

## INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C. INTRODUCCIÓN

### RESEÑA HISTÓRICA

El Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) forma parte del Sistema de Centros Públicos de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), está conformado por 27 instituciones, 26 de ellos son Centros de investigación que comparten cuatro ejes fundamentales: 1. realizar actividades de investigación, 2. formar recursos humanos altamente especializados, principalmente por medio de sus programas de posgrado, 3. transferir conocimiento para promover la modernización y mejora de los sectores productivos, públicos y sociales, y 4. comunicar a la sociedad la información técnica y científica derivada de sus investigaciones por medios de difusión y divulgación. El INECOL celebró 45 años de su creación y es referente de investigación científica y tecnológica con amplio impacto nacional e internacional. Mantiene presencia e infraestructura en tres municipios veracruzanos: Coatepec, Actopan y Xalapa: en este último se ubica su Sede central, y con Subsedes en los estados de Michoacán, Chihuahua y Durango. Genera conocimiento en investigación fundamental/de frontera y aplicada, orientada a la solución de problemas locales, regionales, nacionales e internacionales; realiza actividades de investigación de campo, de gabinete y en sus diferentes laboratorios y microscopios altamente especializados; ha desarrollado una enorme capacidad para trabajar en equipo, principalmente en proyectos de investigación con enfoque multidisciplinario y transdisciplinario. Está organizado en 11 Redes de Investigación, dentro de las cuales se estudian diferentes líneas de investigación conforme al objetivo y misión del Centro. El Jardín Botánico alberga una Colección Nacional de Cícadas y otra Etnobotánica y resguarda el “Santuario del Bosque de Niebla”, Área Natural Protegida categorizada como Reserva Ecológica. En 2010 se fundó la Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE), cuya misión es proveer servicios profesionales de alta especialidad y calidad para la toma de decisiones en el manejo sustentable de los recursos naturales a través de proyectos productivos, que se dirigen para atender la problemática ambiental asociada al desarrollo social y económico de la región y del país. En 2015 se inauguró el Clúster Científico y Tecnológico BioMimic® (Innovación inspirada en la naturaleza), que es el primer consorcio científico conceptualizado en México. Su principal misión es la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales, de salud y agrícolas que aquejan a la sociedad y los sectores productivos, mediante el valor agregado al capital natural de la entidad veracruzana a través del desarrollo de nuevos fármacos, productos naturales para el control biológico de plagas y enfermedades agrícolas y nanomateriales. Colaboran 16 investigadores Cátedras CONACyT, de acuerdo con convenio de apoyo de insumos y servicios para realizar investigación científica.

### FUNDAMENTO LEGAL DE CREACIÓN

Asociación Civil legalmente constituida mediante escritura pública número 47,016 de fecha 07 de agosto de 1975, ante el titular de la Notaría Pública número 69 de la ciudad de México, Distrito Federal, Licenciado Carlos Prieto Aceves, asociado y actuando en el protocolo de la Notaría Pública número 40 de la ciudad de México, Distrito Federal, de la que es titular el Licenciado Xavier Prieto Aguilera. Reconocida como Entidad Paraestatal del sistema SEP-CONACyT el 16 de agosto del 2000.

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL AÑO FISCAL REPORTADO

- Investigación Científica. Es la actividad que ocupa la mayor parte del tiempo de los investigadores del INECOL. En 2020, los 126 investigadores vigentes produjeron 402 publicaciones arbitradas, es decir, artículos, libros y capítulos de libros especializados y de arbitraje

estricto en editoriales de amplia difusión nacional e internacional. Del total de las publicaciones (402), 327 (81%) fueron artículos arbitrados; de estos últimos, 292 (73%) son artículos publicados en revistas internacionales indizadas en el Science Citation Index, con factor de impacto en el Journal of Citation Reports (JCR). También se produjeron 70 capítulos de libro y cinco libros. Se destaca un artículo publicado en la revista Biological Reviews, cuyo factor de impacto es de 11. Las muestras biológicas que forman parte de la investigación publicada incrementan las colecciones científicas donde se conservan como parte del patrimonio natural, como son el Herbario del Bajío (IEB) que se ubica en la Subsede de Pátzcuaro, Michoacán, así como el Herbario XAL (plantas vasculares/hongos), y la Colección de insectos IEXA (Entomológica), que se ubican ambas en la Sede principal de Xalapa, Veracruz. El Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) otra de las reservas ecológicas bajo la custodia del INECOL, es un refugio de selva mediana subcaducifolia y de vegetación costera, se ubica en la vertiente del Golfo de México; contiene dunas, humedales, selva baja, playa, a la par con la laguna, manglar y zona marina que los rodea, es sitio de paso, descanso y refugio de fauna (aves, libélulas, cangrejos, etc.).

