

ISSN: 2594-0937

Debates sobre Innovación

Número 1, Volumen 8
Ene-Mar de 2022



Memorias 4to Coloquio de estudiantes de posgrado sobre
Gestión y Políticas de CTI

Comité editorial

Gabriela Dutrénit
José Miguel Natera
Arturo Torres
José Luis Sampedro
Diana Suárez
Marcelo Mattos
Carlos Bianchi
Jeffrey Orozco
João M. Hausmann
Matías F. Milia

REVISTA ELECTRÓNICA
TRIMESTRAL



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS FOR LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN. Volumen. 8 Número. 1. Enero - Marzo 2022. Es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Producción Económica. Prolongación Canal de Miramontes 3855, colonia Ex-Hacienda San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14387, México, Ciudad de México y Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Teléfonos 5554837200, ext.7279. Página electrónica de la revista <http://economiaeinnovacionuamx.org/secciones/debates-sobre-innovacion> y dirección electrónica: megct@correo.xoc.uam.mx Editor Responsable: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous, Profesora-Investigadora del Departamento de Producción Económica. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título No. 04-2017-121412220100-203, ISSN 2594-0937, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Gabriela Dutrénit Bielous, Departamento de Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Alc. Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Fecha de última modificación: 15 de mayo de 2022. Tamaño del archivo: 13.6 MB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Desarrollo de capacidades tecnológicas para impulsar la innovación en el sector agrícola de México: El caso del Clúster Científico y Tecnológico BioMimic

José Díaz Reyes

UAM-X, Estudiante del doctorado en Ciencias Sociales, Área de concentración Economía, Gestión y Política de Innovación, México

pepe.diaz.reyes@gmail.com

Resumen

El presente documento tiene como objetivo principal presentar los avances logrados durante el primer año del doctorado en la delimitación del protocolo de investigación, en el cual analizará en general cómo las redes interorganizacionales de investigación y desarrollo (RII+D), intercambian, crean, transfieren e integran conocimientos, para generar soluciones a problemas de interés público. Para ello, se ha propuesto el estudio de caso de la RII+D integrada por el Clúster Científico y Tecnológico BioMimic (clúster BioMimic) del Instituto de Ecología (INECOL), el cual ha conformado una red con distintos centros e institutos de investigación, universidades, organismos públicos responsables de la vigilancia fitosanitaria y agrupaciones de productores, para generar nuevos conocimientos y desarrollar tecnologías dirigidas a la prevención, control y remediación, por el potencial daño que puede llegar a representar la propagación de plagas invasoras. Con la evidencia empírica se pretende contrastar las consideraciones teóricas sobre la eficiencia en las redes relacionadas con la combinación de estrategias en la gestión del conocimiento interorganizacional y la forma de gobernanza.

1. Introducción

En las últimas tres décadas la generación de conocimiento y su aplicación para la solución de problemáticas económicas, ambientales y sociales, lo ha vuelto el elemento estratégico para trazar la vía hacia el desarrollo en la mayor parte de los países en el mundo. Sin embargo, el proceso de producción de nuevo conocimiento demanda cada vez más la participación de un número creciente de organizaciones especializadas. Por medio de la estructura en red, las organizaciones en sectores intensivos en investigación y desarrollo, pueden lograr de forma conjunta la generación de nuevos conocimientos a través de la estrecha interacción y coordinación (Powell *et al.*, 1996). Con una interacción intensa y frecuente entre los actores, existe un gran potencial para combinar conocimientos tanto tácitos como codificados y, cuando se combina con la diversidad, existe una mayor probabilidad de soluciones de investigación radicales” (Hage y Hollingsworth, 2000: p. 985).

En México, las universidades, institutos y centros públicos de investigación, son los actores más relevantes en la producción de conocimiento y transferencia de tecnología hacia los sectores productivos, públicos y sociales (Casalet y Casas, 1998; Dutrénit *et al.*, 2010; Cabrero *et al.*, 2012). En particular, los centros públicos de investigación desempeñan una función central como articuladores o miembros de las redes de innovación (Díaz, 2011).

En este sentido, los estudios sobre las redes se han concentrado en mayor medida en analizar su papel e implicaciones en los sistemas regionales o locales de innovación (Casas, 2009; Stezano, 2011; Díaz, 2011). Por lo que se identifica un ámbito no examinado respecto a los factores que inciden en la conformación de las RII+D (ex ante) y su incidencia en el desempeño

en la generación, transferencia e integración de nuevos conocimientos. Por tal razón, se propone analizar desde las perspectivas de la gestión del conocimiento interorganizacional y la gobernanza en redes, el caso de la RII+D conformada por el clúster BioMimic del Instituto de Ecología y diversos centros e institutos de investigación, universidades, organismos públicos y agrupaciones de productores, para generar nuevos conocimientos y desarrollar tecnologías dirigidas a la prevención, control y remediación, por el potencial daño que puede llegar a representar la propagación de los complejos ambrosiales (el escarabajo barrenador polífago y el escarabajo ambrosia de laurel rojo) los cuales ocasionan la enfermedad de marchitez entre diversas especies forestales y cultivos agrícolas de amplia producción en el territorio.

Asimismo, el caso de estudio es relevante en materia de sanidad vegetal pública, porque en la actualidad no se ha desarrollado un mecanismo de control eficaz que no implique la tala y quema de los árboles y plantaciones afectadas por los complejos ambrosiales. Por lo cual, el esquema de asociación entre múltiples organizaciones liderado por el clúster BioMimic, puede significar una forma eficaz para colaborar y generar soluciones científicas y tecnológicas, que contribuyan al fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas del sistema público de sanidad vegetal y, con ello, minimizar los impactos económicos, sociales y ambientales, de los complejos ambrosiales.

En este sentido, el objetivo del proyecto de investigación es analizar cómo las redes interorganizacionales dirigidas a la solución de problemas de interés público, intercambian, crean transfieren e integran conocimientos. Es probable que la forma en que se establece el tipo de asociación entre las organizaciones influyan en el intercambio, creación, y explotación del conocimiento. Esto es, en algunos casos las organizaciones pueden decidir adoptar una estrategia consistente en la complementación, acceso e intercambio de conocimiento, lo que resulta en nuevos productos al combinar el conocimiento existente entre las organizaciones (Salvetat *et al.*, 2013); en otros casos, la colaboración entre las organizaciones puede llevar a mayores niveles de intercambio que impliquen la transferencia, el co-desarrollo y co-pilotaje (Mowery *et al.*, 1996; Salvat *et al.*, 2013). Al mismo tiempo, se explora el tipo de gobernanza que permite al clúster BioMimic y sus asociados, llevar a cabo esfuerzos coordinados en la generación y protección de las soluciones científicas y tecnológicas.

