

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

Demanda 2017-08

Desarrollo de estrategias de investigación y desarrollo tecnológico acerca de los complejos ambrosiales *Xyleborus glabratus/Raffaelea lauricola* y *Euwallacea sp./Fusarium euwallaceae* (plagas invasoras) en los bosques nacionales y en los cultivos agrícolas de alto valor comercial en México

1. Regiones Involucradas

La demanda involucra estados que pertenecen a diferentes regiones del país: Ciudad de México, Estado de México, Sonora, Chihuahua, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán y Yucatán.

1.1 Entidad Federativa que encabeza la demanda

- Veracruz

1.2 Usuarios solicitantes

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) y el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).
- Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México (APEAM A.C).

1.3 Usuarios asociados

Entidad	Usuario
Gobierno Federal	<ul style="list-style-type: none">• Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).• Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)

	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) • Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) • Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
<p>Ciudad de México Estado de México Sonora Chihuahua Jalisco Guanajuato San Luis Potosí Michoacán Yucatán</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Delegaciones estatales de la SAGARPA • Delegaciones estatales de la CONAFOR • Juntas locales de Sanidad Vegetal • Organizaciones de productores del sector agrícola

2. Antecedentes

2.1 Descripción del problema, necesidad u oportunidad

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de su *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018*, tiene el objetivo de fomentar el desarrollo científico, tecnológico y la innovación que permita el desarrollo económico sostenible en el país. Para lograr este objetivo, CONACYT diseñó el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECyT). Este fondo tiene como misión impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades en ciencia, tecnología e innovación para promover el desarrollo regional sustentable y debe ser llevada a cabo considerando los temas que son prioritarios para el país. De acuerdo con el PECiTI, algunos de esos temas son: el medio ambiente, con líneas de análisis como mitigación y adaptación al cambio climático; y desarrollo sustentable, que considera aspectos como alimentos y su producción. Por lo cual el FORDECyT puede contribuir en el desarrollo de investigaciones y fortalecimiento de las capacidades humanas en temas agrícolas-ambientales.

Con respecto a esto último, el sector agrícola está definido como un elemento estratégico para el desarrollo del país dentro del *Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018*, el cual establece que es necesario llevar a cabo acciones concretas para impulsar el campo mexicano a través del fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico que permitan reducir la vulnerabilidad respecto de los riesgos climáticos, sanitarios y de mercado. La inclusión del sector agrícola en el PND como un elemento prioritario, se debe a que México

se encuentra entre los diez principales países del mundo que producen alimentos¹. Nuestro país se encuentra situado entre la lista de naciones que más productos de campo exporta y entre los que destacan el aguacate, el jitomate, las *berries* (*frutos rojos*), y los chiles; en su conjunto, el sector agro-alimentario obtuvo un superávit de 960 millones de dólares en 2015 y de 3,249 millones de dólares en 2016².

Con relación a los problemas fitosanitarios que ponen en riesgo al sector agrícola, éstos aumentan cada día y causan grandes pérdidas económicas. Este tipo de riesgos son más peligrosos si se considera, entre otros muchos aspectos la globalización, la cual implica mayores intercambios comerciales de productos y nuevas conexiones territoriales entre los países, dando lugar a escenarios no vislumbrados tales como la dispersión acelerada de algunas plagas. Esta dispersión es a su vez acrecentada por el efecto del cambio climático, que puede favorecer el establecimiento de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas y/o en los diferentes ecosistemas naturales. Un escenario más preocupante es cuando algunos de los insectos, introducidos de forma accidental, se constituyen como vectores de microorganismos que, al interactuar en un ambiente nuevo y libre de los factores que los controlan como ocurre en su lugar de origen, se vuelven patógenos de los hospederos (i.e; plantas), a los que estos vectores atacan.