- Formación de recursos humanos. El Posgrado cuenta con dos programas, Maestría y Doctorado en Ciencias, que forman parte del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), ambos en la categoría de “Competencia Internacional”, resultando como beneficio para los estudiantes la obtención de becas del CONACyT. En 2020, se graduaron 39 estudiantes, 28 de maestría y 11 de doctorado.
- Vinculación. El número de Proyectos Interinstitucionales fue de 30, como ejemplo se pueden mencionar el proyecto “Análisis filogeográfico del grupo *Canthon humectus* (Coleóptera: Scarabaeidae) utilizando información ecofisiológica, genética y química”.
- Transferencia del Conocimiento e Innovación. En lo que respecta a Propiedad Industrial, se realizaron trámites para la solicitud de dos patentes: 1) Método para la obtención de nanopartículas de cobre, 2) Planta para la preparación de soporte orgánico para el cultivo de hongos.
- Difusión y Divulgación: Se llevaron a cabo actividades de difusión y divulgación de la ciencia dirigidas al público en general, realizando 2,174 acciones, entre las que se destacan los eventos siguientes: Diversas conferencias, Casa Abierta, Fomento al Interés por la Carrera Científica y Tecnológica en Niños y Jóvenes, publicaciones en redes sociales y páginas web.
- Impacto del INECOL en la sociedad.
  - ❖ El Instituto fue reconocido a través de diversos organismos en el ámbito académico, destacándose los siguientes premios y reconocimientos:
    - Los **Drs. Martín R. Aluja Schuneman Hofer, Trevor Williams, Guadalupe Williams y Eugenia J. Olgúin Palacios** aparecieron en el prestigioso listado de investigadores más citados en el mundo, cuya información se publicó en la revista Plos Biology, Asimismo, el **Dr. Aluja** fue reconocido a nivel mundial como el autor con más publicaciones en tefrítidos, resultados publicados en el boletín Fruit Fly News. **La Dra. Olgúin** recibió el Premio “Innovation Award” 2020 otorgado por la Asociación Mundial de Organizaciones de Investigación Industrial y Tecnológica (*World Association of Industrial and Technological Research Organizations – WAITRO-*). La estudiante del Posgrado institucional, **Luz Irene Loría**, durante el VIII Simposio de Primates Mesoamericanos 2020, recibió la distinción al “Mejor Proyecto de Investigación”. Por su parte, el **M. en C. Gabriel Patricio Andrade Ponce**, recibió el Premio “Posgrado Distinguido”, “Mejor Tesis Nivel Maestría, otorgado por la Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. También, el estudiante **Jorge Ramos Luna**, recibió el reconocimiento “Premio Documental” por su cortometraje “Memorias Silvestres”, durante el Pet Fil Festival Tepoztlán 2020. El **Dr. Fernando González García** recibió un reconocimiento por su trayectoria por la conservación y manejo en la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas. El Dr. **Wesley Dáttilo** fue reconocido por el Alto Mando del Ejército de Brasil y el Estado

Mayor de la Defensa Nacional por su aportación en el modelaje matemático de la pandemia Covid 19 en Brasil. El mismo **Dr. Dáttilo** fue recocado por su contribución a Tesoros de la Biodiversidad de México en las Áreas Naturales Protegidas.

