el número de estudiantes formados en los laboratorios de micro y nanofabricación.
- Incremento en el número de personal capacitado para la operación de red de laboratorios de micro y nanofabricación.

8. Tiempo de ejecución

- 36 meses

9. Aportaciones concurrentes

- El proponente debe aportar al menos el 20% de recursos concurrentes líquidos respecto al total del monto solicitado y en su caso, aprobado por el Fondo. En caso de que la aportación no pudiera realizarse por parte del proponente, la misma puede ser realizada por usuarios, usuarios potenciales, instituciones participantes u otras que tengan interés en el desarrollo del proyecto.

10. Otras consideraciones

- El proponente debe comprobar y documentar la disponibilidad suficiente de áreas propias y complementarias para la instalación y equipamiento de los laboratorios de micro y nanofabricación que incluirá un cuarto limpio de última generación clase 1000.
- El proponente deberá sustentar el carácter regional de la propuesta que presenta.
- El proponente deberá referir a los antecedentes y los esfuerzos que ya se han hecho en la región respecto del problema, necesidad u oportunidad que se aborda.
- El proponente deberá destacar el valor agregado de su propuesta para atender el problema, necesidad u oportunidad que se aborda.
- Los productos entregables de la propuesta, deberán ser al menos los establecidos en la demanda, por lo que se podrá adicionar otros que contribuyan en la mejor atención de la problemática, necesidad u oportunidad referida.
- La institución proponente deberá contar con la capacidad académica y de gestión administrativa que garantice el éxito de la propuesta, tanto en los aspectos de investigación, como en lo que se refiere a la construcción o adecuación de la infraestructura y equipamiento requeridos para cubrir la demanda.
- La institución proponente deberá contar con capacidad y personalidad jurídica para signar acuerdos, convenios, contratos o aquellas formas de relación con terceros que permitan llevar a buen término el proyecto.
- La propuesta podrá incluir la formación de recursos humanos, la realización de trabajos de tesis de licenciatura y posgrado, publicaciones en revistas reconocidas e indizadas y participación en congresos.

11. Usuarios potenciales identificados

Los gobiernos de las entidades participantes a través de las instituciones que colaboran en el proyecto, se identifican como usuarios potenciales de la demanda y comprometen aportaciones complementarias. También podrán ser instancias usuarias: las asociaciones y sociedades civiles, cámaras, cooperativas, que atiendan directamente a la solución de la problemática a resolver en los estados y municipios involucrados.

En su caso, los usuarios señalados por el proponente deberán respaldar la propuesta considerando que la presente demanda es prioritaria para el desarrollo de la región, asumiendo el compromiso de usar, transferir, asimilar y adoptar los resultados del proyecto que emanen de la demanda. Las instancias usuarias pueden aportar los recursos complementarios para la ejecución del proyecto.

Enlaces con los usuarios vigentes y potenciales:

| Entidad federativa | Nombre del enlace | Institución/Cargo | Teléfono y Correo electrónico |
|------------------------|--------------------------------|---|---|
| Baja California | Jesús Alfredo Babún Villarreal | Subsecretario de Desarrollo Económico | Tel. (686) 5581048 ext. 1577 ababun@baja.gob.mx. |
| Baja California | Raúl del Moral Simanek | Coordinador Ejecutivo, Secretaría de Desarrollo Económico | Tel. (646) 1723000 ext. 3260 rauldelmoral@cocytbc.mx |
| Sonora | Jesús Roberto Rodríguez Moreno | Secretario de Economía de Sonora | Tel. (662) 2138500 al 03 secretario@economiasonora.gob.mx |
| Sonora | Alonso Martínez Castillo | Director, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sonora | Tel. (662) 2596100 ext 6199. amartinez@economiasonora.gob.mx |

DEMANDA No. 4

1. Título de la demanda

Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas de las instituciones participantes en el desarrollo de microsistemas (MEMS) y sus aplicaciones, en vinculación con el sector público y privado de México.

2. Región(es) involucrada(s)

2.1. Entidad Federativa que encabeza la demanda

- Querétaro

2.2. Usuario solicitante

- Secretaría de Economía

2.3. Entidades federativas asociadas y usuarios asociados

| Entidad federativa | Usuarios |
|--------------------|--|
| Querétaro | Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU-QRO) |
| San Luis Potosí | Secretaría de Desarrollo Económico |
| Distrito Federal | Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES) |
| Chihuahua | Secretaría de Economía, Gobierno del Estado de Chihuahua |

3. Antecedentes

3.1. Descripción del problema, necesidad u oportunidad que se pretende atender

Durante los últimos 40 años la investigación y desarrollo de microsistemas (*Micro Electro Mechanical Systems*, MEMS) se ha realizado en varios países del mundo, en donde la electrónica se integra con estructuras mecánicas tridimensionales, para hacer posible la implementación de micro-sensores y micro-actuadores óptimos para aplicaciones científicas e industriales. En la actualidad, esta tecnología se encuentra en una etapa madura, cuyas áreas y tipos de aplicación resultan en amplios beneficios para la sociedad.

En este sentido, la importancia económica de los microsistemas se debe al vasto espectro que las aplicaciones tienen en la actividad industrial y de servicios. Por ejemplo, estos son fundamentales para la industria automotriz, aéreo-espacial, médica, biológica, energética, de electrodomésticos, telecomunicaciones y telefonía, así como en el desarrollo de la computación.