Por lo cual, se formula las siguientes pregunta central de la investigación:

- ¿Cómo las redes interorganizacionales de investigación y desarrollo, intercambian, crean, transfieren e integran conocimientos, para generar soluciones a problemas de interés público?

Como pregunta secundaria, para desarrollar la propuesta de investigación se propone:

- ¿Cómo la combinación de estrategias en la gestión del conocimiento y el tipo de gobernanza establecida entre las organizaciones participantes en el clúster BioMimic influyen en la generación de soluciones científicas y tecnológicas?

Para ello se definen los siguientes objetivos particulares:

- Explorar los factores que influyen en la selección de las organizaciones por parte del clúster BioMimic y analizar el papel que desempeñan en el desarrollo de soluciones científicas y tecnológicas.

- Examinar cómo inciden los mecanismos formales e informales de propiedad intelectual en las relaciones de intercambio y transferencia de conocimientos entre las organizaciones participantes del clúster BioMimic.

- Analizar el efecto de la combinación de estrategias de gestión del conocimiento y la forma de gobernanza establecida por los participantes del clúster BioMimic, en la obtención de soluciones científicas y tecnológicas.

El diseño de investigación es fundamentalmente del tipo cualitativo. Con base en Yin (2003) la estrategia de investigación que se adoptará es el estudio de caso exploratorio, debido a que permite indagar los fenómenos de interés en su contexto real y complejidad. Cuando existen múltiples variables de interés, facilita operativamente tratar su análisis mediante diversas fuentes de información, con los que se puede refutar o validar las planteamientos centrales de la investigación. Se asume como la unidad de observación la RII+D coordinada por el clúster BioMimic, y la unidad de análisis las estrategias de gestión de conocimiento y la forma de gobernanza entre las organizaciones participantes.

Además de este apartado el documento está comprendido por un marco contextual en el que se describen los antecedentes de la RII+D del clúster BioMimic. Posteriormente, se exponen de manera general los cuerpos de literatura y algunos conceptos claves que han sido identificados y se consideran elementos a contrastar empíricamente en el estudio caso seleccionado. En la parte final, se exponen las consideraciones finales.

2. Marco contextual

El objetivo de este apartado es exponer y describir el contexto en el cual se ha desenvuelto el objeto de estudio: el clúster BioMimic y la Red Interorganizacional de Investigación y Desarrollo (RII+D), que ha conformado para la búsqueda y desarrollo de soluciones científicas y tecnológicas, dirigidas al manejo integral de las plagas invasoras.

En la primera parte se plantea el contexto en el cual se crea el clúster BioMimic como una unidad especializada del Instituto de Ecología (INECOL), y que forma parte de los centros públicos de investigación del Sistema CONACYT, el cual adopta la figura emergente de red, como una respuesta al rediseño de las directrices de política de ciencia y tecnología sobre la conformación de asociaciones estratégicas para la obtención de apoyos públicos. En la segunda parte, se describe la problemática relacionada con la presencia y riesgo de dispersión de los complejos ambrosiales, fenómeno hacia el cual dirigen los esfuerzos de manera colectiva la RII+D del clúster BioMimic. En la parte final, se presentan de forma general las áreas de conocimiento especializadas y las organizaciones integrantes, lo que permite apreciar las dimensiones y retos de coordinar una red con un propósito de interés público.

2.1. El clúster BioMimic

En México las universidades, institutos y centros públicos de investigación son los actores más relevantes en la producción de conocimiento, desarrollo y transferencia de tecnología hacia los sectores productivos, públicos y sociales¹.

En particular, los centros públicos de investigación que forman parte de la red del Sistema de Centros CONACYT, a diferencia de la mayoría de los institutos de investigación y universidades públicas, tienen desde su creación una función manifiesta de vincularse con los distintos sectores de la sociedad. A lo largo de las últimas tres décadas, los Centros CONACYT han incorporado modalidades de vinculación que gradualmente han derivado en la integración de

¹ El desempeño entre la academia y la industria no ha generado los resultados esperados en el desarrollo de capacidades de innovación. Casalet y Casas (1998) señalan que no ha impulsado la creación de empresas; Cabrero *et al.* (2012) destacan que el tipo de vinculación generalmente corresponde a la ejecución de actividades de reducida complejidad, tanto en financiamiento como en organización. Más contundente es Dutrénit *et al.*, al sostener que el “Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del país se ha desempeñado con deficiencias en su articulación e interactividad” (2010: p. 245), lo que ha resultado en experiencias exitosas y fracasos en la vinculación entre los generadores y demandantes de conocimiento del país (Dutrénit *et al.*, 2019).

redes y la creación de flujos dinámicos de intercambio con actores no sólo académicos (Casalet y Stezano, 2006). Como fue el caso de los Consorcios de Innovación, en los que centros públicos de investigación y las empresas participantes, conformaban un grupo de investigación conjunto y colaboraban con distintos recursos para el apoyo de investigaciones en un área de conocimiento de interés común (Stezano, 2006).

Para dinamizar y hacer más eficiente esta labor, en 2014 se inició una reorganización del Sistema de Centros CONACYT a partir de tres grandes cambios en el esquema de organización: *i)* el arreglo del Sistema de Centros en Coordinaciones, los cuales se establecieron de acuerdo a las vocaciones de cada uno de los centros; *ii)* la alineación temática del quehacer científico y tecnológico; y *iii)* una estrategia de fortalecimiento de las capacidades a través de un modelo de consorcio de investigación enfocados a la atención sectorial y regional de temas prioritarios (CONACYT, 2018: p.27). Estos cambios estaban dirigidos a intensificar y hacer más eficaz la colaboración entre centros, además de complementar capacidades para generar soluciones a problemas específicos. La figura de consorcio o esquemas similares, se concibieron como formas de organización para potenciar capacidades, evitar duplicidades en infraestructura y mantener una estrecha vinculación con los sectores en general.

La reorganización del Sistema de Centros CONACYT estuvo acompañada de reformas al marco legal bajo el cual se rigen este tipo de organismos públicos. Así, se reformaron diversas disposiciones de la Ley de Ciencia y Tecnología y de la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas (DOF, 2015) para reconocer legalmente la constitución de las unidades de vinculación y transferencia de conocimiento, crear los incentivos y promover la conformación de asociaciones estratégicas (consorcios, nuevas empresas de base tecnológica, redes de innovación regionales, etc.) con los sectores público y privado. Para lo cual, también se habilitó al personal involucrado en las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en las instituciones de educación y centros de investigación, a vincularse con los distintos sectores y recibir por ello un beneficio.

En este contexto, se creó el clúster BioMimic que es una unidad especializada del Instituto de Ecología (INECOL) el cual forma parte del Sistema de Centros del CONACYT. El Clúster BioMimic no cuenta con una estructura de personal y figura jurídica propia, por ello su operación está condicionada a la disponibilidad del personal de base del INECOL, y de la asignación de recursos mediante la aprobación de proyectos a través de los fondos y programas institucionales de CONACYT, así como de la generación de recursos propios a través de la participación en programas o el establecimiento de convenios de colaboración con otras dependencias federales, estatales y locales.