### OBJETIVO Y MISIÓN

Investigación fundamental/de frontera y aplicada en la generación del conocimiento orientada a la solución de problemas locales, regionales, nacionales e internacionales en los ámbitos de: **Ecología, Agroecología, Cambio Ambiental Global, Biodiversidad, Manejo de Recursos Naturales incluyendo flora y fauna, Conservación, Comportamiento Animal, Biotecnología Forestal y Ambiental, Estudios Moleculares Avanzados y Farmacología, Manejo Biorracional de Plagas, Enfermedades y sus Vectores y Biomimetismo**. La formación de nuevos talentos para la investigación y la actividad profesional en áreas de ciencia y tecnología, en las nuevas generaciones de niños y jóvenes, y la oferta de servicios profesionales altamente especializados en el área de la ecología; son nuestros ejes rectores.

### DIRECTRIZ ESTRATÉGICA INTEGRADORA

Este concepto representa una premisa básica de planeación con pertinencia científica y social. Los retos institucionales son: 1) Ser modernos. Ser productivos e innovadores, y producir ciencia y desarrollos tecnológicos en la cresta del conocimiento (de frontera). 2) Generar beneficio social. Atender mediante el trabajo de investigación y desarrollo tecnológico lo estipulado en la Ley de Ciencia y Tecnología y los Planes, Programas y Políticas del CONACyT y Gobierno Federal, en el sentido de ser sensibles a las demandas de la sociedad, coadyuvando a la solución de sus problemas. 3) Ser competitivos. Crecer inteligentemente, ser sustentables e innovadores produciendo ciencia y desarrollos tecnológicos de frontera y que a su vez sean sustentables. Vinculado a lo anterior, se espera que todo investigador del INECOL pertenezca al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y contribuya de manera solidaria y sistemática a los indicadores mediante los cuales se evalúa a la institución, entre ellos el Convenio de Administración por Resultados (CAR) signado con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y cuyo cumplimiento es estrictamente vigilado por los integrantes del Consejo Directivo (Órgano de Gobierno) del INECOL al menos dos veces por año.

### LOGROS

La comunidad de investigadores del INECOL produjo 292 artículos en revistas indizadas en el JCR (Journal Citation Reports), un mayor número a lo publicado en 2019 (262 artículos JCR publicados); la producción de 2015 de este tipo de artículos fue de 209. Tomando en cuenta el número de artículos JCR entre el número de investigadores con que cuenta el Centro, ha habido un ascenso constante entre 2015 y 2020, pasando de 1.8 artículo por investigador por año a 2.3. Sin tomar en cuenta los valores extremos de Factor de Impacto, representados por la publicación de artículos en Science o Cell, el Factor de Impacto de las publicaciones subió de 1.92 en 2015 a 2.43 en 2020 (muy similar en los últimos dos años). Es notable que los investigadores publican en revistas de mayor impacto; en 2015, se publicaron 47 artículos con factor de impacto mayor a 3, mientras que en 2020 fueron 77. Cabe señalar que las áreas de investigación donde principalmente se publican los resultados de las investigaciones son en ecología, biología molecular y geografía física.

En desarrollo tecnológico se concluyeron tres proyectos. 1) Trabajos de conservación y protección de las 2 (dos) áreas de manglar presentes en el predio de 'Riberas' ubicado en la ribera sur del Río Tuxpan, aproximadamente a dos Kilómetros de su desembocadura en el Golfo de México: se dio seguimiento a poblaciones de manglares aledaños a patios de contenedores, esto permitió hacer recomendaciones para que las zonas naturales continúen en buen estado de preservación y desarrollo. 2) Uso de Big Data para la Gestión Ambiental del Desarrollo Sostenible (integralidad gamma): proporcionó acceso a los datos de integridad ecosistémica y de monitoreo del cambio de la cobertura del terreno que se producen mediante la herramienta MADMEX, con lo que se fortalecieron las capacidades institucionales de la autoridad ambiental de Veracruz

para conocer de forma confiable y oportuna las condiciones en que se encuentran los ecosistemas de la entidad y evaluar los cambios ocasionados por las intervenciones humanas, en donde se incluyen los procesos desencadenados por el cambio global. 3) Fabricación e instalación de una secadora solar para madera: se capacitó a un grupo de ejidatarios en técnicas de secado de madera a través del sol.

