

Artículo

Evaluación de la producción científica de sustentabilidad ambiental en un centro público de investigación (CPI) del Conacyt (1982-2012)

Assesment of the environmental sustainability scientific production in a Conacyt's Public Research Institution (PRI) (1982-2012)

Alan Celaya Lozano^{a,*}, Diana Luque Agraz^b,
Jaqueline García Hernández^c, José Antonio Amozurrutia de María y Campos^d, Juan Martín Preciado Rodríguez^b,
Jesús Laborín Álvarez^b y Rafael Enrique Cabanillas López^e

^a *Departamento de Ciencias Ambientales del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Hermosillo, Sonora, México*

^b *Coordinación de Desarrollo Regional del CIAD, Hermosillo, Sonora, México*

^c *Coordinación de Aseguramiento de Calidad y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales del CIAD, Guaymas, Sonora, México*

^d *Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la UNAM, Ciudad de México, México*

^e *Departamento de Ingeniería Química de la División de Ingeniería de la Unison, Hermosillo, Sonora, México*

Recibido el 4 de diciembre de 2015; aceptado el 7 de abril de 2017

Disponible en Internet el 30 de mayo de 2017

Resumen

La crisis hídrica, climática y de biodiversidad ha sido reconocida como un riesgo global por organismos internacionales y nacionales. Los Centros Públicos de Investigación (CPI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) son estratégicos para orientar la política pública ambiental hacia mayores niveles de eficiencia. Sin embargo, los CPI carecen de un sistema de evaluación de su desempeño desde una perspectiva de justicia ambiental. Para contribuir en este sentido, evaluamos la producción científica de sustentabilidad ambiental (PCSA) en un CPI caso de estudio, de 1982 a 2012, así como su impacto a nivel académico y social. Concluimos que el contexto político federal ha privilegiado el desarrollo de temáticas de investigación

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alan.celaya@ciad.mx (A. Celaya Lozano).

orientadas a fortalecer al sector productivo privado, mientras que el tema ambiental, si bien es parte de la agenda de ciencia y tecnología, continúa siendo un tema sectorizado y de escaso interés público y privado. © 2016 Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior A.C. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave: Crisis ambiental; Producción científica; Sustentabilidad ambiental; Centros Públicos de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt); México

Abstract

A hydrological, climatic and biodiversity crisis is recognized by several major international organizations. Although they are strategic in the development of public policy addressing such environmental issues, Conacyt's Public Research Institutions (PRI) lack a systematic method for addressing their own performance when it comes to environmental justice. To contribute in this objective, we evaluated the environmental sustainability scientific production (ESSP) and its social and academic impact in one PRI between the years of 1982 and 2012. We conclude that priorities at the federal level continue to prioritize other lines of research which are oriented towards the support of productivity in the private sector. At the same time while the environment continues to be recognized as part of a research agenda, it is of little interest to the public and private sectors.

© 2016 Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior A.C. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords: Environmental crisis; Scientific production; Environmental sustainability; National Council of Science and Technology (Conacyt)-Research Public Centers; Mexico

Introducción

En sus reportes anuales sobre los riesgos globales, el Foro Económico Mundial¹ introdujo, desde el año 2011, la categoría ambiental dentro de las cinco de mayor impacto al lado de las categorías económica, geopolítica, societal y tecnológica. Hasta el año 2017, los riesgos globales sobre la crisis hídrica, el cambio climático y la crisis de la biodiversidad se han mantenido simultáneamente con la escalada en la fabricación de armas de destrucción masiva, la polarización social y la migración forzada (WEF, 2017). Esta tendencia ambiental se reconoce también en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) de México, 2013–2018, el cual además afirma que ha derivado en una mayor vulnerabilidad de amplios sectores de la sociedad mexicana (Secretaría de Gobernación, 2013).

En este contexto, el desarrollo científico, tecnológico y de innovación en México juega un papel crucial para atender los riesgos ambientales. Sin embargo, las instituciones académicas se han orientado principalmente a evaluar aspectos administrativos y académicos desde una visión cuantitativa de la producción científica. Estos sistemas de evaluación inhiben el desempeño institucional en materia ambiental dirigido, por lo regular, a observar los procesos de «ecoeficiencia» institucional que se enfocan en la reducción del consumo de agua, de luz y la disposición de residuos sólidos, entre otros rubros.

Ante esta problemática, los Centros Públicos de Investigación (CPI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) aparecen como instituciones estratégicas ya que representan la

¹ *World Economic Forum* (WEF), por sus siglas en inglés.

segunda fuerza de investigación en México, después de las instituciones de educación superior, y forman en la actualidad uno de los principales instrumentos del gobierno para vincular la ciencia y la tecnología con la sociedad (Conacyt, 2012).

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la producción científica de sustentabilidad ambiental (PCSA) dentro de un CPI caso de estudio. Pretendemos analizar el desarrollo contextual de este tipo de producción a nivel institucional para, de esta forma, contar con elementos capaces de orientar los procedimientos internos y lograr una mejor respuesta científica y tecnológica al desafío ambiental contemporáneo.

El artículo consta de nueve apartados: el primero expone los antecedentes de vinculación de la política ambiental y de la política en ciencia y tecnología; el segundo sintetiza una perspectiva teórica crítica que da luz al concepto de sustentabilidad ambiental; el tercer apartado refiere los antecedentes metodológicos sobre las evaluaciones en torno al desempeño ambiental a nivel institucional; el cuarto describe las características generales del CPI, caso de estudio; el quinto explica la metodología aplicada para identificar y analizar la PCSA; el sexto, el séptimo y el octavo examinan los resultados de la investigación, desde la caracterización de la PCSA, el análisis del contexto institucional y el impacto de la PCSA. El último apartado muestra las conclusiones.

Política ambiental y vinculación científica

El gobierno de México muestra avances sustantivos en materia ambiental. La administración pública federal cuenta con un sector liderado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)², sector que viene respaldado por el marco jurídico del medio ambiente, compuesto por más de 15 leyes federales³ a las que se suman las estatales, los reglamentos del sector y las normas oficiales. Asimismo, México está presente activamente en la agenda ambiental internacional, participando en al menos 90 acuerdos y protocolos vigentes.

El desarrollo científico y tecnológico de México también exhibe avances considerables. Prueba de ello es el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Conacyt, el cual —para el 2015— alcanzó la cifra de 23,315 investigadores, distribuidos proporcionalmente en siete áreas de conocimiento y ubicados en todos los estados de la república. Sin embargo, sólo un 3.8% trabaja la temática ambiental de manera sustantiva, aunque debemos señalar que para el año 2015 el Conacyt tenía registradas 10 redes de investigación nacionales con temáticas ambientales.

El desarrollo científico nacional ha sido un importante insumo en el diseño de la institucionalidad ambiental, oficial y ciudadana; destacan el reconocimiento del agua como derecho humano —implementado en el artículo cuarto de la Constitución de México durante el 2010—, la creación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) o la propuesta ciudadana de la Ley General de Aguas (LGA)⁴, entre otros.

² El sector ambiental del gobierno federal de México se compone por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), a la que se integran la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA); la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); la Comisión Nacional del Agua (Conagua); la Comisión Nacional Forestal (Conafor); la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio); el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa).

³ El marco jurídico federal del medio ambiente está compuesto por más de 15 leyes, entre ellas la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Bioseguridad, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Cambio Climático, la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, entre otras (www.semarnat.gob.mx; www.diputados.gob.mx).

⁴ Véase en www.aguaparatodos.com.org

No obstante, el diagnóstico del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013–2018 ratifica que la degradación ambiental de México «continúa» (Secretaría de Gobernación, 2013). En el año 2011, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señaló que dicha degradación representó un costo económico equivalente al 6.9% del producto interno bruto; las afectaciones por el cambio climático produjeron alrededor de 5,000 muertes, con un costo de 250,000 millones de pesos; cerca de 60 millones de personas —más del 50% de la población total del país— viven en localidades que se abastecen de alguno de los 101 acuíferos sobreexplotados del país (Secretaría de Gobernación, 2013), mientras que dos terceras partes de las más de 700 cuencas hidrológicas están contaminadas (Toledo, 2015).

La crisis ambiental se expresa en la creciente movilización social a nivel nacional. En México subsiste una variedad de conflictos socioambientales en cerca de 180 municipios, ya sea de índole biotecnológica, energética, hidráulica, minera, turística o urbana. Los conflictos no nada más generan tensión social, sino víctimas: seres humanos privados de sus medios de subsistencia, de sus hogares, de sus tradiciones y hasta de su vida (Toledo, 2015)⁵. En consecuencia, hoy existen casi 300 organizaciones regionales que enarbolan la lucha socioambiental.

A pesar de sus logros, los sectores ambiental⁶ y científico de México están respondiendo muy por debajo de lo que las circunstancias demandan. Prácticamente todos los programas públicos relacionados con la temática ambiental invocan el apoyo de la ciencia y la tecnología, pero éste se pulveriza frente a la dinámica de la racionalidad hegemónica actual.

Racionalidad hegemónica y sustentabilidad ambiental

Algunos autores han propuesto que la problemática ambiental contemporánea debe ser observada como una crisis de civilización, por lo que la cuestión se encuentra en los modos de comprensión y de apropiación del mundo. Sin duda, habrá que reflexionar sobre la epistemología predominante, el sistema económico (capitalista/urbano/industrial) y los sistemas de creencias que los sustentan. La cuestión forma parte de la crítica a la racionalidad hegemónica, que incluye los marcos axiológico y normativo, aunados al sistema productivo y tecnológico, los cuales sustentan en su conjunto a la modernidad (Leff, 2000, 2003, 2004, 2014).