En la última década en México se ha impulsado la creación de capacidades científicas y tecnológicas en actividades encaminadas al diseño y fabricación de prototipos de microsistemas, principalmente a través de la conformación de una red por instituciones de educación y centros públicos de investigación, que a través de equipamiento, desarrollo de infraestructura y capacitación de personal, ha permitido establecer los siguientes procesos y sistemas:

- Sistemas de fabricación de mascarillas fotolitográficas
- Sistemas de alineación de mascarillas en forma semiautomática y manual
- Cuartos limpios clases 100 y 1000 para el procesamiento de dispositivos incluyendo el micromaquinado químico de silicio y depósito de películas de fotoresinas, polímeros y poli-ímidos
- Sistemas de pulido de obleas semiconductoras y dieléctricas
- Sistema de liberación de microestructuras
- Sistemas para el depósito de capas de poli-silicio y dieléctricos
- Sistemas para el maquinado de obleas de silicio por medio de plasma
- Sistemas para el depósito de diversas películas conductoras delgadas y dieléctricas
- Sistemas para el alambrado y encapsulado de prototipos

Mediante la colaboración y complementación de infraestructura, conocimiento y experiencia, las instituciones que han participado en el Programa Nacional MEMS, han logrado concretar los procesos requeridos para la fabricación de microsistemas en el país. Sin embargo, la producción se lleva a cabo bajo condiciones insuficientes tanto de equipo como de infraestructura. En estas condiciones se tiene capacidad actualmente para generar prototipos básicos y en un número muy reducido de unidades, lo cual limita su posterior escalamiento para el desarrollo de aplicaciones específicas. Además de restringir el avance en la implementación eficiente de los diversos procesos y tipos de micro-maquinado requeridos para la fabricación integrada de microsistemas.

Por lo anterior, resulta indispensable continuar y ampliar los esfuerzos de inversión para desarrollar y fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas en las instituciones participantes del programa de microsistemas, para llevar a cabo en el corto y mediano

plazo, de forma articulada y eficiente, el diseño, fabricación, encapsulado y prueba de microsistemas en atención a las necesidades del sector público y privado del país. Para ello es fundamental considerar dos aspectos: por un lado, continuar con los esfuerzos de inversión para el desarrollo y consolidación en el equipamiento de los laboratorios especializados en la fabricación de microsistemas de las instituciones participantes; y, por otro lado, equipar a nivel básico, a las instituciones no involucradas en fabricación para llevar a cabo en forma adecuada actividades de diseño, análisis, evaluación y prueba de prototipos ya terminados.

Asimismo, la viabilidad y desarrollo de los microsistemas en México depende de la interacción y colaboración de forma sistémica entre las instituciones de educación superior y los centros de investigación que permitan la formación de recursos humanos especializados, la movilidad de estudiantes, tecnólogos e investigadores, y la realización de proyectos conjuntos, así como la vinculación efectiva con los sectores productivos.

Por lo tanto, la presente demanda tiene como principal prioridad el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas en las instituciones participantes para la realización coordinada e integrada de las fases de diseño, análisis, modelado matemático, fabricación de prototipos, realización de protocolos de prueba y evaluación, así como avanzar en el proceso de encapsulado de los dispositivos. Esto permitirá mejorar las capacidades tecnológicas, así como atender mediante el desarrollo de dispositivos específicos parte de las necesidades del sector público y privado del país.

3.2. Impacto socioeconómico para la región

El fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas de las instituciones involucradas y participantes en el desarrollo de microsistemas (MEMS) y sus aplicaciones en México beneficiará a la región conformada por las entidades federativas involucradas, entre ellas se encuentran las más relevantes en manufactura para el país. Asimismo, el incremento de capacidades contribuirá en el mediano plazo a la atracción de mayores inversiones y generación de empleos, esto al disponer de las condiciones para la formación de recursos humanos especializados en este importante tema, y al establecer mecanismos de vinculación para la transferencia de tecnología con el sector público y privado.

3.3. Contribución a la Integración de la Región

Se contribuirá a la integración entre las entidades federativas que conforman la región a través de:

- Una red inter-institucional en microsistemas para el intercambio de conocimiento y complementación de capacidades científicas y tecnológicas.
- Promoción de alianzas con laboratorios e institutos de investigación internacionales.
- Formación conjunta de recursos humanos especializados entre las instituciones participantes para el impulso y desarrollo en la fabricación y aplicación de microsistemas.
- Atención a las necesidades de la industria mediante el establecimiento de una oficina de vinculación para atender las necesidades en materia de microsistemas a nivel regional y nacional.

3.4. Necesidad, relevancia o pertinencia de atender la demanda con una propuesta de investigación, desarrollo tecnológico o innovación.

La pertinencia y relevancia de la demanda está en continuar los esfuerzos por desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas para el desarrollo y producción de microsistemas en el país. Para ello es necesario contar con la infraestructura adecuada y equipamiento completo en las instituciones participantes, así como ampliar el número expertos en micro-tecnologías que contribuya al desarrollo de los sectores estratégicos productivos de alta tecnología, además de institucionalizar los vínculos entre la academia y la industria.

4. Finalidad y propósito de la demanda

4.1. Finalidad

Coadyuvar al desarrollo y fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas de las instituciones participantes para llevar a cabo, de forma articulada y eficiente, en el corto y mediano plazo, el diseño, fabricación, encapsulado, y prueba de microsistemas, en atención a las necesidades del sector público y privado del país.