El Clúster BioMimic surge como una estrategia específica para generar soluciones tecnológicas a los problemas ambientales y agrícolas más apremiantes en la sociedad y sectores productivos del país. El desarrollo de sus actividades científicas está orientado e inspirado en el estudio de los modelos de la naturaleza, para poder imitar sus diseños y procesos, aplicándolos a la solución de los problemas de la sociedad. Como explica Benyus (2002), el biomimetismo consiste en hacer ciencia al descubrir y aprender de lo que funciona en el mundo de la naturaleza, tomar esas ideas probadas por el tiempo para hacer eco de ellas en nuestras propias vidas. Al respecto, son diversos los casos de éxito en la copia de las soluciones aplicadas, que ha generado la naturaleza a lo largo de millones de años de evolución. Un ejemplo es el traje de buzo que reduce la fricción al agua, cuyo diseño imita la figura aerodinámica y composición hidrofóbica de la piel del tiburón que repele el agua (Olivares, 2017).

Para desarrollar una investigación y desarrollo inspirada en la naturaleza, el Clúster BioMimic cuenta con amplios acervo de colecciones biológicas con más de 700 mil ejemplares

de plantas, hongos, insectos y maderas; infraestructura científica de frontera puesta en punto en un espacio de 17 mil metros cuadrados; además de una unidad de vinculación y transferencia de tecnología, así como espacios físicos particulares para el acercamiento e interacción con organizaciones de productores, empresarios, organismos gubernamentales y representantes de la sociedad (INECOL, 2015).

2.2. *Plagas invasoras: el caso de los complejos ambrosiales en México*

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y la Convención Internacional de Protección Sanitaria (CIPF), han resaltado la importancia de mejorar las medidas de protección de la sanidad vegetal, debido a que “las plantas están bajo constante ataque de plagas invasoras, que pueden dañar gravemente los cultivos, los bosques y otros recursos naturales de los que dependen las personas” (CIPF, 2018: p.2).

La presencia de las plagas invasoras en las plantas tiene afectaciones económicas importantes, ocasionadas por las pérdidas de cosechas, las reducciones en el comercio internacional y los altos costos por las medidas de mitigación y erradicación. Se ha identificado que este tipo de plagas son dispersadas frecuentemente por la movilidad de las personas y el intercambio internacional de mercancías. En la actualidad, se admite que con el cambio climático “las plagas pueden encontrar condiciones climáticas favorables en zonas en las que antes no podían sobrevivir y, por lo tanto, extenderse hacia ellas” (CIPF, 2021: p.14).

Ante estos hechos, los países deben hacer mayores esfuerzos de cooperación internacional, fortalecer los sistemas públicos de vigilancia para la prevención y manejo de las plagas invasoras, por medio del mejoramiento de los sistemas de monitoreo e información, desarrollo de laboratorios de diagnóstico y generación de capacidades científicas (FAO, 2001). Asimismo, considerando los desafíos por el cambio climático, “resulta indispensable fomentar la colaboración multidisciplinaria, la coordinación y el intercambio de conocimiento entre los grupos de distintas organizaciones de investigación sobre la biología del cambio climático” (CIPF, 2021: p. 21).

En México, entre las plagas que se reportan en vigilancia permanente, por parte del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), se encuentran el escarabajo barrenador polífago (*Euwallacea* sp./*Fusarium euwallacea*) y el escarabajo ambrosia de laurel rojo (*Xyleborus glabratus*/*Raffaelea lauricola*), los cuales señalaremos de manera general e indistinta como plagas invasoras o complejos ambrosiales.

En 2015 se registró la presencia de estas plagas entre los condados de California y Florida en los Estados Unidos. Debido a la cercanía geográfica y el intenso intercambio comercial entre México y Estados Unidos, se reforzaron las acciones por parte de las autoridades responsables de la vigilancia fitosanitaria para evitar la presencia de los complejos ambrosiales en el territorio nacional. Sin embargo, SENASICA (2019a) reportó recientemente la presencia del complejo *Euwallacea* sp./*Fusarium euwallacea* en zonas específicas de la región norte del país (Tijuana, Baja California), el resto del territorio se encuentra bajo vigilancia. Esta plaga representa un potencial riesgo ambiental, económico y social, porque el escarabajo escolítino (*Euwallacea* sp.) se desempeña como vector y transmite uno (*Fusarium euwallacea*) o varios hongos patógenos que infectan a la planta (hospedero), enfermándola y generando rápidamente la marchitez hasta ocasionar su muerte. Esta plaga invasiva y la enfermedad que propaga puede atacar a más de 300 especies de árboles, de las cuales 110 son vulnerables a la enfermedad por marchitez. Entre las

plantas de importancia económica y comercial están el durazno, la vid, el níspero, el olivo, la nuez de macadamia, el persimonio y la naranja dulce, las cuales desarrollan el hongo, pero no el complejo escarabajo barrenador. El cultivo del aguacate también es un hospedero, pero tiene la particularidad de que en él la plaga y el hongo se reproducen (SENASICA, 2019a: p. 5).

En lo que respecta al escarabajo barrenador de madera (*Xyleborus glabratus*) vector del hongo *Raffaelea lauricola* que ocasiona la marchitez en los árboles de la familia Lauraceae, se reporta como ausente en México (SENASICA, 2019b). No obstante, a nivel internacional, organismos como la Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas (EPPO, por sus siglas en inglés) lo mantienen en su lista de alertas. Por tal motivo, los productores de aguacate de México no han descartado por completo el riesgo potencial que representa esta plaga invasiva para su cultivo (*Persea americana*), al ser ésta una especie hospedante reproductora del escarabajo y del hongo.

Ante la falta de un mecanismo de control eficaz de las enfermedades transmitidas por las plagas invasoras, la acción siguiente es inevitablemente la destrucción completa de los árboles y plantas. Por lo tanto, las repercusiones ambientales, sociales y económicas pueden llegar a ser de grandes dimensiones para el país al contar con amplias superficies forestales y vastas zonas de producción de cultivos susceptibles al ataque de los complejos ambrosiales y la transmisión de enfermedades.

Debido al potencial riesgo que representan las plagas invasoras para el sector agrícola y forestal del país, se generó una iniciativa por parte del clúster BioMimic para producir nuevos conocimientos y desarrollar soluciones científicas y tecnológicas que permitan un mejor manejo de los complejos ambrosiales.