En el mismo sentido crítico de la racionalidad hegemónica, O'Connor (2001) señala que el actual sistema mundial no organiza la producción en pro de las necesidades básicas —comida, vestido y vivienda— sino en pro de las utilidades del capital, transformando los recursos naturales y humanos en valores de uso superfluo y abstracto. Elizalde (2010) agrega que todo el sistema de dominación actual se basa en la introducción de creencias y de estilos de vida que giran alrededor del desarrollo económico, del consumismo, del crecimiento y de la riqueza, aspectos legitimados por la ciencia económica como antídotos contra los diversos malestares sociales, pero que en realidad generan una dinámica de competencia entre las personas, a diestro y siniestro, por los recursos humanos y naturales, sin importar que sus deseos estrambóticos y desquiciados sean inviables, ilegítimos e injustos en términos de equidad social y de justicia ambiental.

⁵ Durante el período de 2006 a 2012 se tienen registrados al menos 32 activistas ambientalistas asesinados, originarios de distintos estados de México (Toledo, 2015).

⁶ Por ejemplo, al menos cada semana se reporta en el país un derrame contaminante con afectaciones a ríos, lagos, lagunas, arroyos y presas, reveló la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa). De 2010 a agosto de 2014, la dependencia tiene contabilizados 227 derrames químicos o de hidrocarburos en cuerpos de agua en más de veinte entidades del país (<http://www.cronica.com.mx/notas/2014/854515.html>).

Luque y Robles (2006) sostienen que la crisis ambiental traza su origen en los modos históricos de relación sociedad-naturaleza y que el proceso civilizatorio dominante a nivel global (capitalista/urbano/industrial) de deshumanización o de desanimación de la naturaleza se ha convertido en eje de la racionalidad hegemónica. En concordancia con los citados autores, Escobar (2014) propone transitar de una ecología política a una ontología política, argumenta que el corazón del conflicto civilizatorio se ubica en el nivel de los sistemas cosmológicos que constituyen la diversidad cultural como parte de la evolución de la humanidad, pero éstos son erosionados por el sistema económico global. De igual forma, la perspectiva de la ecología profunda propone que la visión antropocéntrica del mundo (centrada en el ser humano) representa la causa final del deterioro de los ecosistemas (Capra, 2003). Lo mismo apunta la teoría Gaia, que prevé un desenlace irreversible, en donde Gaia (el planeta Tierra), a través de sus mecanismos de autorregulación, se deshará del *ἄνθρωπος/ánthropos*, metafóricamente hablando (Lovelock, 2007).

A pesar de las distintas matrices filosóficas, los autores críticos coinciden en que el cambio hacia una sustentabilidad ambiental rebasa las dimensiones de la tecnología, de la política o de la economía si se abordan de manera aislada, por lo que deben tratarse en su conjunto y además incluir una propuesta de ética de la Tierra. De mayor importancia, si cabe, es trascender el reduccionismo epistemológico a favor de una ciencia compleja u holística. Es decir, se requiere de una nueva racionalidad donde la sustentabilidad ambiental surja como el fundamento del proceder productivo; donde se respeten las condiciones particulares en cuanto a las dimensiones biológicas, culturales e históricas de los pueblos, regiones y naciones; donde pueda dialogar la economía con la dimensión social y ésta, a su vez, con la dimensión ambiental; donde el ambiente sea complejizado más allá de la realidad biofísica planetaria (naturaleza), y donde puedan coexistir mundos y modos alternativos de relación sociedad-naturaleza (Elizalde, 2010; AASHE, 2014; Escobar, 2014; Leff, 2014).

El desempeño ambiental en instituciones de educación superior

Desde la década de 1990 se han desarrollado iniciativas cuyo objetivo es diagnosticar, evaluar y promover mejoras en el desempeño ambiental en distintas organizaciones de educación superior (Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education [AASHE, 2015]). Entre las más utilizadas encontramos: la huella de carbono, los ciclos de vida, los análisis de dentro y hacia fuera, la huella ecológica, la huella hídrica y los sistemas de gestión de las series ISO 14000 (Wiedmann y Minx, 2008). Tales iniciativas han ayudado a posicionar la temática ambiental bajo la forma de prácticas «ecoeficientes», centradas en el ahorro de agua, de energía y de desechos, y en el fomento del reciclaje de residuos sólidos de las distintas instalaciones de estas instituciones.

La Asociación para el Avance de la Sustentabilidad en la Educación Superior (AASHE, por sus siglas en inglés), con sede en Estados Unidos, inició sus labores formalmente en 2004 y desde entonces promueve la sustentabilidad en el sector de la educación superior a nivel mundial desde los marcos gubernamental, operativo, curricular y extensionista, a través de acciones de educación, de comunicación, de investigación y de desarrollo profesional (AASHE, 2015). En 2014, la asociación reportó 1,344 historias de acciones llevadas a cabo por diversas instituciones en Estados Unidos, sobre todo en materia de sustentabilidad académica (120), de participación (287), de operaciones (930), de administración y de planificación (414) (AASHE, 2014).

En 2014, en América Latina se realizó un ambicioso esfuerzo en el ámbito de sustentabilidad institucional. Así, la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), la red ARIUSA⁷ y el Banco Santander (ARIUSA, 2014), en colaboración con diversas instituciones y universidades de la región, desarrollaron el proyecto RISU, basado en la definición de indicadores para la evaluación de las políticas de sustentabilidad en las universidades latinoamericanas. Entre los resultados más relevantes destacó la conformación de una red de 65 universidades participantes, que obtuvieron calificaciones medias en la evaluación, en las que se identificó un amplio margen de mejora.

En México se han impulsado iniciativas institucionales a través de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y del Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable (Cecadesu-Semarnat) (ANUIES y Semarnat, 2000), éstas han logrado implementar criterios de ecoeficiencia en algunas universidades participantes; no obstante, las metodologías utilizadas no han avanzado hacia la evaluación académica en materia de sustentabilidad ambiental y mucho menos han atendido los conflictos socioambientales de regiones específicas.

El Centro Público de Investigación caso de estudio

Desde la formación del Conacyt, los Centros Públicos de Investigación (CPI) han jugado un papel estratégico para incrementar, descentralizar y vincular la ciencia con el sector productivo. En la actualidad, el Conacyt cuenta con 27 CPI distribuidos en más de 15 estados, los cuales manifiestan vocaciones temáticas diferenciadas en ciencias exactas y naturales, en ciencias sociales y humanidades, y en desarrollo tecnológico (Conacyt, 2014). Sin embargo, los CPI presentan serios problemas estructurales originados de una insuficiente inversión pública, de la falta de generación de recursos humanos, e incluso de las escasas innovación, vinculación, organización y distribución equitativa de las capacidades científicas y tecnológicas (Conacyt, 2012).

El centro de investigación que compone nuestro caso de estudio se constituyó en la ciudad de Hermosillo, Sonora, en 1982. Como parte de su desarrollo institucional y a solicitud de los gobiernos estatales y grupos empresariales se crearon unidades foráneas en distintas ciudades del noroeste de México: en 1993, las unidades de Guaymas (Sonora), Mazatlán y Culiacán (Sinaloa); en 1997, la unidad de Cuauhtémoc, y la de Delicias en el 2000, ambas en Chihuahua. En este último año, el Centro se constituyó como uno más de los CPI del Conacyt. Más recientemente, en 2011, se crearon la Unidad de Transferencia e Innovación (UTI) en la ciudad de Hermosillo y dos unidades de gestión tecnológica (UGT-CIAD) en los estados de Nayarit y de Michoacán (Pacheco, 2011).

Si bien la misión del Centro ha ido transformándose, no ha dejado su vocación científica y docente original en los temas de alimentación y de desarrollo en apoyo a los procesos de postcosecha y de postcolecta. Actualmente tiene la siguiente misión:

Contribuir al desarrollo sustentable y al bienestar de la sociedad en las áreas de alimentación, nutrición, salud, desarrollo regional y recursos naturales, mediante la generación, aplicación y difusión de conocimiento científico-tecnológico, la innovación y la formación de recursos humanos de alto nivel (CIAD, 2015).

En 2014 el centro contaba con 487 empleados permanentes, de los cuales el 71% (346) formaban parte del personal académico (28% investigadores titulares, 16% investigadores asociados,

⁷ Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente.

Tabla 1

Estructura funcional: Unidad central Hermosillo (2012)

Unidad Central	Coordinación	Académicos titulares	Académicos asociados	Académicos técnicos	Admón.	Total
Hermosillo	Nutrición	13	8	13	0	34
Hermosillo	Ciencia de Alimentos	13	7	17	9	46
Hermosillo	Desarrollo Regional	20	15	3	1	39
Hermosillo	Tec. Alim. Origen Animal	17	12	11	3	43
Hermosillo	Tec. Alim. Origen Vegetal	18	13	11	0	42
Hermosillo	Vinculación Social	1	2	5	1	9
Hermosillo	Investigación	1	0	1	1	3
Hermosillo	Programas Académicos	1	0	8	0	9
Hermosillo	Dirección Admón.	0	0	3	69	72
Hermosillo	Dirección General	2	1	14	7	24
TOTAL		86	58	86	91	321

Fuente: bases de datos del CPI caso de estudio.

27% técnicos de investigación) y el 29% restante eran parte del personal administrativo y de mantenimiento. Además, al año se agregó una población de 178 individuos que laboraban de forma eventual o subcontratada a través de proyectos o de servicios externos, sumados a una población estudiantil de 353 personas, quienes en conjunto se distribuyeron proporcionalmente entre las distintas unidades (tablas 1 y 2).