4.2. Propósito

Fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas en las instituciones participantes con la formación de recursos humanos especializados, el acondicionamiento y equipamiento de los correspondientes laboratorios, la complementación y articulación de actividades mediante proyectos enfocadas a la fabricación de dispositivos, en vinculación con el sector público y privado del país.

5. Componentes y actividades de la demanda

5.1. Desarrollo de infraestructura científico-tecnológica.

5.1.1. Desarrollo y/o adecuación de infraestructura, equipamiento especializado y su puesta en punto en las instituciones participantes.

5.2. Vinculación academia-industria.

5.2.1. Establecimiento de una oficina de vinculación y transferencia de tecnología en alguna de las instituciones participantes con el propósito de facilitar y optimizar actividades e iniciativas de desarrollo conjunto en el área de microsistemas.

5.3. Formación de recursos humanos especializados

5.3.1. Conformación y ejecución de un plan de trabajo interinstitucional preferentemente multidisciplinario para la formación y movilidad de recursos humanos especializados.

5.3.2. Elaboración y ejecución de un plan de capacitación para el personal de las instituciones participantes que, entre otros aspectos, considere el uso óptimo y el resguardo adecuado del equipo especializado.

5.4. Impulso a la investigación y el desarrollo tecnológico.

5.4.1. Promoción de alianzas con laboratorios e institutos de investigación internacionales.

5.4.2. Generación y ejecución de proyectos conjuntos entre las instituciones participantes para el desarrollo de microsistemas y dispositivos específicos en atención a los requerimientos del sector público y privado del país.

5.5. Difusión y divulgación del conocimiento.

- 5.5.1. Generación y difusión de un catálogo nacional de las capacidades actuales en las instituciones del país sobre la infraestructura y personal experto por tipo de área en microsistemas.
- 5.5.2. Realización de foros, eventos de vinculación y congresos nacionales en microsistemas y áreas de aplicación.

5.6. Prospectiva y sostenibilidad.

- 5.6.1. *Establecimiento y consolidación de una estrategia que mantenga interacción constante con los sectores usuarios potenciales, y traducir sus necesidades en especificaciones y modelos a desarrollar, en el área de microsistemas.*
- 5.6.2. *Realización de un estudio para determinar a partir del análisis de diversos esquemas y escenarios la alternativa más favorable en términos técnicos y financieros para la creación en México de un centro de manufactura de microsistemas (MEMS foundry).*
- 5.6.3. *Elaboración de un plan de sostenibilidad de la propuesta en el mediano y largo plazo en el cual se identifiquen y establezcan las condiciones técnicas, financieras y de vinculación con la industria, entre otras, para la continuidad de las actividades y su consolidación en las entidades federativas participantes.*

6. Productos esperados

- Desarrollar y/o adecuar la infraestructura, equipar o complementar el equipamiento hasta su puesta en punto en las instituciones participantes del programa de microsistemas, de acuerdo a su área de especialización, para lograr un proceso integrado de fabricación y desarrollo de dispositivos.
- Ejecución de un plan de trabajo entre las instituciones participantes para la formación y movilidad de recursos humanos especializados, en particular en los campos prioritarios y/o estratégicos para el desarrollo y aplicación de los microsistemas.
- Ejecución de un plan de capacitación para el personal de las instituciones participantes que, entre otros aspectos, contemple el óptimo uso y adecuado resguardo del equipo especializado.

- Ejecutar un plan de trabajo y elaborar un informe de resultados sobre las actividades de promoción y conformación de alianzas estratégicas con al menos dos laboratorios y/o institutos de investigación internacionales que permitan a las instancias participantes del programa lograr objetivos técnicos a través del uso de capacidades tecnológicas no disponibles en el país.
- Generación de un catálogo nacional de las capacidades actuales en las instituciones del país sobre la infraestructura y personal experto por tipo de área en microsistemas, información que será identificada en un sitio web ligado a las páginas del CONACYT, para promover, difundir y avanzar en las actividades relacionadas al desarrollo de microsistemas y sus aplicaciones en México.
- Establecimiento de una oficina de vinculación y transferencia de tecnología en al menos una de las instituciones participantes, cuyo modelo de gestión permita entre otros aspectos, integrar, licenciar y/o comercializar paquetes tecnológicos, y con ello generar y lanzar nuevos negocios y/o licenciar desarrollos o tecnologías propias.
- Ejecución de proyectos conjuntos entre las instituciones participantes en los que se definan, entre otros aspectos, protocolos de interacción y colaboración, acciones de vinculación con el sector público y privado del país, y que incidan en el desarrollo de microsistemas de diversa naturaleza para su uso tanto en el sector industrial como para consolidar y ampliar la investigación tecnológica y científica de microsistemas en México.
- Realización de un congreso nacional en microsistemas y áreas de aplicación, en los cuales se incluya la participación de reconocidos expertos internacionales.
- Generación de un documento en el que se determine la factibilidad técnica y financiera para la creación en México de un centro de manufactura de microsistemas (*MEMS foundry*).
- Generación de un documento en el que se defina un plan de sostenibilidad de la propuesta en el mediano y largo plazo en el cual se identifiquen y establezcan las condiciones técnicas, financieras, de vinculación con la industria, entre otras, para la continuidad de las actividades y su consolidación en las entidades federativas participantes.