Éste es el caso de los complejos ambrosiales *Xyleborus glabratus-Raffaelea lauricola*, y *Euwallacea* sp.-*Fusarium euwallaceae*, los cuales están compuestos por un insecto vector y un hongo fitopatógeno (de aquí en adelante referidos como plagas invasoras), que en su lugar de origen no son plagas de importancia fitosanitaria. Sin embargo, desde su introducción a los Estados Unidos -presumiblemente, a través del embalaje de mercancías provenientes de Oriente-, estas plagas invasoras han afectado negativamente al sector agrícola y forestal. En lo que respecta al sector agrícola, la industria aguacatera en Estados Unidos ha sufrido cuantiosas pérdidas, debido a que este cultivo es atacado por ambas plagas. En el sector forestal, las afectaciones están relacionadas con la muerte de miles de árboles presentes en los bosques, valles ribereños y zonas conurbadas en el sureste y suroeste de los Estados Unidos. Cabe resaltar que además de la mayoría de las especies de la familia Lauraceae, muchas otras especies de amplia distribución (aproximadamente 200 especies arbóreas) son también afectadas.

Dado que ambas plagas invasoras se han dispersado en los Estados Unidos, y geográficamente están muy cercanas del territorio nacional mexicano, y teniendo en cuenta

¹ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. *Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018*. Consultado en: http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/Pot%202013/Sitio/Programa_sectorial_SAGARPA_2013-2018.pdf

² *Atlas Agroalimentario 2016*. Primera Edición 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016

las potenciales afectaciones en caso de su introducción, la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) ha implementado en México el *Programa de Vigilancia Epidemiológica (PVE)* con el fin de evitar la introducción, la dispersión y el establecimiento de ambas plagas en el país. A pesar de los esfuerzos realizados, el PVE ya detectó por vez primera un espécimen del escarabajo barrenador polífago *Euwallacea* nr. *fornicatus* en una trampa establecida para el monitoreo en el municipio de Tijuana, Baja California, a 200 m de la frontera con los Estados Unidos³. El escarabajo barrenador *Euwallacea* sp. y su hongo simbionte *Fusarium euwallaceae* son considerados una plaga reglamentada (cuarentenaria), restringida a la zona de Tijuana.

En lo que respecta a *Xyleborus glabratus-Raffaelea lauricola*, no existen, a la fecha, reportes que indiquen su presencia en territorio nacional. Sin embargo, este complejo ambrosial se ha distribuido a lo largo de la costa de Florida y los últimos reportes indican su presencia en el estado de Texas⁴. Por lo cual, dada su cercanía, las autoridades fitosanitarias mantienen un constante estado de alerta.

Aun cuando el aguacate es sin lugar a duda, una de las especies comercialmente más importante para México (Figura 1B), otras especies de importancia agrícola como son el mango, algunos cítricos, el cacao, la granada, la guayaba, el litchi y la nuez de macadamia están también amenazadas por la plaga *Euwallacea* sp.-*Fusarium euwallaceae* (Figura 1A). En este sentido, regiones con biodiversidad agrícola que no tienen necesariamente volúmenes altos de producción, pero que están cercanas a puertos (principal fuente de introducción de estas plagas), con un gran movimiento comercial de mercancías hacia el interior del país, y que cuentan con condiciones ecológicas (i.e., climas, suelos, especies de plantas, etc.) diversas, se convierten en zonas de alto riesgo para la entrada y establecimiento de estas plagas. Particularmente, Veracruz⁵ es un estado que presenta todas las condiciones para introducir, albergar y dispersar cualquiera de estas plagas invasoras, ya que: 1) produce diversos productos agrícolas entre los que se encuentran cítricos, aguacate, mango, cacao, café, nuez de macadamia, litchi y guayaba, entre muchos otros, 2) ocupa el 3er. lugar de biodiversidad a nivel nacional, además de ser uno de los más biodiversos en especies de lauráceas, 3) cuenta con casi todos los climas descritos en el país (más de 40 tipos) y con un amplio intervalo de altitudes (0 a 5000 msnm), 4) posee 80 espacios naturales protegidos, de los cuales 12 son considerados áreas prioritarias de