2.3. El clúster BioMimic y la conformación de la RII+D dirigida al desarrollo de soluciones científicas y tecnológicas

Actualmente no se cuenta con un control de las enfermedades propagadas por las plagas invasoras que no implique un daño ambiental severo. El manejo actual de los árboles que son infectados, consiste en removerlos desde la raíz para su aserrado y eliminación completa. Los residuos y el espacio que ocupan los árboles enfermos son quemados, en los árboles circundantes a la zona afectada por las plagas invasoras y en la zona depurada se aplican insecticidas y fungicidas. Los fungicidas deben ser inyectados directamente en el sistema vascular (xilema), que es el lugar donde los escarabajos ambrosiales forman las galerías e inoculan el hongo para alimentarse del mismo y completar así, su ciclo de vida (INECOL, 2017).

Ante la amenaza y el reto ambiental, económico y social que representa establecer un control efectivo y sustentable de las enfermedades propagadas por los complejos ambrosiales, la Red de Investigación del Manejo Biorracional de Plagas y Enfermedades, y la red de Estudios Moleculares Avanzados, que agrupan a 36 de investigadores y tecnólogos asociados al clúster BioMimic, impulsó un proyecto con un enfoque multidisciplinario e interorganizacional para la búsqueda y generación de soluciones científicas y tecnológicas para el manejo integral de las plagas invasoras.

La iniciativa del clúster BioMimic estableció como estrategia central la generación de nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos, para la prevención, diagnóstico, control y remediación, por los potenciales daños ante la presencia y dispersión de los complejos ambrosiales. La búsqueda y generación de soluciones es a nivel de hospedero (la planta), el vector (los complejos ambrosiales), la enfermedad (los hongos causantes de la enfermedad de la marchitez), así como la asociación o simbiosis hongo-vector. Para ello, se consideró las

aportaciones científicas de las áreas de microbiología, biogeografía, ecología química, química orgánica, entomología, biotecnología, fitopatología y las ciencias ómicas (genómica, proteómica, metabolómica y metagenómica) (INECOL, 2017).

Para que la iniciativa del clúster BioMimic obtuviera los fondos públicos, asumió las directrices de reorganización de los centros públicos del Sistema CONACYT, por lo que conformó para ello una Red Interorganizacional de Investigación y Desarrollo (RII+D), a la que se integraron por parte del Sistema CONACYT el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), el Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMA), el Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), el Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA) y el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Asimismo, se sumaron otros centros y laboratorios públicos de investigación como son el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNR) de SENASICA, el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO) del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) Unidad Irapuato, el Colegio de Posgraduados (COLPOS), Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán (CIDAM). También se sumaron a la RII+D del clúster BioMimic, la Universidad Veracruzana, las universidades de California, Florida y Texas de los Estados Unidos, y la Universidad de Valladolid de España (INECOL, 2017). En suma, la RII+D del clúster BioMimic está conformada por 17 organizaciones que agrupa alrededor de 90 científicos y tecnólogos, cuyo objetivo común es realizar esfuerzos conjuntos para la búsqueda y generación de soluciones científicas y tecnológicas en el manejo integral de los complejos ambrosiales.

Se propone el estudio empírico de la RII+D dirigida por el clúster BioMimic, porque este caso permitirá avanzar en la comprensión sobre cómo una red integrada por distintas organizaciones especializadas en diferentes áreas conocimiento pueden cooperar y llegar a establecer una forma de coordinación y protección que permita el intercambio, la creación, transferencia e integración soluciones científicas y tecnológicas.

Para ello se plantea abordar su estudio a través de las perspectivas de la gestión del conocimiento interorganizacional y la gobernanza de la red, que permitan identificar los elementos que inciden en la eficiencia de la RII+D del clúster BioMimic. Por lo cual, el foco de análisis se encuentra por un lado, en las prácticas o procesos emergentes en la gestión del conocimiento que establecen y adaptan los integrantes de la RII+D, cuyo resultado es la combinación de estrategias para el acceso, intercambio, creación, transferencia e integración del conocimiento. Debido a la diversidad de organizaciones involucradas y el tipo de vinculaciones que se pueden establecer entre éstas, el modo de gobernanza de la RII+D es un factor clave que incide en la coordinación y protección de la generación conjunta de soluciones científicas y tecnológicas.

Con los resultados de la investigación se pretende contribuir a la identificación de los elementos críticos en la conformación y coordinación eficiente de RII+D, lo que puede orientar la formulación de políticas públicas para el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en sectores afines.

3. Revisión de la literatura

Este apartado tiene por objetivo presentar la literatura académica que permita analizar los factores que influyen en el desempeño de las RII+D para la generación de soluciones a problemáticas de interés público.

En la primera parte se exponen algunos elementos que han sido identificados de la gestión del conocimiento interorganizacional que explican el acceso, intercambio, creación, transferencia e integración del conocimiento. Así, los conceptos centrales de *elección del socio*, *acuerdos de equidad y protección del conocimiento*, y *capacidad de absorción*, cuya variación en los distintos enlaces de la red impactan en la generación conjunta de soluciones científicas y tecnológicas.

Debido a que la creación de nuevo conocimiento es un proceso social (Lundvall, 1992; Cimoli, 2000), en el que participan con mayor frecuencia un número creciente de organizaciones especializadas, por lo es necesario adoptar o crear formas de organización que favorezcan la flexibilidad, la cooperación, la cercanía y la protección de los intercambios frecuentes, para transferir e integrar los nuevos conocimientos. Se asume en esta propuesta, que el enfoque de la gobernanza de la red contempla los mecanismos sociales que influyen en la coordinación y protección de los intercambios de conocimiento en las redes. Esta perspectiva se aborda en la segunda parte de este apartado.

3.1. Gestión del conocimiento en redes interorganizacionales de investigación y desarrollo (RII+D)

3.1.1. Gestión del conocimiento

Foray y Gault señalan que el término gestión del conocimiento abarca cualquier proceso o práctica intencional y sistemática en adquirir, capturar, compartir y utilizar conocimiento productivo, dondequiera que resida, para mejorar el aprendizaje y el desempeño en las organizaciones (OECD, 2003:12).

Gran parte de las prácticas o procesos se instrumenta de manera emergente como una respuesta a las presiones competitivas y condiciones particulares en las que se desenvuelven las organizaciones. Por lo cual, son variantes las prácticas, los procesos generalmente no están estructurados y son no rutinarios (Earl, 2001). Por lo tanto, existe un problema para identificar un conjunto consistente de prácticas basadas en una lógica dominante de gestión del conocimiento. Sin embargo, “la gestión del conocimiento es un factor decisivo en la innovación de las organizaciones tanto del sector público como privado, por lo que resulta relevante su estudio” (OECD, 2003).

Debido a las diversas dimensiones que pueden abarcar las prácticas y procesos de gestión del conocimiento, existen múltiples perspectivas. En un primer esfuerzo por establecer una clasificación sobre los marcos explicativos de la gestión del conocimiento, Earl (2001) identificó desde la visión general de la administración que estos se orientaban hacia la teoría de los sistemas, los procesos, la comercialización, los aspectos organizacionales y la estrategia competitiva. Por supuesto, en la actualidad la pluralidad de enfoques ha crecido. Por ejemplo, Singh y Gupta (2014) señalan entre otras perspectivas, la creación de conocimiento organizacional, el intercambio de conocimientos, la capacidad de absorción de conocimiento, capital social, competencia central y capital intelectual.