7. Indicadores de impacto

El proponente deberá establecer en su propuesta, indicadores de impacto que sean comparables con una base de referencia (incrementos o decrementos), medibles, cuantificables, que indiquen los temas en que impactan, respecto de los productos y resultados que emanen del proyecto, mismos que puedan ser reportados y evaluados al término del mismo. Entre los indicadores se deben de contemplar:

- Incremento en la infraestructura de uso compartido de ciencia y tecnología para el desarrollo de microsistemas y sus dispositivos en la región integrada por las entidades federativas participantes.
- Incremento en el número de equipos especializados disponibles y compartidos para el desarrollo de microsistemas y sus aplicaciones en la región integrada por las entidades federativas participantes.
- Incremento en el número de convenios de colaboración inter-institucional para el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas en el desarrollo y aplicación de microsistemas en atención a los requerimientos del sector público y privado del país.
- Incremento en el número de personal técnico y especializado capacitado de las instituciones participantes e integrantes del programa.
- Incremento en la formación de recursos humanos especializados en los distintos campos de aplicación y desarrollo de microsistemas.
- Incremento en la capacidad de vinculación y transferencia de tecnología por parte de las instituciones del programa de microsistemas en atención a las necesidades del sector público y privado.
- Incremento en el número de alianzas estratégicas con laboratorios o institutos de investigación internacionales.
- Incremento en el número de proyectos específicos para la fabricación y desarrollo de dispositivos con aplicación científica y/o en la industria.
- Incremento en los medios de consulta, difusión y divulgación del quehacer científico y desarrollo tecnológico aplicado de los microsistemas en México.
- Incremento en la información estratégica para el desarrollo y consolidación de las capacidades tecnológicas para la manufactura de microsistemas en el país.

- Incremento en la implementación de los primeros diseños, desarrollos y prototipos probados en el campo de microsistemas para aplicaciones específicas en los sectores público y/o privado.

8. Tiempo de ejecución

- 36 meses

9. Aportaciones concurrentes

- El proponente e instituciones participantes deberán aportar el 20%, recursos concurrentes líquidos, del total del monto solicitado o asignado para los usuarios, usuarios potenciales, instituciones participantes u otras con interés al desarrollo de proyecto. Esta contribución puede ser delineada en función de los beneficios asignados a cada institución.

10. Otras consideraciones

- El proponente, o en su caso, las instituciones participantes, deberá(n) contar con infraestructura y equipamiento inicial que permita el desarrollo e investigación en microsistemas, diseño, análisis, fabricación y prueba de microsistemas.
- La propuesta debe de promover y privilegiar enfoques participativos en la ejecución del proyecto por parte de los usuarios y beneficiarios.
- El proponente deberá referir los antecedentes y esfuerzos realizados en la región respecto a las problemáticas, necesidades y oportunidades que se abordan.
- El proponente deberá destacar el valor agregado o innovación que su propuesta expone para atender el problema, necesidad y oportunidad que se aborda.
- Los productos entregables de la propuesta deberán ser, al menos, los establecidos en la demanda, no obstante se podrán adicionar aquellos que contribuyan en la mejor atención de la problemática, necesidad y oportunidad referida.
- La institución proponente deberá contar con la capacidad técnica o académica y de gestión administrativa que garantice el éxito del proyecto, tanto en los aspectos de

investigación como en lo referente a la identificación y adecuación de la infraestructura requerida para cubrir la demanda.

- La institución proponente deberá contar con capacidad y personalidad jurídica para firmar acuerdos, convenios, contratos o aquellas formas de relación con terceros que permitan llevar a buen término el proyecto.
- La propuesta debe de incluir la formación de recursos humanos, posible realización de trabajos de tesis de licenciatura y posgrado, publicaciones en revistas reconocidas e indizadas y participación en congresos.
- El proponente deberá tener experiencia demostrable en este tipo de temática así como liderazgo tecnológico y tener logros en alguna de las áreas de investigación, docencia y transferencia de tecnología.

11. Usuarios potenciales identificados

Los gobiernos de las entidades federativas se identifican como instancias usuarias de la demanda y comprometen aportaciones complementarias. Adicionalmente podrán ser usuarios potenciales las asociaciones y sociedades civiles, cámaras y cooperativas, que atiendan directamente a la solución de la problemática a resolver o al aprovechamiento de las oportunidades presentadas, en los estados y municipios involucrados.

En su caso, los usuarios señalados por el proponente deberán respaldar la propuesta considerando que la presente demanda es prioritaria para el desarrollo de la región, asumiendo el compromiso de usar, transferir, asimilar y adoptar los resultados del proyecto que emanen de la demanda. Las instancias usuarias pueden aportar los recursos complementarios para la ejecución del proyecto.