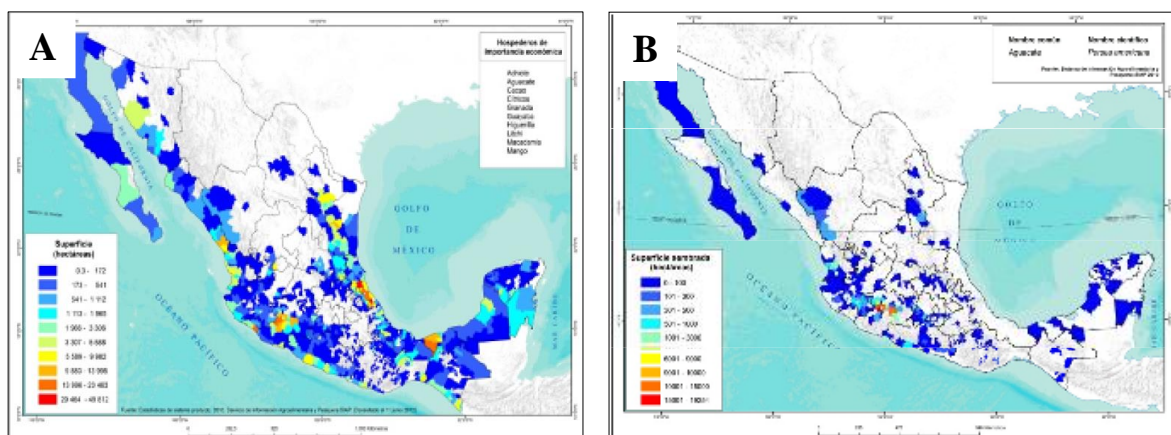
³ García-Avila C, Trujillo-Arriaga FJ, López-Buenfil JA, González-Gómez R, Carrillo D et al. 2016. "First report of *Euwallacea* nr. *fornicatus* (Coleoptera:Curculionidae) in Mexico." *Florida Entomologist*. 99 (3): 555-556.

⁴ Menard RD, Clarke SR, Fraedrich SW, Harrington TC, 2016. "First report of laurel wilt, caused by *Raffaelea lauricola*, on redbay (*Persea borbonia*) in Texas." *Plant disease*, 100 (7), p. 1502.

⁵ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

conservación, 5) tiene 16 de los 25 grupos de suelo propuestos por la FAO y, 6) posee un puerto de altura que mueve alrededor de 17'858,459 toneladas de productos importados.

Figura 1. Mapa de los Estados Unidos Mexicanos mostrando **(A)** La distribución de las especies de importancia agrícola hospedantes del complejo *Euwallacea* sp. – *Fusarium euwallaceae*. **(B)** Los principales estados productores de aguacate en México.



Fuente: Elaborados por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF; 2012) y tomadas de las fichas técnicas elaboradas por las autoridades fitosanitarias correspondientes (SAGARPA-SENASICA-DGSV-CNRF) para cada uno de los escarabajos ambrosiales.

Las plagas ambrosiales *Xyleborus glabratus-Raffaelea lauricola* y *Euwallacea* sp.-*Fusarium euwallaceae* representa un reto de gran magnitud, por lo que la propuesta deberá ofrecer potenciales soluciones de base científico-tecnológica tanto al sector agrícola, como al forestal. Se espera que el proyecto a desarrollar sea incluyente y refleje la vinculación de todos sus actores: el sector productivo, la academia y las instancias gubernamentales correspondientes. Es un requisito indispensable que el sector académico esté representado por Centros Públicos, Universidades y otros Centros de Investigación de origen Nacional. Es deseable que se involucre también a instituciones extranjeras que puedan contribuir al óptimo desarrollo de la propuesta y, a llevar a buen término cada uno de los objetivos que sean planteados.

2.2 Impacto socioeconómico para la región

Las propuestas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación deben estar alineadas con el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, por lo que las actividades desarrolladas estarán encaminadas a impulsar la sustentabilidad y el desarrollo económico del sector

agrícola y forestal del país. En específico, las iniciativas derivadas de la presente Demanda deben promover acciones para salvaguardar y minimizar los riesgos en la producción del sector agrícola, atender las problemáticas de los ecosistemas forestales y, definir estrategias para evitar el deterioro del capital natural, sus riquezas y productos, así como la incorporación de potenciales mecanismos de prevención, diagnóstico, control y reparación del daño de las enfermedades transmitidas por las plagas invasoras.

