



Segunda sesión ordinaria

CONSEJO DIRECTIVO 2025

Diciembre de 2025

Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.



Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación





Contenido

RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME CICY 2025-I.....	4
I. Marco Normativo y Estratégico	4
II. Programa Impulso 2024–2027.....	4
III. Investigación Científica	4
IV. Producción Científica	4
V. Indicadores Institucionales	4
VI. Proyectos con Incidencia Social.....	5
VII. Formación Académica	5
VIII. Gestión Tecnológica e Innovación	5
IX. Transferencia Tecnológica y Vinculación	5
X. Laboratorio de Metrología	6
XI. Vinculación Productiva y Social.....	6
SOPORTE DOCUMENTAL.....	7
1. ACTIVIDADES Y CAPACIDADES PARA LA GENERACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y TECNOLÓGICA.....	10
1.1. Investigación Científica.....	10
1.2. Fortalecimiento de las Comunidades de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI).....	17
1.3. Proyectos de Investigación para la Solución de los Problemas Nacionales	25
1.4. Articulación e Incidencia (Red Ecos).....	82
2. FORMACIÓN ACADÉMICA MEDIANTE LOS POSGRADOS DE CICY.....	88
2.1. Inserción laboral/productiva de las personas egresadas de los posgrados de CICY	99
2.2. Distinciones a estudiantes y egresados de posgrados de CICY	100
2.3. Incidencia de las tesis desarrolladas en los posgrados de CICY	101
2.4. Implementación del Programa de Formación Dual	102
2.6. Estudiantes de posgrado que realizaron actividades de retribución social.....	102
3. GESTIÓN TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN.....	104
3.1 Vinculación con Aliados Estratégicos Regionales y Nacionales.....	104



3.2 Vinculación con aliados Internacionales.....	107
3.3 Transferencia de tecnología, derechos de autor	118
3.4 Portafolio de proyectos del Centro	122
3.5 Patentes licenciadas	127
3.6 Convenios o actividades de gestión tecnológica con impacto social-territorial..	127
3.7 Vinculación de la Propiedad intelectual con la atención a problemas nacionales prioritarios	129
3.8 Transferencia Tecnológica	129
3.9 Laboratorio de Metrología.....	153
3.10 Centro de Innovación Tecnológica (CIT).....	158
3.11 Oficina de Vinculación de Bienes y Servicios.....	158
4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO	167
4.1. Transferencia y apropiación de conocimiento.....	169
4.2. Divulgación del conocimiento.....	170
4.3. Difusión del conocimiento	177



RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME CICY 2025-I

Este resumen ejecutivo presenta de manera clara y concisa los principales logros, indicadores y acciones desarrolladas por el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) durante el primer semestre de 2025. El documento destaca el impacto científico, social y territorial de la institución, tanto en la Península de Yucatán como en Guerrero y otras regiones del país. Todo ello en el marco de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI), que regula el funcionamiento de los Centros Públicos de Investigación en México y establece su alineación con el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación 2025–2030. Bajo este marco, el CICY contribuye activamente a la construcción de un entorno de investigación robusto, autónomo y sostenible, que impulsa la innovación y posiciona a México como un referente internacional en el ámbito de las humanidades, ciencias, tecnologías e innovación.

I. Marco Normativo y Estratégico

- El CICY opera bajo la Ley General HCTI, alineado al Plan Nacional de Desarrollo y Programa Sectorial de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (CHTI) 2025–2030.
- Participa en la Red ECOS, promoviendo ecosistemas de innovación.

II. Programa Impulso 2024–2027

- Estrategia institucional con 7 ejes: Mujeres en la Ciencia, Ciencia y Comunidad, Conexiones Yucatán, Nexus Maya, CICY Comunica, CICY Summit, Conocimiento para el Desarrollo.

III. Investigación Científica

- 86 investigadores en 6 unidades académicas.
- 23 proyectos activos (78% básicos, 22% aplicados).
- Financiamiento total: \$41.3 millones; 61% interinstitucionales.

IV. Producción Científica

- 103 artículos (90 indizados),
- 1 Artículo en revistas con FI = 14.9

V. Indicadores Institucionales

- H-index WOS: 3; Scopus: 4.
- 97.7% de investigadores en S.N.I.I.



- 13 investigadores IxM: Acumulado a 2025-I: 313 artículos, 17 proyectos, 4 patentes.
- 46 posdoctorantes activos.

VI. Proyectos con Incidencia Social

- 5 PRONACES activos y 3 nuevos PRONAI aprobados (monto: \$14.7 millones).
- Proyectos destacados acorde Secihti: conservación de papaya silvestre, RED ALISA (maíces nativos) y colecciones botánicas.