Como proyectos de investigación se concluyeron diferentes proyectos, algunos ejemplos son: 1) Comunicación Química Planta-Bacteria y su impacto en la Producción Agrícola: se cuenta con una plataforma biotecnológica para el rápido escrutinio de bacterias asociadas a diferentes cultivos para la identificación y caracterización de los elementos responsables en la promoción del crecimiento y agentes de biocontrol y participación en la elaboración de proyectos de Norma Oficial Mexicana; los requisitos y especificaciones para la evaluación microbiológica de biofertilizantes; 2) Aprovechamiento y conservación de la biodiversidad mexicana: el caso de Las Pitayas: Las pitayas son cactus epífitos comestibles y muy cotizados en los mercados locales, nacionales e internacionales. Con la investigación de este proyecto i) se determinó el área óptima en Mesoamérica para el cultivo de las especies más utilizadas: *Hylocereus undatus* y *H. ocamponis* con base en sus preferencias ecológicas, su fisiología y al ser plantas epífitas también en base a sus preferencias de hospederos; ii) se amplió la investigación en *H. ocamponis* una especie utilizada al determinar el contenido de antioxidantes y azúcares en sus frutos; iii) Se determinó la diversidad genética de plantas cultivadas y silvestres de esas dos especies tomando en cuenta su distribución. Con estos resultados es posible proponer los mejores cultivares y poblaciones silvestres de *Hylocereus undatus* e *H. ocamponis* para su cultivo sobre árboles de cercas vivas, en agroecosistemas como huertos familiares o en árboles de la vegetación original, favoreciendo plantaciones sin destruir hábitats y conservando la biodiversidad; 3) Diversidad bacteriana del suelo de la rizosfera del café antes, durante y después su paso por el intestino de la lombriz de tierra *Pontoscolex corethrus*: Los resultados académicos del proyecto permitieron demostrar de manera clara que las interacciones de las lombrices con las plantas son positivas para el crecimiento de estas porque se pudieron medir precursores de hormonas en las excretas de las lombrices, algo que aún no se mostraba. Se determinó que el suelo rizosférico es muy diferente del no rizosférico, tanto a nivel de nutrientes, como de metaboloma, e igualmente se observó que las especies de café (*Coffea arabica* y *canephora*) también tienen diferencias entre ellas a nivel del suelo rizosférico. El efecto positivo de la lombriz se observa en la especie de café arábica. 4) Metabolismo de metano en humedales naturales y perturbados en zonas tropicales: Se generó conocimiento de frontera sobre el metabolismo de metano en humedales costeros (humedales herbáceos, selvas inundables y manglares) que son típicos de México, América Central y el Caribe. Se encontró que la perturbación de los humedales costeros, al convertirlos a potreros o hacerles cambios hidrológicos a los manglares incrementa las emisiones de metano. Los resultados del proyecto son los primeros reportes de la biodiversidad y estructura de las comunidades de bacterias oxidantes de metano en un gradiente de humedales costeros tropicales. 5) Macrohongos (Basidiomycota) ectomicorrizógenos asociados a especies de *Quercus* (encinos) en áreas tropicales de la planicie costera de Veracruz: i) Con base en el estudio de esporomas, se reconoció un total de 204 especies de hongos ectomicorrizógenos distribuidas en el bosque de *Quercus* en dos relictos de la planicie costera del Golfo de México, una de ellas dentro de las regiones terrestres prioritarias de México (RTP 104), 85 de ellas resultaron ser especies crípticas, nuevas para la ciencia. ii) Con el monitoreo sistemático en campo durante tres años, se logró un amplio registro, documentando la variación morfológica (en estadios jóvenes/adultos), de color y de características organolépticas de esas poblaciones de hongos, lo cual es importante en su reconocimiento y mejor definición taxonómica, y un registro estricto de la fenología de su fructificación durante ese período. iii) Se dieron a conocer por vez primera relaciones ectomicorrízicas entre especies de hongos y cuatro especies de *Quercus* en el encinar tropical veracruzano, lo cual es de importancia ecológica al reconocer interacciones planta-hongo en un ecosistema de interés por su origen, limitada distribución y alto endemismo reconocido.