En materia docente y académica, la institución cuenta con dos posgrados, de maestría y de doctorado en desarrollo regional y ciencias, pero sólo dos unidades han establecido de manera formal la inclusión de una vocación académica acorde a los criterios de la sustentabilidad ambiental, aunque también otras unidades foráneas han incorporado líneas de investigación en el tema.

Tabla 2

Estructura funcional: Unidades foráneas (2012)

Unidades Foráneas	Académicos titulares	Académicos asociados	Académicos técnicos	Administración	Total
Mazatlán	21	10	13	15	59
Culiacán	14	3	13	22	52
Guaymas	7	3	8	5	23
Cuauhtémoc	7	1	6	6	20
Delicias	3	3	4	1	11
Foráneas	52	20	44	49	165
TOTAL CPI	138	78	130	140	486

Fuente: bases de datos del CPI caso de estudio

Metodología para la evaluación de la producción científica de sustentabilidad ambiental

La metodología para evaluar la producción científica de sustentabilidad ambiental (PCSA) del CPI caso de estudio consta de cinco procedimientos: 1) definición de criterios conceptuales; 2) identificación, selección y clasificación de la PCSA; 3) entrevistas abiertas a todos los ex directores generales (1982-2012) y a algunos investigadores estratégicos; 4) revisión documental pertinente, y 5) evaluación del impacto de la PCSA. Los cinco procedimientos guardan una relación dinámica entre sí, en cuanto que son complementarios e interdefinibles.

La definición de conceptos se fundamentó en la crítica a la racionalidad hegemónica desarrollada párrafos arriba: 1) ética de la Tierra (Elizalde, 2003), y 2) racionalidad y sustentabilidad ambiental (Leff, 2003, 2004). Asimismo se integraron los criterios utilizados en los instrumentos de política ambiental territorial en México: sensibilización, aprovechamiento, protección, restauración y conservación (Cámara de Diputados, 2012).

Para la identificación, la selección y la clasificación de la PCSA del CPI caso de estudio utilizamos dos metodologías cruzadas de aproximación sistémica, conocidas como «de abajo hacia arriba» (*bottom-up*) y «de arriba hacia abajo» (*top-down*). La primera se basa en que el personal académico frecuentemente origina procesos creativos que provienen de su propia visión y que perfilan la producción científica del centro, es decir, procesos de abajo hacia arriba, mientras que la segunda queda definida como un proceso jerárquico que va desde los puestos altos a los bajos, determinado por las políticas institucionales (País, 2013).

En el mes de octubre del 2012 fue implementado el procedimiento de abajo hacia arriba a partir de una invitación abierta al personal académico (titulares y asociados), el cual fue fortalecido por la participación de los coordinadores de las distintas unidades del centro, quienes se encargaron de canalizar a los investigadores de conocida trayectoria ambiental. Esto garantizó la presencia de prácticamente todos los académicos con PCSA. De los 216 investigadores titulares y asociados que conformaban el centro en 2012 participaron 106, el 48.7% del total.

La revisión de la producción académica, obtenida a partir de los currículos y de las entrevistas de los investigadores participantes, evidenció algunas diferencias conceptuales con respecto a lo que se entendía por sustentabilidad y por ambiente, pues las concepciones de algunos investigadores no coincidían con los criterios definidos en la metodología. Con el fin de dar mayor rigor a la identificación de la PCSA, implementamos el segundo procedimiento: de arriba hacia abajo. Así, revisamos los contenidos de las distintas misiones y líneas de investigación de las 10 coordinaciones del CPI caso de estudio, ya que éstas por lo regular determinan el tipo de producto académico final. Una vez aplicado el segundo procedimiento, registramos un total de 1,533 productos, conformando así la PCSA del caso de estudio. Organizamos la base de datos por investigador, por año (1982-2012), por coordinación, por línea de investigación y por tipo de producto.

En cuanto a las entrevistas a ex directores, las realizamos en cuatro periodos distintos: el primer director, quien gestionó durante 1982-1991, fue entrevistado en el transcurso del 10 y 11 de octubre del 2013; el segundo (1991-2002), el 9 de octubre del 2014; el tercero (2002-2007), el 15 de febrero del 2014; el cuarto (2007-2012), el 8 de octubre del 2014. Las entrevistas fueron semiestructuradas bajo la guía de una serie de preguntas relacionadas con su gestión directiva en general, y en específico respecto a su política de sustentabilidad en los aspectos operativos y académicos.

Por último, para evaluar el impacto de la PCSA, analizamos en las plataformas *web* de ResearchGate (RG) y de Google Académico (GA) los perfiles académicos de los investigadores con mayor producción; también entrevistamos a los coordinadores e investigadores de las unidades más

Tabla 3
Tipo de producto de la PCSA

Categoría	Actividad académica	No. de productos
Docencia	Cursos impartidos y tesis de posgrado	276
Investigación	Publicaciones (artículos arbitrados, libros dictaminados, capítulos de libro, artículos de divulgación, conferencias y ponencias en memorias de congresos, reseñas, manuales). Bases de datos	496
Vinculación	Proyectos, reportes técnicos, organización de eventos, colaboración académica, consultorías. Ponencias no publicadas	747
Certificaciones	Distinciones a la labor académica y/o premios	14
TOTAL		1,533

Fuente: Elaboración propia.

influyentes en la materia. Las entrevistas se enfocaron en la identificación y la descripción de los casos de éxito a nivel institucional y dentro de las coordinaciones; fueron realizadas durante el periodo del 11 al 14 de julio del 2016.

Desarrollo de la producción científica de sustentabilidad ambiental

Después de identificar la PCSA, clasificamos a los 106 investigadores participantes en tres niveles: 1) académicos que, de manera sustantiva, se dedicaron a la temática de sustentabilidad ambiental (23 investigadores), quienes concentraron cerca del 80% de la PCSA y, en su mayoría, estaban adscritos a las unidades de Guaymas y Mazatlán; 2) académicos que trabajaban varias líneas de investigación, además de las ambientales (23 investigadores), quienes contribuyeron con casi el 15% de la PCSA, y 3) académicos que se dedicaban esporádicamente al tema (22 investigadores), con el 5% de la PCSA. En los 38 investigadores restantes no se identificó PCSA. En resumen, para el año 2012, 46 individuos trabajaban la temática ambiental, el 21% del total de los investigadores del CPI caso de estudio.

Los indicadores del sistema de evaluación de la producción del caso de estudio han ido cambiando con el tiempo, como parte del proceso de transformación del sistema nacional de CPI e incluso del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que también administra el propio Conacyt. Dichos indicadores determinan, aunque no del todo, las actividades de los investigadores, quienes pueden ir escalando posiciones y aumentar también su ingreso económico. Por ello, organizamos el análisis del tipo de producción de la PCSA en tres grandes categorías: investigación, docencia y vinculación.

Como puede observarse en la tabla 3, la PCSA integra un total de 1,533 productos, de los cuales 276 pertenecen a la categoría de docencia, 496 a investigación y 747 a vinculación. También identificamos 14 certificaciones que reflejan la alta calidad de los productos en materia de sustentabilidad ambiental.

Desarrollo institucional y producción científica de sustentabilidad ambiental

La producción científica general del Centro ha ido aumentando desde su fundación (fig. 1) como resultado del desarrollo institucional (aumento y diversificación del personal y del presupuesto) y del aumento de la capacidad productiva de cada investigador dentro de su propia maduración

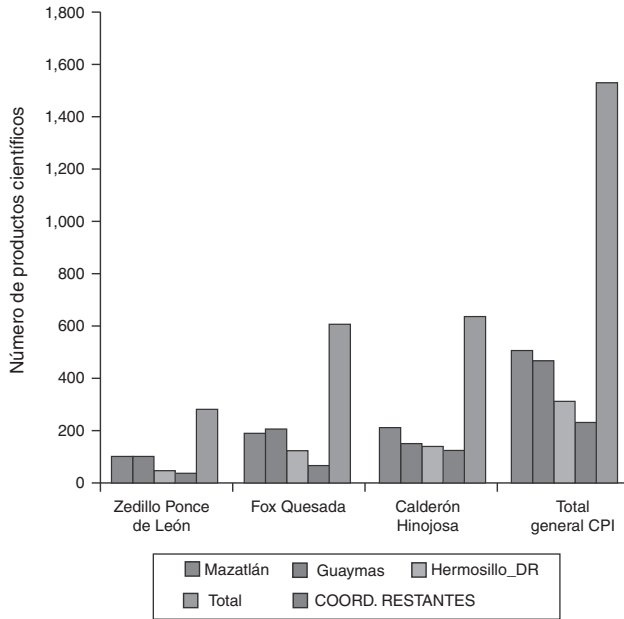


Figura 1. PCSA por sexenio federal y coordinación del CPI.
Fuente: Elaboración propia.

profesional. Lo anterior tiene por contexto la orientación de la política de ciencia y tecnología a nivel federal; por ello, a continuación presentamos la información según las administraciones federales sexenales.