Así, con los productos derivados de la presente Demanda se pretende que se beneficie a aquellos estados que puedan ser corredores naturales, alberguen biodiversidad importante para la nación o posean áreas agrícolas y forestales vulnerables. Se pretende salvaguardar al menos 27 entidades federativas donde se cultiva el aguacate, producto que representa una gran industria⁶ (Figura 1B). Entre estos estados Veracruz, además, cuenta con un total de 4,907 especies y es el estado con mayor diversidad de angiospermas (incluyendo especies maderables), seguido de Chiapas, Oaxaca y Jalisco con un total de 3833; 3388 y 2752 especies, respectivamente. En cuanto a selvas húmedas, los estados con mayor superficie de vegetación primaria y secundaria son Chiapas y Yucatán; respecto a selvas sub-húmedas: Sonora y Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Tamaulipas y Estado de México; mientras tanto, los estados con mayor superficie de bosques templados son Sonora y Sinaloa, Oaxaca, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Chiapas, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Chihuahua y Durango⁷. Cabe destacar que el sector forestal a nivel nacional registró un valor de producción de 39,129 millones de pesos en el 2015, mostrando un incremento constante anual medio de 2,75% desde el 2011 hasta 2015⁸. En lo que respecta a la producción de frutales susceptibles como el mango, el cacao, la guayaba, el litchi y la nuez de macadamia, abarcan una superficie de 279,188.26 ha, produciendo un total de 2'118,919.61 toneladas de producto valorada en 8'139,489 miles de pesos⁹. Algunos de estos productos, como el mango, el cacao y la guayaba, producen un ingreso de 358'491,600 dólares anuales al país por la exportación de estos productos¹⁰. Así entonces, el establecimiento y la dispersión de estas plagas invasoras causaría un relevante impacto económico.

⁶ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2016. "Nota informativa: Impacto de los escarabajos ambrosiales en la sanidad del aguacate". Fecha de publicación 20 enero (<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC0035-20.aspx>).

⁷ Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. "Estado del conocimiento de la biota", en *Capital Natural de México, Vol. 1. Conocimiento actual de la biodiversidad*, CONABIO, México, pp. 283-322.

⁸ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2016. *Anuario estadístico de la producción forestal 2015*. Primera edición https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/181383/ANUARIO_FORESTAL_2015.pdf

⁹ SIAP 2016. *Atlas Agroalimentario 2016*.

¹⁰ *Ibidem*.

Finalmente, es pertinente que la propuesta impulse la investigación dentro de las Ciencias Económicas acerca del impacto de las plagas invasoras, además de fomentar la protección intelectual de los desarrollos e innovaciones tecnológicas derivadas del proyecto.

2.3 Contribución a la integración de la región

Debido al gran riesgo a nivel nacional que representan para el sector agrícola y los ecosistemas forestales las enfermedades transmitidas por las plagas invasoras, las propuestas deberán establecer estrategias que contribuyan a la integración de las regiones mediante la vinculación entre el sector productivo, las universidades, institutos y centros públicos de investigación de las entidades federativas participantes. Estas entidades deberán impulsar la realización de proyectos conjuntos y con un enfoque multidisciplinario, los cuales permitan definir soluciones a los problemas de interés multi-regional y/o nacional, así como la complementación y optimización de la infraestructura tecnológica disponible, la capacitación y formación de recursos humanos altamente especializados, y la generación y transferencia de conocimiento entre los grupos de investigación.

2.4 Necesidad, relevancia o pertinencia del proyecto

Ante los grandes riesgos que implican la presencia de las plagas invasoras para el sector agrícola y forestal del país, resulta pertinente y prioritario que la propuesta articule y conjunte los esfuerzos entre las instituciones de investigación y el sector productivo. Estos actores deberán promover el desarrollo de investigación de frontera y permitir la transferencia de conocimientos e innovación que contribuyan al manejo integral de las enfermedades transmitidas por este tipo de plagas. Asimismo, se espera que la propuesta genere una alianza estratégica intersectorial con enlaces formales de trabajo multidisciplinario e inter-institucional.