Este proyecto se enfocará al estudio de los procesos de gestión del conocimiento mediante la interacción en redes interorganizacionales. De forma específica, se analizará desde una

perspectiva de las formas de gobernanza en las redes, los factores que influyen en el intercambio, creación, transferencia e integración de conocimientos, a través de redes interorganizacionales de investigación y desarrollo (RII+D) que son articuladas y dirigidas por un centro público de investigación.

3.1.2. Gestión del conocimiento en RII+D

La gestión del conocimiento en una organización que se desenvuelve en un contexto competitivo e intensivo en investigación y desarrollo, comprende el flujo continuo de actividades alrededor del intercambio, creación, transferencia e integración del conocimiento, a través de individuos, grupos y otras organizaciones. Los procesos de gestión del conocimiento abarcan las funciones internas de administración de recursos, inversión de capital, desarrollo de nuevos productos, mejoras de procesos y adquisición de tecnología. Así como, las actividades que involucran el manejo de vínculos, redes y entornos de investigación diversos, el desarrollo de capacidades para integrar estrategias, tecnologías y funciones interrelacionadas (Liyanage *et al.*, 1999).

La creación de nuevo conocimiento entre distintas organizaciones es un proceso complejo, en el que juega un papel importante las formas de coordinación entre los participantes de la red al influir en el grado de conexión (Powell *et al.*, 1996). Un hecho fundamental en los sectores intensivos en conocimiento, es que las soluciones en un campo de investigación están frecuentemente influenciadas por ideas y oportunidades identificadas en otros campos (Hage y Hollingsworth, 2000). En consecuencia, para la generación de nuevas soluciones científicas y tecnológicas, requiere la diversidad, complementación y fuerte interacción entre las distintas organizaciones de investigación. “Con una interacción intensa y frecuente entre los actores, existe un gran potencial para combinar conocimientos tanto tácitos como codificados y, cuando se combina con la diversidad, existe una mayor probabilidad de soluciones de investigación radicales” (Hage y Hollingsworth, 2000: p. 985)

En las últimas tres décadas las RII+D han evolucionado y adoptado diversas formas de interacción para la producción de nuevo conocimiento, como son las alianzas estratégicas (Mowery, et al., 1996; Larsson *et al.*, 1998), las asociaciones de conocimiento público a nivel internacional (Fabrizia *et al.*, 2016), consorcios (Yang, 2020; Álvarez et al., 2010; Casalet y Stezano, 2006), plataformas de innovación abierta (Chesbrough, 2013; 2015), entre otras modalidades de vinculación (Leydesdorff y Etzkowitz, 1998; Howells, 2006).

En estos ámbitos la literatura especializada en la gestión del conocimiento se ha concentrado en explorar los factores que inciden en la conformación de redes más eficaces. Entre estos se encuentra los estudios de la formación de rutinas, particularmente entre socios que son colaboradores y competidores a la vez; las limitantes entre las organizaciones para evitar la fuga y apropiación de conocimientos relevantes por parte de un competidor; las asimetrías de poder que pueden implicar diferentes procesos de gestión del conocimiento entre las organizaciones; el vínculo entre el tipo de relación interorganizacional, sus objetivos, el perfil de las organizaciones participantes y su impacto en el flujo de conocimiento (Agostini *et al.*, 2020).

En este sentido, la presente propuesta consideramos que aportará evidencia sobre los factores relacionados con la diversidad y perfil de las organizaciones, la combinación de estrategias que adoptan en la gestión del conocimiento, lo que modela la gobernanza de la red e impacta en el acceso e intercambio de conocimientos. Para el estudio de caso propuesto, se analizará en particular los conceptos derivados de la gestión del conocimiento interorganizacional sobre los determinantes en la elección del socio, la conformación de acuerdos de equidad y

propiedad del conocimiento, y capacidad de absorción. En este sentido, se asume que la variación de estos elementos en cada una de las organizaciones que integran la red, definen una estrategia en la gestión del conocimiento, la cual al combinarse con los demás participantes de la red, supone la obtención e integración del conocimiento. Es decir, pueden generar de forma conjunta un conocimiento de mayor nivel.

Cabe resaltar que la estrategia en la gestión del conocimiento que aquí se analiza es referente a la conducta de las organizaciones en cuanto a la delimitación del nivel de acceso e intercambio de conocimientos. Cuestión que va más allá de la elección de los mecanismos de personalización, codificación y almacenamiento del conocimiento (OECD, 2003).

Principales conceptos y categorías de análisis de la gestión del conocimiento en RII+D

- La elección del socio. Es probable que la conformación de una RII+D tenga mayor éxito en la integración de soluciones, cuando está compuesta por socios cuyas interacciones previas respaldan su reputación y trayectoria. Es lo que Larsson et al. (1998), denominó como “la sombra del pasado”: las interacciones de aprendizaje previas influyen en las interacciones presentes y futuras en las alianzas estratégicas. En consecuencia, una selección estratégica de participantes en la red, considera el desempeño y experiencia de sus integrantes, así como las apuestas que se tengan con ellos a largo plazo.

- Conformación de acuerdos de equidad y protección del conocimiento. En las asociaciones basadas en acciones conjuntas en las que se fomentan y respaldan en acuerdos de equidad, los niveles de transferencia de conocimiento resultan más altos en comparación con las asociaciones apoyadas en contratos (Mowery et al., 1996; Kogut, 1988). Por tal razón, el intercambio, la creación conjunta e integración de conocimiento, mediante la participación de distintas organizaciones, se verá favorecida por los mecanismos que “salvaguarden el aprendizaje colaborativo orientado a largo plazo, la confianza y la conciencia colectiva” (Larsson et al., 1998). Aspectos que no se pueden establecer con precisión considerando que el intercambiar conocimiento existen riesgos de fugas de conocimiento (Oxley y Sampson, 2004), y cuando la cooperación entre distintos participantes puede verse afectada por conductas oportunistas. Desde el enfoque de la cooperación (coopetition) que aborda de forma simultánea las relaciones cooperativas y competitivas, cabe destacar dos ideas a partir Salvetat *et al.*, (2013): la mutualización de los recursos y el intercambio de conocimiento se lleva a cabo entre rivales, y la gestión del conocimiento implica compartir el conocimiento colectivo para dar continuidad a los intereses compartidos, aunque no necesariamente mediante la participación en procesos de aprendizaje. En consecuencia, se trata de establecer medidas que permitan tanto proteger como explotar el conocimiento entre las redes. Implican manejar el conocimiento como un activo (Liyanage et al., 1999), lo que comprende medidas de protección intelectual (Earl, 2001).