La PCSA surgió siete años después de la fundación del caso de estudio, durante la administración del presidente Carlos Salinas de Gortari y del director fundador (figs. 2 y 3). Sin embargo, a diferencia de la producción general, irrumpió de manera intermitente, pues en el sexenio sólo se registraron nueve productos. En este contexto institucional emergió la PCSA, pues el CPI caso de

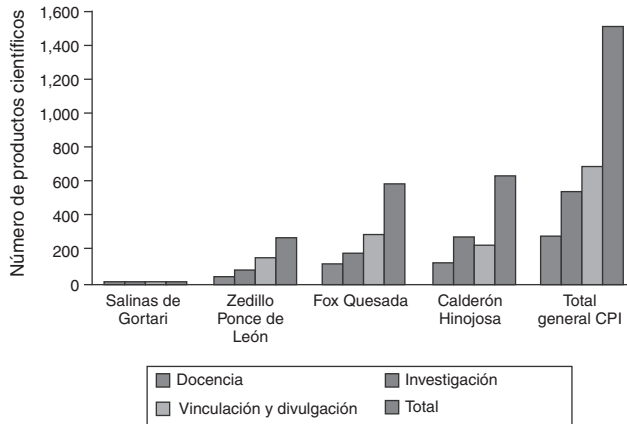


Figura 2. PCSA por sexenio federal.
Fuente: Elaboración propia.

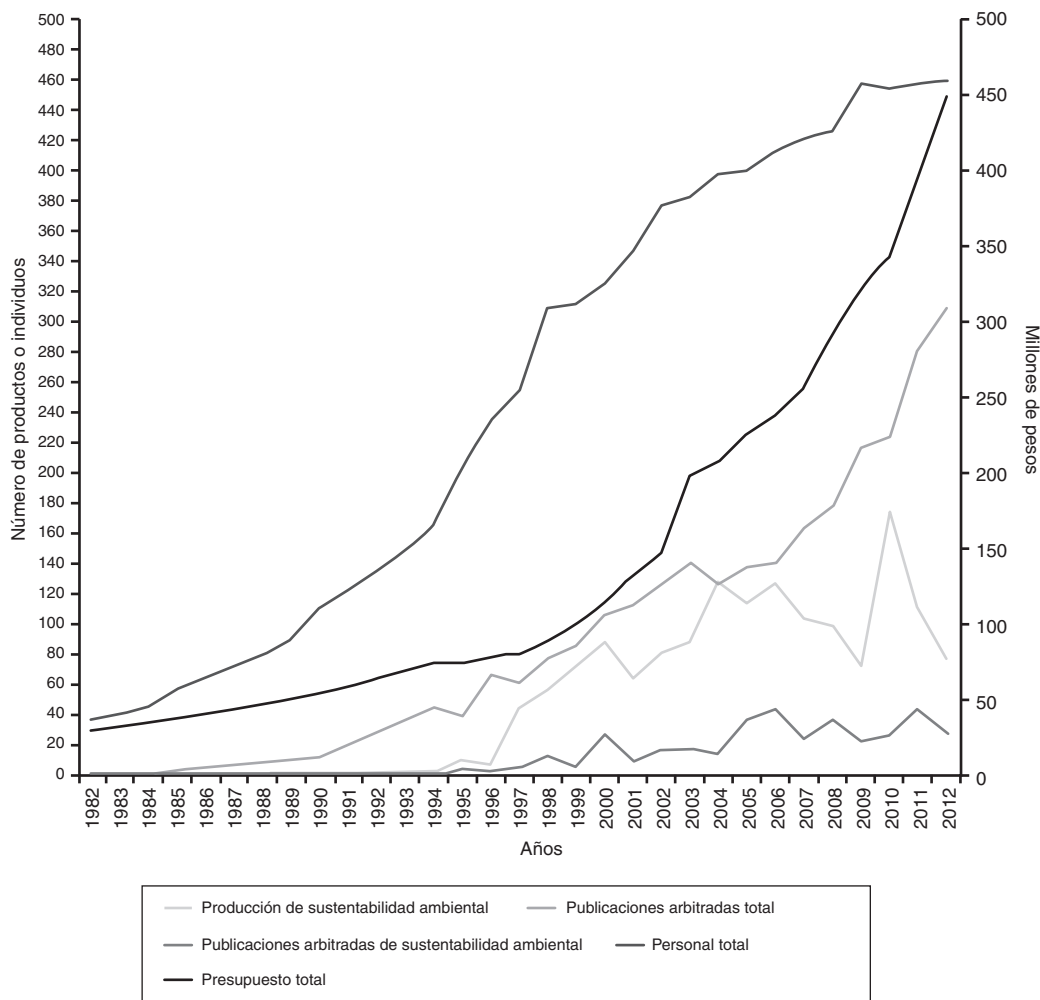


Figura 3. Correlación de: PC general, PCSA, presupuesto y personal académico.

Fuente: Elaboración propia.

estudio no fue fundado con una misión ambiental, sino que fue surgiendo para dar respuesta al reconocimiento de la problemática ambiental en la vida del país y de la región; así lo señaló el ex director fundador del CPI (2013), periodo 1982-1991:

Los temas ambientales entraron al centro de forma tangencial, ya que el tema de investigación central era la alimentación, *post mortem* y postcosecha [. . .]. El primer estudio ambiental que hicimos fue un análisis del agua potable de la ciudad de Hermosillo, vista como alimento, alrededor del año 1990, para evaluar la cantidad de flúor.

En este sentido, se puede argumentar que el mecanismo organizacional que dio entrada a las investigaciones de sustentabilidad ambiental fue de carácter coyuntural, pero dado el contexto social, político y ambiental regional, sumado a la capacidad institucional existente, así como a la disposición de fuentes de financiamiento oficiales, se introdujeron «los temas ambientales».

Tabla 4

Fuente de financiamiento y número de proyectos, por sexenio 2000-2012

Sexenio 2000-2006		Sexenio 2006-2012	
Fuentes de apoyo	Número	Fuentes de apoyo	Número
Semarnat	10	Semarnat	15
Otras Inst. ambientales	12	Otras Inst. ambientales	7
Conacyt	3	Conacyt	6
Fondos mixtos	7	Fondos mixtos	0
Otros Fondos Sectoriales	5	Otros Fondos Sectoriales	4
Proyectos autofinanciados	9	Proyectos autofinanciados	3
Fondos binacionales (US-MEX)	2	Fondos binacionales (US-MEX)	2
Instituciones extranjeras	13	Instituciones extranjeras	6
ONG en México	0	ONGS en México	5
TOTAL	61	TOTAL	48

Fuente: elaboración propia.

No obstante, la PCSA adquirió cierta regularidad hasta 1995 como consecuencia de la apertura de las coordinaciones de Aseguramiento de Calidad y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales (ACASRN) y Acuicultura y Manejo Ambiental (AMA), instancias que definieron —desde sus inicios— objetivos ambientales. La orientación de las unidades tuvo mucho que ver con la perspectiva del nuevo director general y de los investigadores activos en dichas regiones, quienes procuraron integrar a otros académicos que ya tenían cierta trayectoria ambiental.

Asimismo, la coordinación de Desarrollo Regional, si bien no marcó de inicio objetivos en la materia, sí los incorporó poco a poco y culminaron con la conformación del programa de estudios ambientales en 1998 y en un área de especialización dentro de la maestría en Desarrollo Regional durante 2002.

A finales del sexenio 1994-2000 (presidencia de Ernesto Zedillo), la PCSA alcanzó más de 200 productos, distribuidos de mayor a menor en las categorías de vinculación, de investigación y de docencia (fig. 2). En el sexenio siguiente, 2000-2006 (presidencia de Vicente Fox), la PCSA aumentó en alrededor de 600 productos, circunstancia relacionada con el financiamiento de proyectos de las instituciones públicas ambientales (tabla 4). En el periodo 2006-2012 (presidencia de Felipe Calderón), si bien la PCSA se mantuvo estable, no mostró un aumento significativo. La coordinación de Mazatlán mantuvo el liderazgo institucional en la PCSA al 2012, contribuyendo con el 32.7% de la producción total e histórica del CPI; le siguió la coordinación de Guaymas, con un 29.4%, y Desarrollo Regional, con cerca del 20% de la PCSA total.

Cabe señalar que el 18% restante de la PCSA del caso de estudio deriva de la producción de las otras siete coordinaciones, que se caracterizaron por una esporádica —y en algunos casos nula— producción ambiental, pues no lograron conformar programas ni líneas de investigación en la materia. Sobresale la coordinación de Ciencias de los Alimentos, con el 6% de la PCSA, que introdujo matrices ambientales en sus estudios para evaluar la contaminación de alimentos, principalmente plaguicidas.

Orientación temática y financiamiento de la producción científica de sustentabilidad ambiental

Los temas que predominaron en la PCSA se relacionaron con cuatro factores principales: la misión y el objetivo central del CPI caso de estudio, y de sus coordinaciones, las fuentes de

financiamiento de los proyectos de investigación, los intereses y capacidades de los investigadores y, en menor grado, los intereses de algunos alumnos que realizaron sus cursos de posgrado en los programas del caso de estudio. Por ejemplo, la PCSA de la coordinación de Guaymas concentró trabajos relacionados con la conservación de la biodiversidad, mientras que la unidad de Mazatlán, al tener bajo su resguardo una zona federal estuarina (Estero del Yugo), pudo combinar los tratados de producción acuícola con aquellos de conservación de la biodiversidad dentro y fuera de esta área natural protegida.

La PCSA de la coordinación de Desarrollo Regional abordó temas de desarrollo regional sustentable, visibles tanto en los estudios de planeación territorial, de turismo, de desarrollo rural comunitario y local, como en los análisis de la conducta pro-ambiente, la historia y la educación ambiental, la ecología política y la diversidad biocultural; algunos otros han sido introducidos por los alumnos del posgrado; por ejemplo, las energías renovables o el manejo de residuos sólidos; en cambio, los temas de percepción de riesgo y de evaluación social de impactos por desastres ambientales empezaron a surgir recientemente.