Enlaces con las instancias usuarias y usuarios potenciales:

| Estado | Nombre del Enlace | Institución/Cargo | Teléfono/Correo electrónico |
|-----------|---|--|--|
| Querétaro | Ing. Ángel Ramírez Vázquez (Director General) | Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ) | aramirez@concyteq.edu.mx |
| | Ing. Juan Carlos Ituarte Zarsa | Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU - | jituarte@queretaro.gob.mx |

| | | | |
|------------------------|---|---|--|
| | (Subsecretario) | QRO) | info@canacintramat.com |
| | Lic. Juan Antonio Escobar Vega (Director) | Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA-QRO) | |
| San Luis Potosí | Ing. Fernando Macías Morales | Secretaría de Desarrollo Económico | fernando.macias@slp.gob.mx x |
| | Dr. Enrique Villegas Valladares, (Director) | Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT) | enrique.villegas@copocyt.gob.mx |
| DF | Ing. Juan Manuel Espinoza Aranda(Director) | Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES) - México, DF | correo@cires.org.mx Tel. (555) 387-8915 |
| | Cor. ICE Carlos VillaseñorNavarro | Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) | |
| Chihuahua | Lic. Manuel Russek Valles | Secretaría de Economía – CHIH | manuel.russek@chihuahua.com.mx |
| | M. C. Joshua H. Mendoza Jasso,(Vicepresidente) | Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA-CHIH) | joshua@has-it.com.mx bfernandez@axisco.com.mx |
| | Lic. Benito Fernández Mesta, (Presidente Consejo) | Consejo para el Desarrollo Económico de Chihuahua (CODECH) | direccion@coparmexjuarez.org |
| | Lic. Edgar Lara Enríquez, (Director General) | Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX) | |

DEMANDA No. 5

1. Título de la demanda

Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas para la identificación, desarrollo y aplicación de ingredientes y/o compuestos funcionales a partir de materias primas naturales.

2. Región(es) involucrada(s)

2.1. Entidad Federativa que encabeza la demanda

- Jalisco

2.2. Usuario solicitante

2.2.1. Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (SICT)

2.3. Entidades federativas asociadas y usuarios asociados

| Entidad | Usuario |
|-----------|--|
| Guerrero | <ul style="list-style-type: none">• Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero (COCYTIEG) |
| Michoacán | <ul style="list-style-type: none">• Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (CECTI)• Centro de Investigación para la Agroindustria de Michoacán (CIDAM) |

3. Antecedentes

3.1. Descripción del problema, necesidad u oportunidad que se pretende atender

La agroindustria en México enfrenta grandes retos para incrementar su productividad y competitividad en cada uno de los eslabones de la cadena de valor, tanto en el segmento de producción de materias primas como en lo concerniente a los aspectos de transformación y comercialización.

Entre los factores principales que afectan el desarrollo competitivo de la agroindustria mexicana se encuentra la falta de mejora productiva y de desarrollo tecnológico aplicado

por parte de los empresarios para la generación de productos diferenciados de mayor valor agregado. El rezago tecnológico a lo largo de la cadena de valor impide el aprovechamiento de las nuevas oportunidades derivadas del incremento en la demanda nacional e internacional de *productos con cualidades o características funcionales* (ej. Productos bajos en grasas pero ricos en fibra, probióticos, prebióticos, entre otros).⁶

La investigación científica y el desarrollo tecnológico han permitido innovar los métodos para aislar, absorber, proteger, liberar de manera controlada, procesar y pasteurizar a baja temperatura las sustancias bioactivas y los productos que las contienen, manteniendo una elevada calidad de sus propiedades funcionales y desarrollando de esta forma una nueva generación de productos orientados a mejorar la alimentación, nutrición y salud de la población, entre otros aspectos relevantes. Por ello, la innovación en productos funcionales ha implicado el surgimiento de legislaciones internacionales que demandan cada vez más a la industria la caracterización de las cualidades y/o beneficios a la salud que se le atribuyen a los ingredientes y/o compuestos funcionales; atributos que normalmente se declaran en las etiquetas y/o mensajes publicitarios. Esta validación se solicita a través de estudios preclínicos y clínicos sobre una base científica sólida, ofreciendo evidencias de la bioactividad declarada en los mismos.

México es considerado un mercado emergente con grandes posibilidades de incursionar con éxito en la generación de productos funcionales debido a la existencia de una gran diversidad de materia prima rica en ingredientes bioactivos de origen vegetal, animal, fúngico y microbiológico, tanto terrestre como marino, con aplicaciones prometedoras en los campos de la salud humana, la alimentación, el control biológico de plagas, aplicaciones en veterinaria, y otros. La disponibilidad de materias primas garantiza un excelente suministro para el potencial desarrollo e innovación de productos funcionales, cuyo aprovechamiento puede significar un impacto económico potencial a través de la generación de empleos directos e indirectos, la conservación y el equilibrio de los ecosistemas, y el impulso de cultivos de especies endémicas de las entidades federativas

⁶ Inicialmente el término “funcional” se ocupaba para denominar a los alimentos que proporcionaban un mayor grado de satisfacción a los consumidores tomando en cuenta los aportes a la salud que por su naturaleza tienen los alimentos, así como de aquellos que se llegaban a potenciar o al integrar nuevas funciones a los mismos.

La primera generación de productos funcionales surgió en la década de los setentas del siglo XX, que se caracterizaban por el interés del consumidor por alimentos poco procesados (ej. jugos naturales de frutas y panes integrales). La segunda generación de productos funcionales (década de los años ochenta), se enfocó a la generación de alimentos reducidos en grasas y azúcares pero ricos en fibras. A partir de los años noventa, la tercera generación ha estado delimitada por el surgimiento de alimentos que destacan sus propiedades funcionales de sus ingredientes y/o compuestos.

participantes. Además, en forma indirecta se evitaría la reconversión en el aprovechamiento de suelos ecológicamente vulnerables.