- Capacidades de absorción. Permiten a las organizaciones identificar, asimilar y explotar el conocimiento externo o nuevo conocimiento (Cohen y Levinthal, 1989). Esta capacidad es resultado de un proceso amplio de inversión y acumulación de conocimientos hacia el interior de cada organización, su generación depende de su trayectoria, de la participación histórica en el desarrollo de productos o líneas de investigación. Sin embargo, es una condición necesaria más no suficiente para que las organizaciones alcancen mayores niveles de conocimiento. Debido a que las organizaciones evalúan las distintas maneras de interrelacionarse, lo cual determina la elección del tipo de asociación entre ellos (Mowery et al., 1996). Esto es, la estructura y la

gobernanza entre las organizaciones aliadas está acotada por su contenido y actividades, lo que a su vez, influyen en ellas (Oxley, 1996). Por lo anterior, se pueden generar niveles distintos de transferencia de conocimiento entre los integrantes de una RII+D. Por ejemplo, el intercambio entre los integrantes está delimitado al acceso de conocimiento sin ninguna intencionalidad de adquirir el mismo. En este caso las organizaciones se relacionan para aprovechar las complementariedades y la transferencia de conocimiento puede limitarse a la información codificada. Cada organización entrega el conocimiento necesario para la realización de actividades comunes sin que resulte necesariamente un acto de reciprocidad; en otros casos, al tener como necesidad las organizaciones la integración de conocimientos, las actividades conjuntas de I+D pueden implicar niveles más altos de intercambio de conocimientos y transferencia de tecnología entre los participantes. Lo cual, en última instancia impacta el alcance del conocimiento y las competencias básicas de una organización (Mowery *et al.*, 1996; Salvetat *et al.*, 2013). Por lo anterior, se revela una conducta estratégica entre las organizaciones en cuanto al control real del flujo de conocimiento que intercambia y que tiene un impacto en las capacidades de las organizaciones.

3.2. Gobernanza en redes interorganizacionales

3.2.1. Perspectiva general sobre la coordinación y cooperación mediante un sistema de mercado

De acuerdo con Lindblom (2002) el sistema de mercado es un proceso de comportamientos humanos cooperativos. El cual se caracteriza por ser una cadena o red conjunta de acciones coordinadas socialmente, en las que por una parte se desvía una fracción del trabajo y los recursos naturales a la producción de maquinaria y equipo para producir más bienes, y por otra parte, el surgimiento y creciente participación de individuos altamente especializados. Es por medio de las interrelaciones e intercambios coordinados y el mecanismo de ajuste mutuo, que los individuos logran de forma conjunta sus propósitos. La cooperación es resultado de la influencia de los participantes en los intercambios, “que suele manifestarse de forma inadvertida más que deliberada, puesto que no necesitan ser conscientes de cuál es su papel en un proceso de coordinación más vasto”.

No obstante, este autor destaca que la coordinación social requiere una buena dosis de ayuda por parte del Estado, el cual establece el marco de libertades, derechos de propiedad y el respaldo al cumplimiento de las obligaciones contractuales, todos ellos son elementos que facilitan los intercambios en los distintos ámbitos de la sociedad.

Las RII+D son una instancia en la cual se puede fomentar y retroalimentar la cooperación, que es un factor crítico en el desempeño y logro en la generación y aplicación de nuevo conocimiento. Siendo fundamental, la coordinación social, esto es: ayudando a otros y siendo ayudado por otros, se puede lograr que la ciencia avance (Lindblom, 2002). Al cooperar, ya sea de forma deliberada o por una instrucción específica, los individuos, las organizaciones, allanan el camino que les permite avanzar y alcanzar sus propios objetivos.

Entre otros aspectos generales que señala Lindblom (2002) sobre las virtudes de la coordinación social y cooperación en el sistema de mercado, que consideramos que tienen su representación o expresión en las RII+D, se destacan los siguientes: i) Los sistemas de coordinación social son híbridos, combinan la coordinación central y el mecanismo de ajuste mutuo del comportamiento, mismos que se encuentran superpuestos de tal forma que no hay

ningún caso en que un tipo o el otro estén completamente ausentes; ii) La interacción recurrente fomenta la cooperación. Para ello es fundamental la asignación o distribución de un conjunto coordinado de tareas a los individuos, las que han de someterse a un proceso gradual de adaptación continuo; iii) Los procesos interactivos hacen un mejor uso de la información y el conocimiento que los sistemas basados en las reglas y la autoridad; iv) facilita las posibilidades de incorporar en una sociedad, nuevas perspectivas, información e innovaciones, en la medida que permite dar acceso a las ideas y el conocimiento en el sistema desde distintos tipos de conexiones.

Con esta perspectiva general de fondo, será apoyo para identificar los conceptos centrales sobre la gobernanza y sus modalidades en las redes.

Gobernanza de las redes y mecanismos sociales: una visión general

La gobernanza en redes se refiere al tipo de coordinación que “se distingue por sistemas sociales informales, en lugar de estructuras burocráticas dentro de las organizaciones y relaciones contractuales formales entre ellas, para coordinar productos o servicios complejos en entornos inciertos y competitivos” (Candace *et al.*, 1997).

La gobernanza de la red, en general se define como la coordinación entre organizaciones. Sin embargo, debido a los atributos que destacan Candace *et al.*, (1997) asumimos su definición de gobernanza:

La gobernanza en red implica un conjunto selecto, persistente y estructurado de empresas [organizaciones] autónomas que se dedican a crear productos o servicios basados en contratos implícitos y abiertos para adaptarse a las contingencias ambientales y para coordinar y salvaguardar los intercambios. Estos contratos son socialmente, no legalmente, vinculantes.

Esta definición expone atributos de la gobernanza que influyen en el desempeño de las organizaciones participantes en el red. Los cuales se retoman de los autores y exponen a continuación:

- *La elección o selección* en la asociación, enfatiza el intercambio frecuente entre las organizaciones participantes, pero en menor medida con otros asociados.
- *La persistencia* resalta que los integrantes de la red colaboran periódicamente entre sí a lo largo del tiempo. Esto es, los autores lo definen como “una secuencia de intercambios que son facilitados por la estructura de la red y, que a su vez, crean y recrean la red”.
- *Los intercambios* en el entorno de la red son estructurados, es decir, siguen patrones relacionados con la división del trabajo.
- *La autonomía de las organizaciones* resalta una condición y el potencial que tiene cada elemento de la red para ser legalmente independiente. Lo cual no excluye, la posibilidad que entre las organizaciones también se establezcan alianzas de propiedad común o de inversiones conjuntas.
- El término *contratos implícitos y abiertos* son aquellos medios que no necesariamente derivan de una estructura de autoridad o contratos legales, los cuales sirven de medio para adaptar, coordinar y salvaguardar los intercambios. Son formas que se complementan a los contratos formales que pueden llegar a establecer algunos integrantes de la red, lo que destacan Candace *et al.* (1997), es que los contratos formales no definen las relaciones entre todas las partes.