Sobre la disponibilidad de fondos destacaron los proyectos financiados por las instituciones públicas del sector ambiental como Semarnat, Conanp, Conafor e INE⁸, más los fondos del Conacyt, que en la mayoría de los casos surgieron del fondo sectorial Conacyt-Semarnat. En menor medida hubo financiamiento otorgado por fundaciones extranjeras para estudios de conservación de ecosistemas y proyectos de investigación aplicada en comunidades de la región.

Importa señalar que, según lo recabado en el presente artículo, el número de proyectos se redujo de 61, en el sexenio 2000-2006, a 48 en el siguiente sexenio (2006-2012), cuando los proyectos con financiamiento federal pasaron de 38 a 32. Además, se introdujeron cambios en la distribución de los fondos ambientales hacia otros del sector energético, fenómeno que tuvo un impacto en la desaceleración del crecimiento de la PCSA (tabla 4 y fig. 1).

La atención a la problemática regional es parte de la misión del CPI. Por ello, fue importante observar la pertinencia de la PCSA en relación con la problemática socioambiental regional, circunstancia que no necesariamente coincidió con los objetivos de las fuentes de financiamiento. Lo anterior es relevante porque el presupuesto fiscal para el desarrollo de proyectos de investigación ha ido disminuyendo sistemáticamente año con año. Esto se debe sobre todo a los cambios en la orientación de la política federal en ciencia y tecnología, que ha llevado a que este tipo de instituciones dependan cada vez más de fondos externos y de las convocatorias que emite el mismo Conacyt.

En la actualidad, los temas de agua, de energía y de biodiversidad son prioritarios a nivel global (WEF, 2017). Para la región del caso de estudio, el tema del agua resulta crítico al ser una región desértica de manera predominante y contar con los distritos de riego agrícola más grandes del país. La crisis hídrica de la región ha originado serios conflictos socioambientales, como los casos del trasvase del río Yaqui (despojo del agua del pueblo indígena yaqui), la presa Los Pilares (despojo de territorio indígena de los guarijíos) y el derrame de tóxicos mineros en el río Sonora (más de 22,000 personas afectadas), entre otros más (Luque et al., 2012a,b; Luque, Murphy, Jones y Manrique, 2015).

Se puede observar en la figura 4 que tanto el tema del agua como el de la biodiversidad han sido tratados con poca consistencia y significancia en relación al PCSA general. Cabe aclarar que si bien la PCSA aborda problemáticas regionales muy diversas, éstas son proyectadas a través

⁸ El Instituto Nacional de Ecología es la institución antecedente del actual Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC-Semarnat).

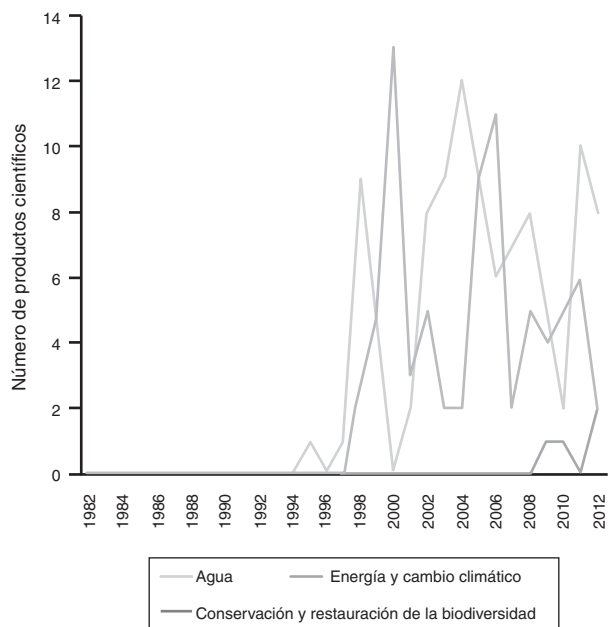


Figura 4. PCSA por temas prioritarios.

Fuente: Elaboración propia.

de líneas de investigación preestablecidas bajo la propia dinámica de los investigadores y de la orientación de los fondos. Es por ello que los temas de energía y de cambio climático, al no ser parte de los objetivos de ninguna coordinación, presentan escasos y recientes estudios, pues el perfil disciplinario predominante no está capacitado en estos temas; lo más probable es que como ya son tópicos prioritarios en la agenda del Conacyt, otros CPI especializados en fuentes de energía renovable se encarguen de analizarlos.

Contexto institucional y política de ciencia y tecnología

La estructura de los Centros Públicos de Investigación (CPI) está compuesta por el marco jurídico que sustenta al Conacyt, en especial por la Ley General de Ciencia y Tecnología (LGCYT). Sin embargo, su funcionalidad se determina, en gran parte, por el presupuesto que le destina la federación, y va cambiando a partir de los ciclos que sufren los sistemas económicos de México y del mundo, así como de las circunstancias políticas particulares de la nación. Señala un ex director del CPI (2013), periodo 2002-2007:

Cada sexenio nos pasa lo mismo: invertimos mucho tiempo y esfuerzo en hacer modificaciones a la ley y a una planeación que nos permita el diseño de políticas y programas de ciencia y tecnología de mayor vanguardia, incluyendo los temas ambientales; luego viene la crisis económica y con ella los recortes presupuestales, y todo se viene abajo.

Al respecto, Chávez (2017) menciona que los instrumentos presupuestales federales todavía no asignan recursos directos y permanentes para inducir la inversión nacional en ciencia y tecnología, similar a lo que pasa en los ámbitos presupuestales de salud, de educación o

del campo, entre otros. Prevalece un contexto que rebasa el quehacer institucional interno y que es posible analizar de manera introductoria al observar el comportamiento general de tres variables críticas de desempeño: presupuesto global, personal académico y producción científica (fig. 3).

Para el año 2012, el CPI caso de estudio contaba con 486 trabajadores contratados, de los cuales 346 conformaban el personal académico (titulares, asociados y técnicos) y un presupuesto global (fiscal y propios) de 448 millones de pesos, con una producción científica general de 309 publicaciones arbitradas. Sin embargo, como puede observarse en la figura 3, esta correlación no tuvo un desarrollo uniforme, pues ha estado sujeta a las tendencias de la política federal en ciencia y tecnología, al desempeño de sus directivos y a la madurez productiva del personal académico.

Sexenio 1982-1988

Al finalizar el sexenio del presidente José López Portillo e iniciar el de Miguel de la Madrid (1982), el caso de estudio fue establecido como una institución pública o CPI del Conacyt. Se formalizó entonces la contratación de personal y la obligación del gobierno federal de destinar un presupuesto anual, elementos que tuvieron un incremento gradual durante la siguiente administración. Sin embargo, no ayudaron a aumentar ni la producción académica en general ni la PCSA, y exhibieron valores apenas perceptibles; nos explicó quien era entonces su director general (1982-1991): «Existe un tiempo de maduración en el cual una comunidad académica se ajusta a los estándares de producción científica».

Sexenio 1988-1994

Durante el gobierno del presidente Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) se impulsó con mayor ahínco la política económica neoliberal dentro del país, lineamiento que impactó la orientación productiva de los CPI, financiada con recursos del Conacyt, bajo bases competitivas y proyectos de investigación pública en apoyo al desarrollo de empresas privadas. Esto encauzó la actividad científica del CPI caso de estudio de manera determinante, dado que se concertó una vinculación más decidida con el sector privado regional de la industria alimentaria. Al respecto de lo que sucedía en el Conacyt, el ex director (2013), en el periodo 1991-2002, mencionó:

Cuando entré, en 1991, en el escenario nacional sí estaban los temas ambientales, pero no había una política pública explícita, ni eran una prioridad para el Conacyt. Durante la administración del Dr. Fausto Alzati (1991-1994) y, sobre todo, con el Lic. Carlos Bazdresch Parada (1995-2000), sí se advierte una reafirmación del tema. En el caso de estudio, la manifestación clara del interés ambiental se observó con la creación de la unidad Mazatlán en 1993.

El surgimiento de la temática ambiental en el caso de estudio tuvo por contexto la redacción de la legislación ambiental federal y su aplicación dentro de diversas instituciones públicas. En el año de 1988 se decretó la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente (LGEEPA), que a su vez repercutió en la legislación estatal y municipal. Simultáneamente se creó la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue) a nivel federal, mientras que el gobierno del estado de Sonora desde el año 1991 instauró la Secretaría de Infraestructura, Desarrollo Urbano y Ecología (Sidue).

Sexenio 1994-2000

Según Canales (2007), al final del sexenio del presidente Salinas de Gortari (1988-1994) el contexto social se caracterizó por una fuerte crisis económica que impactó a la siguiente administración. Esta situación determinó que los programas sectoriales en materia de ciencia y tecnología no se dieran a conocer hasta 1996.

En el periodo de 1994-2000, durante la administración del presidente Zedillo, el caso de estudio tuvo un crecimiento generalizado en los tres indicadores básicos: presupuesto, producción y personal. A pesar de la crisis, el presupuesto general creció debido a un aumento de los fondos provenientes de organizaciones privadas y fundaciones, mientras la nómina se proveyó vía la federación. El aumento de personal derivó de la consolidación de las coordinaciones centrales y del inicio de las operaciones en las unidades de Guaymas y Mazatlán en 1993, y de Cuauhtémoc y Delicias en los años 1997 y 2000, respectivamente. Importa señalar que durante este periodo fue contratado el 50% de los investigadores identificados con perfil de sustentabilidad ambiental; mientras tanto, la temática ambiental adquiría mayor relevancia a nivel federal con la creación de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap).