Todo lo anterior resulta en una oportunidad para la región comprendida por las entidades federativas participantes que buscan el aprovechamiento integral de sus recursos naturales, los cuales pueden ser limitados si las cualidades de los mismos no son debidamente identificados, caracterizados, validados, para la generación de aplicaciones de alto valor agregado en las áreas de salud humana, de alimentación, en el control biológico de plagas, entre otras.

Por lo anterior, la creación de infraestructura y equipamiento en la región es necesaria para llevar a cabo los protocolos que permitan identificar, caracterizar, aislar, y validar, las propiedades y/o atributos de los componentes funcionales. Esto será el factor diferenciador y dará un mayor valor agregado a los recursos naturales en cada una de las entidades participantes, reconociendo que los mercados internacionales más sofisticados demandan hoy en día este tipo de información en los productos. Por consiguiente, este aspecto se convierte en un “factor diferenciador estratégico” que se desea impulsar en la región.

3.2. Impacto socioeconómico para la región

El fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas en las instituciones participantes para el desarrollo tecnológico aplicado a la generación de ingredientes y/o compuestos funcionales impactará en el corto plazo en los siguientes aspectos:

- En el incremento en la cobertura de la infraestructura tecnológica disponible;
- En la generación de servicios especializados y asistencia técnica en la cadena productiva de la agroindustria de productos funcionales;
- En la obtención eficiente de los estándares de calidad mediante la validación de ingredientes y/o compuestos funcionales.
- Impulso al cultivo de especies, entre éstas preferentemente las endémicas, cuyos componentes funcionales sean prometedoras en la generación de aplicaciones de alto valor agregado.

En el mediano y largo plazo, se pretende incidir en la mejora en la rentabilidad de cultivos tradicionales y emergentes con potencial en la generación de productos funcionales, en la

integración y tecnificación de las cadenas productivas agroindustriales, en el desarrollo de productos diferenciados de alto valor agregado que atiendan las necesidades de alimentación, nutrición, cuidado personal y/o salud humana.

3.3. Contribución a la Integración de la Región

La colaboración entre instituciones públicas, empresas, y centros de investigación (a nivel nacional e internacional) para la generación y validación de nuevos ingredientes y/o compuestos funcionales permitirá aprovechar el conocimiento, así como mejorar la productividad y competitividad de la cadena de valor agroindustrial.

La presente demanda tiene entre objetivos contribuir a la integración de las entidades federativas participantes mediante el fortalecimiento la infraestructura científica y tecnológica, asignar apoyos para proyectos de investigación orientados a generar nuevas capacidades en ciencia, tecnología e innovación principalmente en las entidades con mayor rezago tecnológico, e impulsar la articulación entre los distintos actores de la cadena de valor agroindustrial de ingredientes y/o componentes funcionales, entre los que se identifican de forma general los siguientes:

- Sector primario. Responsables de la producción de materias primas vegetales, entre otros.
- Instituciones y organismos de gobierno estatales y federales. Responsables del fomento y apoyo para el desarrollo productivo y competitivo de la región comprendida por las entidades participantes.
- Instituciones de investigación y desarrollo tecnológico e innovación relacionadas con la biotecnología. Responsables de la generación del conocimiento y su aplicación.
- Sector secundario agroindustrial responsable de la transformación.
- Sector terciario (servicios). Las unidades económicas responsables de la comercialización del producto final.
- Sociedad. Se beneficia de los nuevos productos y sus efectos en la salud y bienestar general.

3.4. Necesidad, relevancia o pertinencia de atender la demanda con una propuesta de investigación, desarrollo tecnológico o innovación.

El crecimiento exponencial en la demanda de productos funcionales representa una gran oportunidad para el desarrollo de la región conformada por las entidades participantes.

No obstante, para ello es indispensable la inversión dirigida al fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas para la transformación de las materias primas naturales y su validación funcional, generando un entorno favorable para la colaboración entre instituciones y la vinculación con empresas, condición necesaria para el desarrollo de estrategias tecnológicas y de innovación que permitan a la región incursionar de forma rápida y diferenciada en la producción de ingredientes y/o componentes funcionales.

En este sentido, es prioritario para la región, fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas, así como generar los medios y formas de organización que promuevan la interacción entre los distintos actores, considerando la capacitación y/o formación de recursos humanos especializados, la investigación e identificación de las variables de valor, el mejoramiento de la producción y de las cualidades de la misma, la aplicación de conocimiento y tecnologías para hacer más eficientes los procesos y productos existentes, identificación de nuevos usos y/o aplicaciones, generación de nuevos mecanismos para su transformación, desarrollo de nuevos productos, su comercialización y/o explotación y el aseguramiento (validación) de la calidad y el valor de los resultados ante los consumidores finales.

4. Finalidad y propósito de la demanda

4.1. Finalidad

Contribuir al desarrollo tecnológico y la innovación de la cadena de valor agroindustrial para incursionar en la producción de ingredientes y/o componentes funcionales, de forma diferenciada, y generando mayor valor agregado en las entidades federativas participantes.

4.2. Propósito

Las entidades federativas que conforman la región generan y fortalecen sus capacidades científicas y tecnológicas, crean alternativas de alto valor agregado para el sector primario e impulsan la cadena de valor agroindustrial al implementar técnicas para la identificación, obtención, desarrollo, validación y aplicación de ingredientes o compuestos funcionales.

5. Componentes y actividades de la demanda

5.1. *Desarrollo de infraestructura científico-tecnológica.*

5.1.1. Creación, adecuación, fortalecimiento de la infraestructura, y equipamiento para la investigación y desarrollo tecnológico.