3. Finalidad, propósito y objetivo general

3.1 Finalidad

Consolidar las estrategias de los grupos multidisciplinarios de investigación, la colaboración interinstitucional y la vinculación con el sector productivo para el manejo integral de las plagas invasoras y las enfermedades causadas por las mismas en los cultivos agrícolas de alto valor comercial y los ecosistemas forestales del país.

3.2 Propósito

Impulsar el diseño e implementación de potenciales soluciones basadas en la generación de conocimiento científico y tecnológico de frontera, con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional entre las universidades, los centros públicos e institutos de investigación en las entidades federativas participantes, y cuyas fortalezas particulares permitan crear sinergias que contribuyan al manejo integral de las plagas invasoras y/o las enfermedades causadas por las mismas en los cultivos agrícolas de alto valor comercial y los ecosistemas forestales.

3.3 Objetivo General

Generar conocimiento científico y tecnológico de frontera mediante estudios multidisciplinarios para el desarrollo de estrategias de diagnóstico, prevención, mitigación y reparación del daño ocasionado por los complejos ambrosiales *Xyleborus glabratus/Raffalea lauricola* y *Euwallacea sp./Fusarium euwallaceae* que afectan a los cultivos de alto valor comercial y forestal para México. Asimismo, generar vínculos de colaboración entre instituciones y entidades del sector público y privado que permitan potenciar la atención de este tipo de amenazas fitosanitarias.

Lo anterior será logrado mediante la implementación de estrategias focalizadas en los siguientes aspectos:

- Prevención y diagnóstico de la enfermedad (modelos predictivos, diagnósticos moleculares y de imagenología).
- Generación de agentes de control (químicos, biológicos y nanotecnológicos) basados en estudios bioprospectivos y que integren el uso de disciplinas ómicas (metagenómica, transcriptómica, proteómica y metabolómica).
- El desarrollo de metodologías para la reparación del daño (estrategias de propagación masiva de especies vegetales en riesgo y/o con alto valor para la nación).
- Fomentar la transferencia de tecnología y la vinculación de los sectores demandantes, público y privado, con el sector científico-tecnológico para coadyuvar con esfuerzos en la búsqueda de soluciones de problemas fitosanitarios.

4. Modalidades y objetivos específicos para atención de la Demanda

4.1 Objetivos y modalidades

Objetivo específico	Modalidad
<p>I. Realización de un estudio demográfico de los vectores secundarios nativos en México en relación con el cambio climático.</p> <p>II. Investigación sobre estrategias potenciales de diagnóstico: predicción de proteínas y metabolitos secundarios con propiedades antigénicas y/o con utilidad potencial en el diagnóstico de la enfermedad.</p> <p>III. Caracterización de las moléculas con actividad insecticida contra los escarabajos ambrosiales y con actividad anti-fúngica contra los hongos ambrosiales.</p> <p>IV. Investigación de la microbiota asociada a los complejos ambrosiales a través de estudios metagenómicos.</p> <p>V. Análisis de moléculas volátiles para su potencial uso como atrayentes o repelentes de las plagas invasoras.</p> <p>VI. Aplicación de las ciencias ómicas para la identificación de componentes implicados en los mecanismos fisiológicos y moleculares que modulan las interacciones durante el proceso de infección y/o desarrollo de las enfermedades causadas por las plagas invasoras.</p> <p>VII. Aplicación de las ciencias ómicas para la identificación de los factores de virulencia de los hongos altamente patógenos (<i>Raffaelea lauricola</i> y <i>Fusarium euwallaceae</i>).</p> <p>VIII. Diseño y desarrollo de técnicas para la propagación <i>in vitro</i>, de especies de alto valor comercial y posibles especies hospedantes de las plagas invasoras.</p> <p>IX. Identificación de microorganismos (bacterias y hongos) con actividades antifúngicas para su uso potencial en el control biológico de las plagas invasoras.</p> <p>X. Identificación de productos naturales (extractos, fracciones y/o compuestos puros) de especies selectas de la flora nacional presentes en al menos dos diferentes ecosistemas del país (i.e. selva baja, selva alta, bosque templado, bosque mesófilo, zona de desierto, etc.) para su uso potencial como agentes antifúngicos.</p>	<p>I. Investigación científica y tecnológica, básica y aplicada</p>
<p>I. Generación de nuevos métodos y desarrollo de productos con operatividad al menos a nivel laboratorio</p>	