Sexenio 2000-2006

El sexenio del presidente Vicente Fox Quesada tuvo un antecedente importante: a partir de 1999, según Cabrero, Valadés y López (2006), se llevó a cabo en los CPI un esquema más exhaustivo de vinculación con el sector productivo de corte empresarial. En 2002 se decretó la Ley de Ciencia y Tecnología (LCYT) que, sin embargo, no redujo la falta de orientación hacia el sector privado, en donde los CPI se utilizaron como parte de una estrategia más para crear condiciones hacia un desarrollo «sustentable» (Canales, 2007).

El contexto descrito repercutió en la vida institucional del CPI caso de estudio de la siguiente forma: continuó el proceso de retiro de la participación del gobierno en los nichos de mercado, pues se trataba de disminuir los gastos del Estado y de la burocracia, lo cual generó que la tasa de crecimiento del personal académico con plaza se detuviera y que, a su vez, aumentara el personal «eventual» contratado con fondos externos, mayoritariamente privados, que, como expone otro ex director (2013), del periodo 2002-2007, marcó el tipo y el margen de su gestión:

Para el director general, las fuentes de preocupación más claras eran la amenaza constante por parte de las autoridades con respecto a nuestro sistema de salud [. . .]; otras tenían que ver con problemas de cuestión salarial [. . .]. La inversión en ciencia y tecnología no era una prioridad para el gobierno federal, ni para el legislativo, ni para el ejecutivo.

Pero ello no afectó el ritmo de crecimiento de la PCSA y de sus publicaciones arbitradas. Por su parte, el sector federal ambiental continuó consolidándose con el cambio de la entonces Semarnap a Semarnat, llevando el tema pesquero a la Sagarpa.

Al respecto, el ex director (2013) del periodo 1991-2002 señaló que el fondo sectorial Semarnat-Conacyt se originó alrededor del 2002, con temas orientados a generar políticas públicas en materia de sustentabilidad y de mitigación del cambio climático. Dicho fondo ha financiado, durante los últimos diez años, decenas de proyectos ambientales.

Según Canales (2007), para el 2006 el tema ambiental se ubicó como el tercer sector con mayor cantidad de presupuesto. Además, se consolidó el sector ambiental federal con el Instituto Nacional de Ecología (INE), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), la Comisión Nacional para el Conocimiento de la

Biodiversidad (Conabio), la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y la Comisión Nacional del Agua (CNA); esta última, a pesar de haber sido conformada desde 1989, pasó a formar oficialmente parte del sector. En el caso de la PCSA del caso de estudio, estas instituciones trajeron beneficios considerables, pues más de una tercera parte de los proyectos ambientales de investigación durante 2000-2006 fueron financiados por ellas.

Sexenio 2006-2012

Por último, el periodo del presidente Felipe Calderón se caracterizó por la continuación de las políticas públicas neoliberales y de aquellas ya establecidas en el seno de la LCYT. El sector ambiental federal se mantuvo en transformación con el cambio del INE a INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) al finalizar el sexenio. En este periodo se desaceleró el ritmo de crecimiento del personal del CPI caso de estudio, mientras que el presupuesto y la productividad general se incrementaron, exhibiendo resultados productivos manifiestos y un aumento en la capacidad de gestión de fondos de parte de la comunidad académica (ver fig. 3). Según palabras del entonces director del CPI (2013), periodo 2007-2012:

En mi gestión tuve que aceptar 200 proyectos durante un año en la institución, lo cual te habla de la calidad de las propuestas de los investigadores. Sin embargo, estos respondían a necesidades muy específicas de un sector o un empresario y no se derivaron de un programa institucional de investigación.

Para finales del 2012, el presupuesto externo llegó a alcanzar cerca del 40% del total y el personal eventual conformó más del 20% del personal académico. Sin embargo, como la institución no adquirió obligaciones laborales —prestaciones de seguridad, indemnizaciones y pensiones—, el personal eventual no quedó registrado en los documentos internos, por lo que no están contabilizados en la figura 3. Es decir, el crecimiento del presupuesto del caso de estudio sí redundó en una mayor productividad, pero no en el mejoramiento de los ingresos de los trabajadores administrativos, académicos y eventuales. Así, la inequidad institucional se profundizó e hizo crisis, lo que llevó a la creación del Sindicato Auténtico de los Trabajadores en el año 2009, que para el 2012 contaba con 230 afiliados, entre académicos y administrativos.

Durante el periodo 2006-2012, la PCSA observó un comportamiento casi similar al sexenio anterior, aunque en algunos momentos a la baja (fig. 3). Dichos altibajos en la producción, sobre todo en 2010, se debieron a un hecho inédito y poco común: en 2010 un investigador de Mazatlán publicó alrededor de 50 productos científicos, fruto de la identificación y de la descripción taxonómica de varios años atrás. Esto trajo a la mesa de análisis la constante dificultad de homologar y de evaluar la producción académica de distintos tipos de investigadores y disciplinas, a pesar de ser una prioridad institucional generar las condiciones de estimulación y de distribución justa de los beneficios según el desempeño individual del personal académico.

En la administración actual (2012-2017) se consensó, como parte de la misión del CPI caso de estudio, el «desarrollo sustentable», impulsado en buena parte por la vocación personal del director en turno. Asimismo, se ha dado a la tarea de promover una planeación estratégica de mayor envergadura que ha sido influida, a su vez, por una reingeniería del sistema de los CPI del Conacyt, por lo que en su momento se tendrá que evaluar si estos cambios le fueron favorables a la PCSA. El resultado es aún incierto, pues según una entrevista realizada a los directivos del caso de estudio en 2015, los recurrentes recortes del presupuesto federal y los crecientes gastos operativos, administrativos y de insumos a la investigación, incluyendo los provenientes de la atención a la salud de los empleados, han generado la necesidad de utilizar recursos externos

provenientes de la vinculación con empresas u otras instituciones para solventar dichos gastos. Esto ha tenido como consecuencia la falta de inversión en proyectos estratégicos y de mejoras a la infraestructura institucional, incluyendo los de índole ambiental.

Análisis del impacto de la producción científica de sustentabilidad ambiental

Hoy existe un creciente interés por conocer el impacto de los recursos públicos invertidos en ciencia y tecnología por parte de las instancias públicas fiscalizadoras, de los mismos académicos y de las organizaciones ciudadanas (León, Beltrán, Núñez y Preciado, 2012). Históricamente y por definición institucional, las actividades académicas de investigación y de docencia han sido las piedras angulares de los mecanismos de producción de los CPI, retroalimentadas por factores individuales, tales como la obtención de prestigio, de ingreso, de aprendizaje o de superación; y organizacionales, tales como el diseño de estructuras, de flujos de información y de estructuras legales (León, López y Sandoval, 2009).

Según los diagnósticos hechos por el propio Conacyt, los CPI presentan deficiencias en materia de evaluación, pues el instrumento aplicado hasta ahora, el Convenio por Administración de Resultados (CAR), si bien incluye el desempeño académico y docente, no analiza los aspectos estructurales de la producción científica, por ejemplo, el contexto político y laboral institucional; tampoco analiza la pertinencia en la orientación temática, el diseño institucional y la eficacia en el impacto económico, social y ambiental a nivel local, regional o nacional. Paradójicamente, los CPI carecen de un protocolo de análisis de su propio desempeño institucional, el cual hasta ahora se remite a informes de actividades sustantivas, evaluadas con criterios cuantitativos, carentes no sólo de datos rigurosos sobre su impacto social, sino de un cabal entendimiento de su problemática estructural. Nuestro trabajo es una contribución en este sentido y a continuación mostramos dos aproximaciones para evaluar el impacto de la producción científica de sustentabilidad ambiental (PCSA) en el CPI caso de estudio: 1) calidad científica, y 2) responsabilidad socioambiental.

Impacto de la producción científica de sustentabilidad ambiental por su calidad científica

En relación al caso de estudio, los datos cuantitativos de la PCSA fueron planteados en los apartados anteriores, organizados en tres rubros: investigación, docencia y vinculación. La primera aproximación del impacto de la PCSA se refiere a la tradicional evaluación del desempeño académico cuyos criterios cualitativos son implementados por comités dictaminadores que trabajan en las ediciones científicas, lo que garantiza sin duda alguna el rigor científico de la producción. Asimismo, las publicaciones arbitradas por comités de pares científicos forman parte principal del criterio de inclusión para acceder al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que no sólo sirve para identificar a los investigadores de México, sino que es un instrumento de credibilidad dentro de la propia comunidad académica e institucional. Desde esta perspectiva, del porcentaje total de investigadores en el año 2012, el 56.5% pertenecía al SIN, mientras que los dedicados a la temática de sustentabilidad ambiental sumaron un 72%.

El ingreso y la permanencia en el SNI también se rige por los factores de impacto de las revistas científicas, definidos como indicadores cuantitativos que miden la frecuencia de citas de una publicación durante cierto periodo de tiempo. Lo anterior permite no solamente comparar revistas y evaluar su importancia relativa, sino conocer la contribución individual de cada investigador a su área de conocimiento (Universidad de León, 2015).