5.2. *Impulso a la investigación y desarrollo tecnológico entre las instituciones participantes*

5.2.1. Integración de un grupo de investigación preferentemente interinstitucional y multidisciplinario.

5.2.2. Ejecución de proyectos en colaboración entre las instituciones participantes y en vinculación con el sector productivo.

5.2.3. Asignación de apoyos específicos a las entidades con mayor rezago tecnológico para llevar a cabo proyectos de investigación orientados a generar nuevas capacidades en ciencia, tecnología e innovación.

5.3. Vinculación para el desarrollo tecnológico y transferencia de resultados

5.3.1. Implementación de un plan de trabajo en el cual se definan actividades conjuntas y ejecución de proyectos entre las instituciones participantes y los sectores productivos de la cadena de valor agroindustrial, así como los mecanismos para la transferencia de resultados hacia los usuarios.

5.4. *Alianzas externas.*

5.4.1. Establecimiento de alianzas para el intercambio y colaboración tecnológica con instituciones extranjeras.

5.5. *Formación de recursos humanos especializados.*

5.5.1. Incorporación en al menos un programa de posgrado existente una línea de investigación sobre innovación y biotecnología con especial énfasis en la identificación y aplicación de compuestos funcionales.

5.6. *Difusión y divulgación de la transferencia de resultados.*

5.6.1. Realización de foros o talleres de capacitación a productores, procesadores, usuarios involucrados y grupos de interés.

5.7. *Prospectiva y sostenibilidad.*

- 5.7.1. Realización de un documento en el se identifique para la región los hitos y estrategias para el desarrollo tecnológico e innovación de la cadena de valor agroindustrial en los sectores identificados de ingredientes y/o compuestos funcionales.
- 5.7.2. Elaboración de un plan de sostenibilidad de la propuesta en el mediano y largo plazo en el cual se establezcan entre otros aspectos: la consolidación de la infraestructura, el seguimiento y cumplimiento de los compromisos de colaboración interinstitucional y de vinculación con los actores de la cadena valor agroindustrial, factores que permitan la continuidad de la formación de recursos humanos y su movilidad nacional e internacional, así como las bases de financiamiento que permitan el sostenimiento de la propuesta en su conjunto.

6. **Productos esperados**

- Creación, adecuación, fortalecimiento de la infraestructura, y equipamiento en las instituciones participantes cuya implementación y esquema general de uso contribuya en general a la región en los siguientes aspectos: *a)* en la formación de recursos humanos especializados; *b)* asesoría técnica a los sectores productivos; *c)* sean capaces de ser autofinanciables. En lo particular, que incidan en la implementación de técnicas avanzadas para la identificación, obtención, desarrollo, validación y aplicación de los ingredientes y/o compuestos funcionales obtenidos de materias primas naturales disponibles en las entidades federativas que conforman la región. Teniendo a consideración los siguientes requerimientos:
 - Una planta piloto para liofilizados de ingredientes y/o compuestos funcionales.
 - El equipamiento, en una de las entidades participantes, de un laboratorio para extraer, identificar, cuantificar y validar la funcionalidad de moléculas bioactivas.
- Integración de un grupo de investigación preferentemente interinstitucional y multidisciplinario que contribuya, entre otros aspectos, al desarrollo tecnológico aplicado y la transferencia de resultados hacia los actores de la cadena de valor

agroindustrial para detonar la innovación de productos o aplicaciones de ingredientes y/o compuestos funcionales.

- Proyectos en ejecución en colaboración entre las instituciones participantes y/o en vinculación con el sector productivo para la obtención de al menos tres moléculas bioactivas extraídas de materias primas provenientes de las entidades participantes debidamente validadas a nivel preclínico en cuanto a sus propiedades. De éstas, una será seleccionada para estudios clínicos.
- Proyectos en ejecución en las entidades federativas con mayor rezago tecnológico orientados a generar nuevas capacidades en ciencia, tecnología e innovación.
- Ejecutar un plan de trabajo para la realización de proyectos conjuntos entre las instituciones participantes y los sectores productivos de la cadena de valor agroindustrial, así como los mecanismos para la transferencia de resultados hacia los mismos.
- Al menos un convenio de colaboración con una institución extranjera para la investigación y el desarrollo tecnológico en materia de alimentos funcionales y/o nutracéuticos.
- En una de las instituciones participantes con programa de posgrado incorporar al menos una línea de investigación sobre innovación y biotecnología con especial énfasis en la identificación y aplicación de compuestos funcionales.
- Realizar en las entidades federativas participantes al menos 3 (tres) talleres o eventos de capacitación a productores, procesadores, usuarios involucrados y grupos de interés, sobre el valor y la oportunidad de incorporarse a la cadena de valor de los productos funcionales y las técnicas de cultivo específicas e infraestructura desarrollada, el que se incluya opciones y/o recomendaciones de fondeo.
- Un documento en el se identifique para la región los hitos y estrategias para el desarrollo tecnológico e innovación de la cadena de valor agroindustrial en los sectores identificados de ingredientes y/o compuestos funcionales.
- Un plan de sostenibilidad de la propuesta en el mediano y largo plazo en el cual se establezcan entre otros aspectos los siguientes: la consolidación de la infraestructura, el seguimiento y cumplimiento de los compromisos de colaboración interinstitucional y de vinculación con los actores de la cadena valor agroindustrial, factores que permitan la continuidad de la formación de recursos

humanos y su movilidad nacional e internacional, así como las bases de financiamiento que permitan el sostenimiento de la propuesta en su conjunto.