3.2.2. Condiciones para la conformación y evolución de la gobernanza en red

Candace *et al.* (1997), identifican cuatro condiciones necesarias para que surja y prospere la gobernanza en red, mismas que se sintetizan a continuación.

a) Incertidumbre de la demanda. Las fluctuaciones en la demanda se deben principalmente a dos factores. El primero son por las modificaciones drásticas e inesperadas en las preferencias de los consumidores; el segundo, debido a los cambios acelerados en el conocimiento y la tecnología, lo que ha acortado los ciclos de vida de los productos, lo que a su vez genera que la rápida difusión de la información sea un aspecto estratégico para las organizaciones. Por ello, en condiciones de incertidumbre en la demanda las organizaciones requieren de una mayor flexibilidad en sus operaciones, con el propósito de responder a un conjunto amplio y diverso de contingencias. Por lo cual, asumen nuevas formas de organización, menos verticales y más dinámicas, a través de la configuración y articulación de unidades autónomas.

b) Intercambios personalizados con alta especificidad de activos humanos. En los sectores intensivos en conocimiento, los intercambios personalizados con altos niveles de especificidad en los activos humanos, demandan formas de organización que mejoren la cooperación, la proximidad y los intercambios frecuentes, para transferir de manera efectiva el conocimiento tácito entre las partes. Debido a que cualquiera de los actores, el activo humano, pueden abandonar el intercambio, crear barreras o reducir los esfuerzos deliberadamente, se depende más de la cooperación entre las organizaciones. Asimismo, los intercambios repetidos permiten que el conocimiento tácito, que no puede ser asimilado en interacciones a corto plazo, sea asimilado con el tiempo. Así, la gobernanza de la red se convierte en la instancia que ordena, coordina e integra los intercambios personalizados y específicos, entre las partes, al mejorar la rápida difusión del conocimiento tácito a través de los límites de las organizaciones.

c) Tareas complejas bajo intensa presión de tiempo. Candace *et al.*, (1997), describen la complejidad de la tarea a partir de la cantidad de insumos especializados diferentes que se requieren para complementar un producto o servicio. La complejidad de la tarea, junto con las presiones de tiempo, hace que la coordinación a través de una serie de intercambios secuenciales sea inviable. Los integrantes de una red con diversas habilidades logran el trabajo de forma simultánea a través de la práctica del ajuste mutuo, como son los intercambios de flujo de información horizontal y reuniones grupales, lo que agiliza el intercambio entre las partes y reduce los tiempos para completar tareas complejas. “La gobernanza de la red facilita la integración de múltiples partes autónomas y con diversas habilidades bajo intensas presiones de tiempo para crear productos o servicios complejos”.

d) Intercambios frecuentes entre las partes. Candace *et al.*, (1997) retoman de Williamson (1985, 1991), las ideas principales sobre los altos costos de las estructuras de gobierno especializadas. Por ello, la gobernanza de la red es un medio y fin en sí mismo, que hace viables los intercambios frecuentes entre las organizaciones. Las interacciones e intercambios usuales entre las organizaciones participantes de la red conllevan distintas ventajas para sus integrantes, como son la mejora de sus capacidades por medio del aprendizaje práctico, la formación de una identidad que se vuelve cada vez más importante en los términos de intercambio y favorecen la transferencia de conocimiento tácito entre los integrantes. También, se fomenta la reciprocidad y la percepción de un destino común.

e) Efectos de interacción de las condiciones de intercambio. La gobernanza de la red emerge y evoluciona como una forma de organización, a partir de condiciones específicas, que generan ventajas comparativas sobre las estructuras de mercado y jerarquías. Candace *et al.*, (1997), identifican que estas condiciones implican altas necesidades de adaptación, debido a los cambios en la demanda de los productos; altas necesidades de coordinación, por la integración de diversos especialistas en tareas complejas; y altas necesidades de salvaguarda o protección, debido a la vigilancia e integración de los intereses de las partes en intercambios personalizados. La necesidad de proteger y coordinar el intercambio impide que las partes utilicen los mecanismos del mercado para tareas personalizadas y complejas, y la necesidad de adaptar los intercambios impide que las partes utilicen jerarquías, aunque estas facilitan intercambios complejos y personalizados.

Candace *et al.*, (1997) establecen que estas son las condiciones de intercambio que aportan el ímpetu para el surgimiento de un arraigo estructural que, a su vez, crea la base para que los mecanismos sociales se adapten, coordinen y protejan, los intercambios complejos y personalizados de forma eficiente.

4. Consideraciones finales

Mediante la evidencia empírica se pretende contribuir a nivel teórico al incorporar desde la perspectiva de la gestión del conocimiento interorganizacional elementos explicativos relacionados con la elección del socio, acuerdos de equidad y protección del conocimiento, y capacidad de absorción, cuya variación en los distintos enlaces de la red impactan en la generación conjunta de soluciones científicas y tecnológicas. Asimismo, al integrar el enfoque de la gobernanza de la red, se reconoce los mecanismos sociales de coordinación y protección, influyen en el desempeño de la red.

La operacionalización de las principales categorías es una fase que se encuentra en desarrollo, por tal motivo no se incluye en la entrega de este documento. Asimismo, se ha considerado ampliar la literatura de la gobernanza de la red, con el fin de incorporar en la discusión respecto a las modalidades de gobernanza en las redes.

5. Referencias

- Agostini, L., Nosella, A., Sarala, R., Spender, J. C., y Wegner, D. (2020). Tracing the evolution of the literature on knowledge management in inter-organizational contexts: a bibliometric analysis, *Journal of Knowledge Management*, 24 (2), 463-490
- Álvarez R., Benavente J.M., Contreras C. y Contreras, J.L. (2010). Consorcios Tecnológicos en América Latina: Una primera exploración de los casos de Argentina, Chile, Colombia y Uruguay, Banco Interamericano de Desarrollo Notas Técnicas No. IDB-TN-127, Washington D.C., Estados Unidos.
- Benyus, J. M. (2002). Biomimicry. Innovation Inspired by Nature, HarperCollins-ebooks.
- Cabrero E., Cárdenas S., Arellano D. y E. Ramírez (2011). La vinculación entre la universidad y la industria en México. Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación, en *Perfiles Educativos*, Número especial, vol. XXXIII, noviembre-diciembre, 2011, 186-199.
- Candace, J., Hesterly, W., Borgatti, S. (1997). A general theory of network governance: exchange conditions and social mechanisms, *The Academy of Management Review*, 22(4), 911-945.
- Casalet, M., y Casas, R. (1998). Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad-Empresa CONACYT-ANUIES, México: CONACYT-ANUIES, recuperado de: http://publicaciones.anui.es.mx/pdfs/revista/Revista107_S3A1ES.pdf