<p>desde un enfoque multidisciplinario para la implementación de estrategias de prevención, diagnóstico, control y reparación del daño inducido por las plagas invasoras en hospederos susceptibles.</p> <p>II. Generación de fungicidas basados en nanotecnología y la evaluación de su eficacia al menos a nivel laboratorio.</p> <p>III. Estudios para la síntesis de un insecticida de liberación controlada y su eficiencia a nivel laboratorio.</p>	<p>II. Desarrollo tecnológico e innovación</p>
<p>I. Formación de recursos humanos especializados mediante el desarrollo de trabajos de investigación y/o tesis.</p> <p>II. Formación de especialistas técnicos en las distintas áreas del conocimiento incluyendo a las ciencias ómicas, tales como proteómica, genómica y transcriptómica, para el estudio de la prevención, diagnóstico, control y reparación del daño inducido por las plagas invasoras en hospederos susceptibles.</p> <p>III. Actualización y/o capacitación de los grupos especialistas en las instituciones participantes para trabajar de manera multidisciplinaria para la búsqueda de soluciones ante los retos emergentes, con énfasis en problemas fitosanitarios.</p> <p>IV. Fortalecimiento del grupo de especialistas de las instituciones participantes en el uso y aplicación del equipo de última generación para el estudio de su identificación molecular, morfología y química analítica del vector plaga y hongo patógeno para una rápida identificación mediante el uso de herramientas de última generación.</p> <p>V. Capacitación del personal técnico de las instituciones participantes en el manejo de herramientas computacionales y validación de metodologías que ayuden a optimizar el análisis de la información generada.</p> <p>VI. Implementación de modelos de aprendizaje entre las instituciones participantes mediante el uso de herramientas científicas de última generación para el estudio de problemas fitosanitarios.</p>	<p>III. Formación de capital humano especializado</p>
<p>I. Creación de un modelo de clúster científico-tecnológico el cual incorpore al menos 15 instituciones participantes a través de alianzas estratégicas para el impulso de la investigación multidisciplinaria, el fomento al intercambio</p>	

<p>y la movilidad del personal altamente calificado entre las instituciones participantes, el fortalecimiento de las líneas de investigación y desarrollo tecnológico, así como la complementación y uso de la infraestructura científica.</p> <p>II. Adecuación y/o equipamiento para la implementación de sistemas de virtualización y almacenamiento de la información científica y tecnológica derivada de la investigación y desarrollos de las instituciones participantes.</p>	<p>IV. Creación y fortalecimiento de infraestructura científica y tecnológica</p>
<p>I. Realización de talleres o eventos para la difusión y divulgación de los resultados para las instituciones usuarias y sectores interesados.</p> <p>II. Generación de protocolos estandarizados como potencial soporte para el diseño de estrategias públicas en el manejo de las plagas invasoras.</p> <p>III. Publicación de artículos científicos y de divulgación en temas de las diferentes áreas científicas involucradas.</p>	<p>V. Planeación, difusión y divulgación</p>
<p>I. Identificación de las principales problemáticas de interés para el sector agrícola y mejora de productos agroquímicos, tales como insecticidas, fungicidas, repelentes y/o atrayentes requeridos por los sectores involucrados (sector productivo e instancias gubernamentales responsables de la elaboración de planes de contingencia, control y erradicación de plagas consideradas problemas fitosanitarios de importancia nacional) generando conocimiento científico y tecnológico a través de la formación de capital humano.</p> <p>II. Definición de proyectos estratégicos nacionales en el área de fitosanidad, en colaboración con el sector productivo, las instituciones de educación superior, institutos y centros de investigación e instancias gubernamentales distribuidas a lo largo del territorio nacional.</p> <p>III. Aplicación de esquemas de transferencia tecnológica entre el sector académico y la industria para la generación de nuevos productos, desarrollo/mejora de procesos y servicios de alto valor estratégico para el impulso económico del país.</p> <p>IV. Fomentar la vinculación entre los miembros del sector académico que permita la difusión, la generación de</p>	<p>VI. Colaboración</p>

propuestas de investigación la toma de decisiones y la transferencia tecnológica del clúster.	
---	--