7. Indicadores de impacto

El proponente deberá establecer en su propuesta, indicadores de impacto que sean comparables con una base de referencia (incrementos o decrementos), medibles, cuantificables, que indiquen los temas en que impactan, respecto de los productos y resultados que emanen del proyecto, mismos que puedan ser reportados y evaluados al término del mismo.

Los indicadores propuestos deberán considerar los siguientes temas, entre otros:

- Incremento de la infraestructura y equipamiento disponible para la investigación y desarrollo tecnológico en la región para la identificación, obtención, desarrollo, validación y aplicación de los ingredientes y/o compuestos funcionales derivados de materias primas naturales.
- Incremento en la identificación de compuestos e ingredientes bioactivos de mayor valor y comercialmente explotables en las entidades federativas participantes.
- Incremento en las actividades de investigación aplicada y transferencia de resultados a los usuarios por las instancias participantes.
- Incremento en el número de proyectos en colaboración entre las instituciones participantes y/o en vinculación con el sector productivo para la identificación y obtención de moléculas bioactivas extraídas de materias primas naturales en entidades federativas que conforman la región.
- Incremento en las actividades de intercambio y colaboración científica y tecnológica con instituciones extranjeras.
- Incremento en el número de actividades para el fortalecimiento de al menos un posgrado en las instituciones participantes.
- Incremento en el número de actividades para la difusión, divulgación y transferencia de resultados a los grupos de interés y usuarios.
- Incremento en información estratégica para el fomento regional de la cadena de valor agroindustrial en los sectores de ingredientes y/o compuestos funcionales.

8. Tiempo de ejecución

- 36 meses

9. Otras consideraciones

- El proponente debe establecer una estructura científico-tecnológica que garantice el desarrollo de nuevas tecnologías para los sectores estratégicos agroindustriales de productos y/o componentes funcionales.
- El proponente deberá sustentar el carácter regional de la propuesta que presenta.
- El proponente deberá referir a los antecedentes y los esfuerzos que ya se han hecho en la región respecto del problema, necesidad u oportunidad que se aborda.
- El proponente deberá destacar el valor agregado de su propuesta para atender el problema, necesidad u oportunidad que se aborda.
- Los productos entregables de la propuesta, deberán ser al menos los establecidos en la demanda, por lo que se podrá adicionar otros que contribuyan en la mejor atención de la problemática, necesidad u oportunidad referida.
- La institución proponente deberá contar con la capacidad académica y de gestión administrativa que garantice el éxito de la propuesta, tanto en los aspectos de investigación, como en lo que se refiere a la construcción o adecuación de la infraestructura y equipamiento requeridos para cubrir la demanda.
- La institución proponente deberá contar con capacidad y personalidad jurídica para signar acuerdos, convenios, contratos o aquellas formas de relación con terceros que permitan llevar a buen término el proyecto.
- La propuesta podrá incluir la formación de recursos humanos, la realización de trabajos de tesis de licenciatura y posgrado, publicaciones en revistas reconocidas e indizadas y participación en congresos.
- La institución proponente deberá disponer de áreas propias o mediante convenios con terceros garantizar los espacios para la construcción o adecuación para el establecimiento de la infraestructura requerida y su acceso.
- El equipo de trabajo deberá mostrar experiencia en formación de recursos humanos especializados, vinculación con el sector académico e industrial y desarrollo de

proyectos interinstitucionales.

10. Usuarios potenciales identificados

Los gobiernos de las entidades participantes a través de las instituciones que colaboran en el proyecto, se identifican como usuarios potenciales de la demanda y comprometen aportaciones complementarias. También podrán ser instancias usuarias: las asociaciones y sociedades civiles, cámaras, cooperativas, que atiendan directamente a la solución de la problemática a resolver en los estados y municipios involucrados.

En su caso, los usuarios señalados por el proponente deberán respaldar la propuesta considerando que la presente demanda es prioritaria para el desarrollo de la región, asumiendo el compromiso de usar, transferir, asimilar y adoptar los resultados del proyecto que emanen de la demanda. Las instancias usuarias pueden aportar los recursos complementarios para la ejecución del proyecto.

Enlaces con los usuarios vigentes y potenciales:

| Entidad federativa | Nombre del enlace | Institución/Cargo | Correo electrónico y Teléfono |
|--------------------|------------------------------------|--|--|
| Jalisco | Dr. Morris Schwarzblat y Katz | Director General de Ciencia y Desarrollo Tecnológico de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología. | moris.schwarzblat@jalisco.gob.mx Tel. (33) 36782000 Ext. 52074 |
| Jalisco | Dr. Héctor Eduardo Gómez Hernández | Director General del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (COECYTJAL) | hgomez@jalisco.gob.mx Tel: (33) 35856599 y 35856601 Ext. 211 y 212 |

| | | | |
|------------------|------------------------------------|--|--|
| Guerrero | M.D. Esperanza Guzmán Hernández | Directora general del Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero (COCYTIEG) | cienciaytecnologia@guerrero.gob.mx Tel: (747) 4716591 |
| Michoacán | Dra. Esther García Garibay | Directora general del Consejo Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (CECTI) | Tel: (443) 3149907 Ext. 111 |