En la tabla 5 observamos un listado de los 10 investigadores que concentran la PCSA dentro del CPI caso de estudio, junto con el total de su producción general, su número de citas y el factor RG

Tabla 5

Los 10 investigadores con más investigación de sustentabilidad ambiental

<i>Investigador</i>	No. de productos	No. de citas	RG
1	84	184	18.71
2	83	556	27.53
3	49	315	19.08
4	40	1,188	22.56
5	30	N/A	N/A
6	26	555	29.53
7	21	14	3.23
8	17	35	8.01
9	14	482	25.06
10	14	553	22.36

RG: medida de reputación calculada a partir del perfil de las publicaciones, así como de su utilidad para otros investigadores (<https://www.researchgate.net>, consultado 20 Oct 2016).

Fuente: elaboración propia basada en la base de datos de ResearchGate.

(factor de influencia del investigador). Las cifras de la primera columna consideraron la base de datos del presente estudio, mientras que las dos últimas registran la información proporcionada en los perfiles individuales de ResearchGate (RG) —plataforma electrónica de amplia utilización en el mundo académico—, la cual se utilizó con precaución, puesto que sus indicadores no asientan toda la información disponible en otras bases de datos, inclusive las del propio autor (Ruiz Guadalajara, 2016).

Como se observa en la tabla 5, y por el porcentaje de investigadores del SNI, gran parte de los académicos del caso de estudio han logrado posicionarse como referentes en sus respectivos campos, ya sea a través de publicaciones científicas, de interacciones formales e informales, o de actividades de divulgación. No obstante, señaló la coordinadora de la unidad Guaymas (2016), si bien el impacto en la comunidad científica es relevante, al final sólo constituye una herramienta de credibilidad; lo más importante se logra en el campo social, aunque sea un factor difícil de medir y cuente con fondos limitados.

Impacto por su responsabilidad socioambiental

La evaluación del impacto social es una preocupación institucional del Conacyt y del mismo CPI caso de estudio; para ello destina las categorías de vinculación y de formación de recursos humanos como los medios institucionales dirigidos a la transferencia de conocimiento, de suerte que el 48.7 y el 18% de la PCSA aparecen orientados a aquellos dos rubros, respectivamente. Es decir, los investigadores de sustentabilidad ambiental muestran una activa vinculación social, inhibida a su vez por el mismo sistema de evaluación; así lo prueba el caso de estudio y el SNI que privilegian de manera determinante a los productos del rubro de investigación.

El despacho Innovación y Competitividad (2012) desarrolló para el Conacyt el «modelo ideal de gestión de un centro público de investigación» en el que se proponen siete indicadores de evaluación: 1) valor de soluciones a problemas de interés público; 2) impacto económico generado por la aplicación de la investigación aplicada; 3) población beneficiada por la aplicación de los resultados de la investigación aplicada; 4) mejora de la competitividad de las empresas públicas y privadas; 5) nuevos negocios; 6) nuevas ventas, empleos y crecimiento económico, y 7) mejora en las políticas y programas públicos. En cuanto al análisis del impacto social de la PCSA, según el modelo mencionado, dicha producción sólo cumpliría con los indicadores 1, 3 y 7, quedando

los cuatro restantes sin una aplicación directa, ya que la totalidad de la PCSA se asocia a sectores de carácter público, comunidades rurales y organismos no gubernamentales sin fines de lucro.

El modelo deja ver la orientación que se les quiere dar a los CPI como parte de la implementación de la política económica federal, tendencia que frecuentemente entra en conflicto con las iniciativas de protección y de restauración ambiental, así como de desarrollo sustentable comunitario que caracteriza a la mayoría de los proyectos de sustentabilidad del caso de estudio.

Ejemplos sobre el probable impacto socioambiental generado a partir de la intervención de los investigadores no abundan, pero sí alcanzan a ser referencia regional, de manera que el 90% de los proyectos de PCSA atienden problemas de la región del CPI caso de estudio. Asimismo, los investigadores participan en la gran mayoría de los consejos consultivos del sector ambiental, como los de Conagua, Conanp o los de ordenamiento ecológico territorial impulsados por la Semarnat.

El monitoreo de la biodiversidad y de los ecosistemas (calidad del agua, suelos, entre otros) llevado a cabo en las unidades de Mazatlán y Guaymas, más el Programa de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS-Semarnat), han contribuido al diseño de una agenda de trabajo en las áreas naturales protegidas de la región. Destacan el monitoreo de manglares con sistemas de información geográfica, el monitoreo de lobos marinos y de contaminantes en los huevos de aves en las islas del Golfo de California, y también hay que agregar el sistema de monitoreo de los esteros del territorio Seri (Comcáac), basado en el conocimiento tradicional, que fue incluido en los ordenamientos territoriales de la Semarnat. De igual modo, en la unidad de Culiacán se lleva a cabo el monitoreo del clima, como una medida de adaptación al cambio climático en la planeación de los distritos de riego del noroeste del país.

Algunos investigadores han participado activamente en el diseño de la legislación ambiental, por ejemplo, en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) que repercutió en apoyos a proyectos de diagnóstico de las zonas rurales y en la constitución de consejos municipales de desarrollo rural sustentable, lo que generó a su vez una agenda de desarrollo sustentable que retomarían los distritos de desarrollo rural de la Sagarpa; también han participado en redes de investigación nacional que han sido la base de la propuesta ciudadana de la Ley General de Aguas.

Otros investigadores se han enfocado en la promoción de actividades productivas sustentables, por ejemplo, el turismo y la producción de alimentos inocuos dentro de un marco de sustentabilidad ambiental y de desarrollo regional; sobresale un proyecto emblemático dirigido a la micropropagación del agave del mezcal de Bacanora, en Sonora, que restauró en su ámbito nativo a esta especie en riesgo y apoyó a la economía regional derivando en una certificación de denominación de origen; en el área de alimentos destaca el diseño de un empaque elaborado con material biodegradable.

Desde el marco de la ecología política se han realizado tratados sobre la problemática indígena regional, el sector de mayor vulnerabilidad hídrica y climática, alertando, además, sobre la erosión de sus sistemas alimentarios que implican un manejo sustentable de los recursos naturales. A partir de estas investigaciones se ha logrado avanzar sobre la restauración de algunos ecosistemas, como el de la laguna sagrada de Quitovac, del pueblo indígena tohono o'otham (pápago), en Sonora, alertando sobre el exiguo apoyo institucional que pudiera dar continuidad a su consolidación.

Según directivos e investigadores del caso de estudio, en la actualidad es una obligación institucional presentar indicadores de impacto social, económico y ambiental en todos los proyectos de investigación, pero en la totalidad de los casos los datos quedan al juicio personal de cada académico, pues gran parte de estos estudios son diagnósticos, por lo que no se puede prever su impacto socioambiental. Esto exhibe que el sistema de CPI del Conacyt no cuenta con protocolos

de verificación de la información, ni mucho menos de análisis de los procesos de generación y de transferencia del conocimiento, ni de otros procesos organizacionales y productivos.

Según las entrevistas realizadas, la mayoría de los académicos que trabajan en formatos de investigación aplicada o de acción participativa se ven envueltos con frecuencia en dilemas respecto a quién responder: a los sistemas de evaluación del SNI y del CPI caso de estudio, o al sector social o productivo con el que están trabajando. Existe un conflicto entre la responsabilidad y la pertinencia socioambiental y los sistemas de evaluación que dominan el ámbito científico. Lo anterior concuerda con otros análisis que señalan que los impactos sociales, ambientales y económicos (patentes, creación de empresas sustentables, fundaciones, consultoría) todavía están lejos de constituirse como las actividades predominantes dentro de las distintas modalidades de vinculación y de transferencia de conocimiento de los centros de investigación (Schartinger, 2001; León, Sandoval y López, 2009).

El CPI caso de estudio a la fecha no cuenta con un programa de investigación o de ecoeficiencia en relación con la mitigación y la adaptación al cambio climático, ni tampoco con un programa para la atención de contingencias ambientales. Según las entrevistas realizadas, las iniciativas de algunos académicos se realizan a contracorriente y no logran conformar cuerpos de investigación organizados que coadyuven a contener desastres ambientales, como sucedió con uno de los peores de la historia minera de México: el derrame de lixiviados de cobre sobre el río Sonora provocado por la mina de Cananea del Grupo México. Mientras tanto, el Conacyt ha sido señalado públicamente por destinar fondos públicos de investigación a favor de empresas mineras transnacionales que son consideradas por los ambientalistas como «ecocidas» (Ruiz Guadalajara, 2016). A pesar del comprometido esfuerzo de los investigadores ambientalistas del CPI caso de estudio, la racionalidad hegemónica diluye sus contribuciones.

Conclusiones

La producción científica de sustentabilidad ambiental (PCSA) del CPI caso de estudio tiene por contexto la transformación social y regional, la política económica nacional y la agenda institucional de ciencia y tecnología. El desarrollo de la PCSA está determinado por los objetivos y la misión del caso de estudio, las dinámicas particulares de sus unidades regionales, el liderazgo institucional, la consistencia y la orientación de los fondos de investigación disponibles más el perfil y la madurez de los investigadores. Estos elementos guardan una relación de interdefinibilidad dinámica y compleja, y en su conjunto van definiendo la temática y la intensidad de la PCSA, aunque ésta no siempre coincide con las prioridades y emergencias socioambientales en la región.

En el desarrollo institucional del CPI caso de estudio, si bien se observa un incremento histórico de la PCSA, la tendencia se desaceleró en el último sexenio, en contraste con las tendencias de crecimiento de la producción general arbitrada, el presupuesto y el personal; tales factores se asocian a la introducción de la política neoliberal dentro del Conacyt que busca canalizar la investigación y la formación docente hacia aspectos de «competitividad» y de «rentabilidad» dentro del sector empresarial privado principalmente, el cual aún no muestra interés en la temática ambiental. Es decir, la racionalidad hegemónica impacta el desempeño ambiental del CPI.