5. Productos esperados

Los productos generados a partir de la presente Demanda deberán cubrir al menos los siguientes aspectos relacionados con el manejo de las plagas invasoras: a) prevención, b) diagnóstico y c) control. Demostrando el uso de multidisciplinas y la tecnología de frontera.

1. Estudios demográficos de los potenciales vectores secundarios nativos en México de los hongos asociados a las dos plagas ambrosiales, para identificar las zonas de mayor riesgo y susceptibilidad al establecimiento y dispersión de las plagas invasoras.
2. Estudio(s) sobre estrategia(s) de diagnóstico potenciales para los complejos ambrosiales y/o de la enfermedad.
3. Estudio(s) enfocados en la síntesis y caracterización de moléculas con actividad insecticida contra los escarabajos ambrosiales y con actividad antifúngica contra los hongos ambrosiales.
4. Estudio de la microbiota asociada a los complejos ambrosiales.
5. Reporte de la caracterización de moléculas volátiles para su potencial uso como atrayentes/repelentes de las plagas ambrosiales.
6. Estudio(s) basado(s) en las ciencias ómicas para identificar los mecanismos moleculares que modulan las interacciones durante el proceso de infección y/o desarrollo de las enfermedades causadas por las plagas invasoras.
7. Estudio(s) basado(s) en las ciencias ómicas para identificar factores de virulencia de los hongos patogénicos *Raffaelea lauricola* y *Fusarium euwallaceae*.
8. Diseñar estrategias metodológicas de frontera encaminadas a solventar la limitante de la maduración de los embriones somáticos del aguacate y su conversión a plántulas.
9. Desarrollo de productos basados en nanotecnología con actividad antifúngica evaluada al menos a nivel laboratorio.
10. Estudio(s) basado(s) en la búsqueda de productos naturales (extractos crudos, fracciones y/o compuestos puros) de especies vegetales selectas con propiedades antifúngicas de la flora nacional presentes en al menos dos diferentes ecosistemas del país.
11. Búsqueda de microorganismos (bacterias y hongos) con actividades antifúngicas para su potencial uso en control biológico.

12. Síntesis de al menos un insecticida de liberación controlada y su eficacia evaluada a nivel laboratorio para las plagas invasoras.
13. Formación de recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado en áreas científicas de vanguardia mediante el desarrollo de trabajos de investigación y/o tesis.
14. Formación de especialistas en las diferentes áreas de la investigación científica y tecnológica que permita una mejor contribución al diagnóstico, prevención, control y reparación del daño.
15. Realización de seminarios encaminados a la multidisciplinaria que ayuden a identificar las conexiones entre las áreas de investigación.
16. Cursos de capacitación a diferentes instancias del sector académico, productivo y gubernamental para fortalecer sus capacidades en el manejo de problemas fitosanitarios.
17. Cursos de capacitación y/o actualización del Estado del Arte a través de simposios académicos entre las instituciones participantes.
18. Desarrollo de un modelo de Clúster Científico-Tecnológico que involucre la participación de al menos 15 centros y/o institutos de investigación y desarrollo tecnológico del país, con los cuales se establezcan convenios de colaboración para el impulso de la investigación multidisciplinaria, el fomento al intercambio y la movilidad del personal altamente calificado entre las instituciones participantes, el fortalecimiento de las líneas de investigación y desarrollo tecnológico, así como la complementación y uso de la infraestructura científica.
19. Alojamiento e implementación de una plataforma informática que almacene, mantenga y preserve la información científica y tecnológica que se derive del proyecto.
20. Realización de eventos para la difusión y divulgación de los resultados a las instancias usuarias y sectores productivos de las regiones involucradas.
21. Desarrollo de propuestas de protocolos para estandarizar el manejo integrado para el control de las plagas invasoras.
22. Publicación de al menos tres artículos científicos y tres de divulgación derivados de las distintas disciplinas científicas involucradas.
23. Cartera de proyectos estratégicos nacionales en el área de complejos ambrosiales, en colaboración con el sector productivo, las instituciones de educación superior, institutos y centros de investigación, así como las dependencias gubernamentales distribuidas a lo largo país.
24. Al menos tres solicitudes de patente ante el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial).