- Casalet, M., y Stezano, F. (2006). Cambios institucionales para la innovación: nuevos instrumentos de política científica y tecnológica. El caso del Consorcio Xignux-CONACYT, Mimeo: 1-35.
- Casas, R. (2009). Redes y flujos de conocimiento en la acuicultura en el Noroeste de México, en *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 17 (6), 137-162.
- Cimoli, M. (2000). Developing innovation systems, en Cimoli, M., *Developing innovation systems. Mexico in a global context*, London: Continuum.
- CIPF, (2021). Resumen para los responsables de políticas de la revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas, FAO, Roma, Italia, 1-22, recuperado de: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CB4777ES>
- CIPF, (2018). Apoyar el año internacional de sanidad vegetal, FAO, Roma, Italia, recuperado de: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA0324ES>
- Cohen W., y Levinthal, D. A. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, in *The Economic Journal*, Vol. 99, No. 397. (Sep., 1989), pp. 569-596.
- CONACYT, (2018). Sistema de Centros Públicos de Investigación Conacyt. Un componente primordial para la consolidación de la sociedad y economía del conocimiento, CONACYT, Ciudad de México, México.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology*, Boston: Harvard business school press.
- _____ (2015). Innovación abierta. Innovar con éxito en el siglo XXI, en *Reinventar la empresa en la era digital*, OpenMind BBVA, recuperado de: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/articuloinnovacion-abierta-innovar-con-exito-en-el-siglo-xxi/>
- Díaz, C. (2011). Instituciones de I+D en redes de innovación. Estudio comparativo: México-Canadá, en *Economía de la Innovación y Desarrollo*, Aboites, J. y J.M. Corona (Coordinadores), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco y Siglo XXI, 168-191.
- Diario Oficial (DOF) (2015). Decreto por el que se reforman diversas disposiciones de la Ley de Ciencia y Tecnología y de la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos, 8 de diciembre de 2015, Secretaría de Gobernación, México.
- Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona, J., Puchet, M., y Oliveira, A., (2010). El sistema nacional de innovación mexicano. Instituciones, políticas, desempeño y desafíos. México: UAM-Textual.
- Dutrénit, G. (Coord.), (2019). Vinculación Academia-Empresa e Innovación en México. ANUIES: México.
- Earl, M. (2001). Knowledge management strategies: toward a taxonomy, *Journal of Management Information Systems*, 18:1, 215-233.
- Fabrizia, A., Guarinib, G., y Meliciani V. (2016). Public knowledge partnerships in European research projects and knowledge creation across R&D institutional sectors, *Technology Analysis & Strategic Management*, 28 (9), 1056-1072
- Hansen, M.T., Nohria, N., y Kierney, T. (1999). What's your strategy for managing knowledge?, *Harvard Business Review* (March–April 1999), 106–116.
- Howells, J., (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation, *Research Policy*, 35 (5), pp. 715-728.
- INECOL (Instituto de Ecología) (2017). Generación de estrategias científico-tecnológicas con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para afrontar la amenaza que representan los complejos ambrosiales en los sectores agrícola y forestal de México, Proyecto aprobado por el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT-CONACYT). Núm. Ref. 292399, 1-71.
- _____ (2015). *El Presidente Enrique Peña Nieto inaugura el Clúster Científico y Tecnológico Biomimic*, en *Ciencia Hoy*, noviembre 2015, recuperado de: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/516-el-presidente-enrique-pena-nieto-inaugura-el-cluster-cientifico-y-tecnologico-biomimic>
- Kogut, B. (1988). Joint ventures: Theoretical and empirical perspectives, *Strategic Management Journal*, 9 (4), 319-332
- Larsson R., Bengtsson L., Henriksson K., y Sparks, J. (1998). The interorganizational learning dilemma: collective knowledge development in strategic alliances, *Organization Science*, 9 (3), 285-305.
- Leydesdorff, L. y H. Etzkowitz (1998). Triple Helix of Innovation: Introduction, *Science and Public Policy*, 25 (6): 358-364.
- Liyanage, S., Greenfield, P.F. y Don, R. (1999). Towards a fourth generation R&D management model-research networks in knowledge management, *Int. J. Technology Management*, Vol. 18, Nos. 3/4, pp. 372–393

- Lundvall, B. A. (Ed.) (1992). *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*, London: Pinter Publisher.
- Mowery, D. C., Oxley, J. E., y Silverman, B. S., (1996). Strategic alliances and interfirm knowledge transfer, *Strategic Management Journal*, 17 (Winter Special Issue), 77-91.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2001). Los efectos económicos de las plagas y enfermedades transfronterizas de los animales y plantas, recuperado de: <http://www.fao.org/3/X9800S/x9800s14.htm>
- OECD/Statistics Canada (2003). *Measuring Knowledge Management in the Business Sector: First Steps, Knowledge management*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264100282-en>.
- Olivares, J. L. (2017). Biomimetismo: innovación inspirada en la naturaleza, en *Ciencia Hoy*, marzo 2017, recuperado de: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/652-biomimetismo-innovacion-inspirada-en-la-naturaleza>
- Oxley, J. E. (1996). Appropriability hazards and governance in strategic alliances: A transaction cost approach, University of Michigan working paper, #9602-23.
- Powell, W.W., Koput, K.W., Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology, *Administrative Science Quarterly*, 41 (1), 116-145
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) (2019a). Complejo escarabajo ambrosia del laurel rojo, Ficha Técnica No. 48, mayo 2019, SADER-SENASICA.
- _____ (2019b). Complejo escarabajo barrenador polífago. *Euwallacea sp. - Fusarium euwallaceae*, Ficha Técnica No. 62, mayo 2019, SADER-SENASICA.
- Stezano, F. (2006). Políticas de construcción de redes ciencia-industria. El caso de los Consorcios CONACYT. Tesis para optar por el grado de Maestría en Ciencias Sociales. FLACSO-México: mimeo.
- _____ (2011). Construcción de redes de transferencia ciencia-industria en el sector de biotecnología en México. Estudio de caso sobre las vinculaciones tecnológicas entre investigadores de CINVESTAV Irapuato y LANGEBIO y empresas del sector agro-biotecnológico, en *Estudios Sociales*, Vol. 20, No. 39, 10-38
- Singh, R. M., y Gupta, M. (2014). Knowledge management in teams: empirical integration and development of a scale, *Journal of Knowledge Management*, 18 (4), 777-794
- Yang, X. (2020). Coopetition for innovation in R&D consortia: Moderating roles of size disparity and formal interaction, *Asia Pac J Manag* (2020). <https://doi.org/10.1007/s10490-020-09733-x>
- Yin, R., (2003). *Case study research. Design and methods*. California: SAGE.