El análisis sugiere que ahora que el CPI ha definido dentro de su misión al «desarrollo sustentable», es probable que la PCSA tienda a aumentar, pero dando respuesta quizás a un empresariado interesado por ocupar los nichos del «mercado verde», como el de los alimentos orgánicos y saludables, o el desarrollo tecnológico para impulsar a empresas sustentables. El caso de estudio presenta un gran desafío estructural proveniente de su todavía inmadura capacidad de transferir

y de vincular el conocimiento generado, lo cual no sólo repercute en la producción general, sino que se agudiza dentro de la PCSA por la inconsistencia de su financiamiento, de suerte que se prevé que los sectores sociales más vulnerables a la crisis ambiental seguirán desprotegidos al no desarrollarse la información pertinente que induzca una atención pública más asertiva.

El sistema de CPI del Conacyt no cuenta con un protocolo de investigación que analice la problemática estructural en materia del desempeño ambiental institucional. Por lo tanto, se presagia una gran dificultad para que los CPI sean capaces de atender las demandas específicas de los conflictos socioambientales o de las contingencias como un programa institucional de justicia ambiental. Esto podría lograrse si se reservaran fondos de investigación para los sectores de mayor vulnerabilidad ambiental, climática o hídrica. Sin embargo, lo más probable es que los cambios provengan de la sociedad civil organizada, en tanto afectados o víctimas ambientales. Por ello, es posible que, dada la creciente insurrección ambiental, la institución que se verá obligada a destinar fondos para este tipo de investigación será la Secretaría de Gobernación, no el Conacyt, como asunto de seguridad interna.

En este sentido, el desempeño ambiental de las instituciones de educación superior y de los CPI seguirá avanzando en los temas de ecoeficiencia operativa (ahorro de energía y agua, por ejemplo), mientras que la dimensión académica continuará inscrita dentro de la política de ciencia y tecnología hegemónica. A pesar de las circunstancias, algunos investigadores dedicados a la PCSA sabrán mantenerse como referentes académicos a nivel institucional y dentro de la comunidad científica global.

Por último, concluimos que el proceso metodológico propuesto es una contribución importante para la evaluación de la producción científica, sobre todo para aquella orientada hacia la sustentabilidad ambiental, aunque se debe trabajar aún para identificar con mayor rigor su impacto en las áreas de influencia de los CPI. De esta forma se podrá evaluar la complejidad y el impacto de los CPI con el fin de reorientar su diseño institucional alrededor de problemáticas de justicia social y ambiental que actualmente ya se consideran «problemas nacionales».

Agradecimientos

Se agradece el apoyo invaluable del Conacyt, de los miembros de la Veta Verde del CIAD, del personal directivo y administrativo del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, en especial el de los ex directores Carlos Enrique Peña Limón, Inocencio Higuera Ciapara, Alfonso Gardea Vejar y Ramón Pacheco Aguilar, así como el apoyo técnico de Moisés Rivera Apodaca y Ana Aurora Vidal Martínez.

Referencias

- Asociación Nacional de Universidades de Educación Superior (ANUIES) y Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales (Semarnat). (2000). *Plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior*. México: ANUIES.
- Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA) y Red de Indicadores de Sostenibilidad en las Universidades (RISU). (2014). *Proyecto RISU. Definición de indicadores para la evaluación de las políticas de sustentabilidad en universidades latinoamericanas*. Madrid: ARIUSA.
- Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education (AASHE). (2014). STARS. In *Technical manual 2.0*. Denver: AASHE.
- Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education (AASHE). (2015). *Acerca de la AASHE*, Disponible en: <http://www.aashe.org/about>

- Cabrero, Enrique, Valadés, Diego y López, Sergio. (2006). El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México (editores). México: UNAM, Centro de Investigación y Docencia Económicas, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Cámara de Diputados - H. Congreso de la Unión. (2012). *Ley General del Cambio Climático*. México: Secretaría General de la República.
- Canales, Alejandro. (2007). *La política científica y tecnológica en México: el impulso contingente en el periodo 1982-2006*. México: FLACSO México.
- Capra, Fritjof. (2003). *Las conexiones ocultas: implicaciones sociales, medioambientales económicas y biológicas de una visión del mundo*. Barcelona: Anagrama.
- Chávez, Miguel. (2017). *La Federación de la Política en Ciencia, Tecnología e Innovación en México*. México: PCTI. Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo [consultado 12 May 2017]. Disponible en: <http://pcti.mx/articulos/item/la-federalizacion-de-la-politica-en-c-t-i-en-mexico>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). (2012). *Comunicado de prensa 36/12*. Disponible en: <http://2006-2012.conacyt.gob.mx/comunicacion/comunicados/Paginas/36-12.aspx>.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). (2014). *Inicio. El Conacyt*. Disponible en: <http://conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt>.
- Elizalde, Antonio. (2003). *Desarrollo humano y ética para la sustentabilidad*. México D.F: PNUMA-Universidad Bolivariana.
- Elizalde, Antonio (2010). *La insustentable pesadez del desarrollo. Reflexiones sobre sustentabilidad, desarrollo y cordur* (I. J. Herrera, editor). Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/>.
- Escobar, Arturo. (2014). *Sentipensar con la Tierra. Nuevas lecturas sobre desarrollo territorio y diferencia*. Colombia: Universidad Autónoma Latinoamericana-UNAUCLA.
- Leff, Enrique. (2000). *La complejidad ambiental*. México: Siglo XXI.
- Leff, Enrique. (2003). Ecología Política: Una perspectiva latinoamericana. *Polis*, 2(5), 125–145.
- Leff, Enrique. (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. México: Siglo XXI.
- Leff, Enrique. (2014). *La apuesta por la vida. Imaginación sociológica e imaginarios sociales en los territorios ambientales del sur*. México: VOZES Editora.
- León, Jorge, Beltrán, Andrés, Núñez, Luis y Preciado, Juan. (2012). El CIAD y el mejoramiento de la competitividad de las MIPYME locales de la industria de alimentos: Evaluación de la efectividad del Programa de Servicios Estratégicos. *Estudios Sociales*, 2(2), 99–123.
- León, Jorge, López, Santos y Sandoval, Sergio. (2009). Actividades de transferencia del conocimiento de los investigadores académicos en el estado de Sonora. *Revista de la Educación Superior*, 38(3), 82–112.
- León, Jorge, Sandoval, Sergio y López, Santos. (2009). Vinculación y transferencia de conocimiento de los investigadores de Sonora: Un enfoque basado en la importancia de los factores individuales. *Región y Sociedad*, 21(2), 65–96.
- Lovelock, James. (2007). *La Venganza de Gaia: Porque la tierra está revelándose y cómo podemos salvar todavía a la humanidad*. Barcelona: Planeta.
- Luque, Diana, García, Jaqueline, Betancourt, Miguel, Ramírez, Juan, Celaya, Alan, Ángulo, Miguel, et al. (2012). *Informe de La Veta Verde 2012*. Hermosillo: CIAD.
- Luque, Diana, Martínez-Yrizar, Angelina, Búrquez, Alberto, Gómez, Eduwiges, Nava, Alejandro y Rivera, Moisés. (2012). Política ambiental y territorios indígenas de Sonora. *Estudios Sociales*, 1(2), 253–256.
- Luque, Diana, Murphy, Arthur, Jones, Erick y Manrique, Tadeo. (2015). *Muestreo y análisis orientativo del aspecto social en la cuenca del río sonora: Contingencia ambiental derivada del derrame de la mina Buena Vista del Cobre del Grupo México. Reporte técnico*. Hermosillo: c-Conacyt.
- Luque, Diana y Robles, Antonio. (2006). *Naturalezas, saberes y territorios coméac (seri). Diversidad cultural y sustentabilidad ambiental*. Hermosillo: CIAD-INE.
- O'Connor, James. (2001). *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico*. México: Siglo XXI.
- Pacheco, Ramón. (2011). *Tejiendo lazos con la sociedad: Tres décadas de historia y compromiso*. Hermosillo: CIAD (1982-2012).
- País, José. (2013). *BPM. Cómo alcanzar la agilidad y eficiencia operacional a través de BPM y la empresa orientada a procesos*. España: BPMteca.com. Disponible en: <http://www.bpmteca.com/BPM-Business-Process-Management>.
- Ruiz Guadalajara, Juan Carlos. (2016). Conacyt: Dineros públicos para empresas ecocidas. *La Jornada. Consulta electrónica*... Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2016/02/19/opinion/020a2pol>.
- Schartinger, Doris, Schibany, Andreas y Gassler, Helmut (2001). Interactive Relations Between University and Firms: Empirical Evidence for Austria. *Journal of Technology Transfer*, 26, 255–268.
- Secretaría de Gobernación. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. México: Secretaría de Gobierno de la República.

Toledo, Víctor. (2015). *Ecocidio en México. La batalla final es por la vida*. México: Grijalbo.

Universidad de León. (2015). *Biblioteca Universitaria*,. Disponible en: <http://biblioteca.unileon.es/servicios/servicios-para-profesores/factor-de-impacto>.

Wiedmann, Thomas y Minx, Jane. (2008). A Definition of Carbon Footprint. En C. Pertsova (Ed.), *Economics Research Trends*. Hauppauge: Nova Science Publishers.

World Economic Forum (WEF). (2017). *The Global Risks Reports*,. Disponible en: <http://wef.ch/risks2017>.