6. Indicadores de resultado y de impacto

Deberán considerarse al menos los siguientes indicadores:

- Número de recursos humanos formados a nivel de licenciatura y posgrado en áreas científicas de vanguardia.
- Número de publicaciones obtenidas en revistas especializadas y de difusión.
- Número de productos desarrollados enfocados a la prevención, diagnóstico, mitigación y reparación del daño provocado por los hongos patógenos y/o los insectos.
- Número de actividades de divulgación, difusión, transferencia tecnológica y vinculación (talleres, cursos, congresos, etc.) con los sectores demandantes y con el sector científico-tecnológico para coadyuvar esfuerzos en la búsqueda de soluciones de problemas fitosanitarios.
- Número de solicitudes de patentes y/o modelos de utilidad enviados al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

7. Tiempo de ejecución

- El desarrollo del proyecto no deberá exceder los 36 meses.

8. Consideraciones particulares

- El proponente deberá sustentar el carácter multi-regional de la propuesta que presenta.
- El proponente deberá referir los antecedentes y sustentar esfuerzos previamente realizados respecto del problema, necesidad u oportunidad que se aborda.
- La propuesta deberá vincular el trabajo multidisciplinario de al menos 15 instituciones nacionales e internacionales que se consideren clave para el óptimo desarrollo del mismo.
- La institución proponente deberá contar con la capacidad académica y administrativa que garantice el éxito del proyecto, tanto en los aspectos de investigación como en lo relacionado a la infraestructura y el equipamiento de vanguardia entendiéndose este último como tecnologías de punta y de última generación que puedan ser puesta al servicio de las instituciones participantes y que garantice con ello la optimización de la inversión.
- 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 deberá contemplar la cooperación multidisciplinaria, con planteamientos concretos que deriven en una aproximación hacia la solución del problema. Deberá vislumbrar un panorama multi-regional y fomentar la vinculación entre el sector productivo, las Instituciones de Educación Superior, Institutos y Centros de Investigación, Universidades Nacionales e Internacionales junto con el sector productivo y gubernamental correspondiente.
- La institución proponente deberá contar en el seno de sus instalaciones con espacios adecuados que permitan el flujo constante del capital humano que participará de la propuesta. Lo anterior a efecto de que las estancias de trabajo que se realicen en el seno de dicha institución por parte de investigadores, representantes de las instancias gubernamentales y representantes del sector productivo, cuente con la infraestructura que permitan el trabajo colectivo de todos los actores.
- El proponente deberá contar con oficinas de transferencia de conocimiento, vinculación o bien acuerdos firmados con dependencias u organizaciones que permitan garantizar el lograr la oportuna transferencia y la protección de la propiedad intelectual que deriven del proyecto.

9. Datos de contacto de los usuarios

Los usuarios 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 emane de la Demanda. Las instancias usuarias pueden ser aportantes de recursos complementarios para el proyecto.

Nombre del enlace	Dependencia	Cargo	Correo electrónico y teléfono
José Armando López Orduña	Asociación de Productores y Empacadores Exportadores de Aguacate de México	Director General	direccion@apeamac.com
Abel Plascencia González	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	Gerente de Sanidad	abel.plascencia@conafor.gob.mx

Dr. José Abel López Buenfil	Dirección General de Sanidad Vegetal / SENASICA	Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria	abel.lopez@sensaica.gob.mx
--------------------------------	--	--	--