VII. Formación Académica

- 286 estudiantes activos (138 maestría, 148 doctorado).
- 28 graduados en 2025-I; 54% tesis con impacto social, 11% sobre acuífero.
- Participación en retribución social, docencia y divulgación.

VIII. Gestión Tecnológica e Innovación

- 41 convenios firmados
 - 22 convenios en el estado de Yucatán,
 - 4 convenios en Quintana Roo,
 - 6 convenios internacionales (Reino Unido-Universidad de Leeds, Ucrania-Instituto S.P. Timoshenko, Francia-ESTIA, Brasil-Universidad Estatal de Campinas, Perú-Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas y Chile-Universidad Técnica Federico Santa María)
 - 9 convenios en otras entidades federativas de México (Campeche, Estado de México, Ciudad de México)
- 6 patentes otorgadas; 2 nuevas solicitudes.
- Portafolio: 47 patentes, 40 proyectos tecnológicos.
- Transferencia a Biofábrica: micropropagación de banano.

IX. Transferencia Tecnológica y Vinculación

- Validación de 4 variedades de chile habanero.
- Lanzamiento comercial de Mayan K'iin® y Mayan Chac®.
- Ingresos por semillas: \$42,650.00; curso: \$9,000.00.
- Biofábrica: \$855,150.00 en ingresos; impacto en 57 comunidades (Yucatán, Q Roo, y Campeche).



X. Laboratorio de Metrología

- 811 servicios; ingresos: \$2.7 millones (sureste Méxco).
- Participación en eventos de divulgación y formación.

XI. Vinculación Productiva y Social

- Reacreditación de 3 NODESS.
- 38 Convenios con Sectores público y privado
- Expo Foro Ambiental: \$30,565.00 en ingresos.

XII. Divulgación y Vocaciones Científicas

- Eventos académicos: 187
- Impacto en redes sociales: 64,827
- 3,478 acciones de divulgación en el primer semestre
- 3,714 jóvenes participaron en Talento CICY
- 222 personas de la Comunidad CHTI participaron en actividades de fomento a las vocaciones científicas.



SOPORTE DOCUMENTAL

En el marco de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI) que establece el funcionamiento de los Centros Públicos de Investigación en México, es crucial que puedan alinearse con el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación 2025-2030, promoviendo así un entorno de investigación y desarrollo que responda a las necesidades y prioridades del país, fomentando un ecosistema de investigación robusto y autónomo, que impulse la innovación y el desarrollo sostenible, posicionando a México como un líder en el ámbito de las humanidades, ciencias, tecnologías e innovación.

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, establece una visión ambiciosa para México, buscando consolidar al país como una potencia científica y tecnológica. Este plan, que guía las prioridades económicas, sociales y políticas del gobierno, se fundamenta en la participación activa del pueblo mexicano y en la colaboración entre diversas instituciones.

Dentro de los 100 compromisos de la presidenta Claudia Sheinbaum, se destaca el objetivo de transformar a México en una nación líder en ciencia y tecnología. Para lograrlo, se han delineado estrategias a través de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti), que incluyen la inversión en investigación y desarrollo, la promoción de la innovación tecnológica, y el fortalecimiento de la educación científica, que impulsen la competitividad global del país; a través de la creación de la Red ECOS, una iniciativa que integra proyectos interinstitucionales y multidisciplinarios. Esta red busca que la ciencia y la tecnología lleguen a todos los rincones del país, mejorando la calidad de vida de los mexicanos y posicionando a México como un referente mundial en estos campos.

A nivel interno, con el liderazgo de la Dirección General del CICY y el cuerpo directivo, se ha generado la iniciativa **“Programa Impulso 2024–2027”**, que busca fomentar el interés por la ciencia, robustecer la formación académica, ampliar la participación científica, consolidar alianzas estratégicas, y acercar a la sociedad al quehacer del CICY. Esta estrategia está integrada por siete ejes de acción, para fortalecer nuestra planeación estratégica de manera integral y articulada.

Cada eje cuenta con un ícono distintivo e incluye programas, actividades e indicadores que dan vida a su propósito. A continuación, se da una breve descripción de cada uno:



1. Mujeres en la Ciencia



Mujeres en la ciencia

Este eje busca cerrar las brechas de género en la ciencia y visibilizar el liderazgo de las científicas del CICY con la sociedad. Está enfocado en niñas, con actividades lúdicas y vocacionales.

Contacto: Directora de Planeación y Gestión planeacion@cicy.mx y Director de Investigación investigacion@cicy.mx

2. Ciencia y Comunidad



Ciencia y comunidad

Fortalece las capacidades científicas mediante espacios académicos diseñados para la investigación, promoviendo el liderazgo científico del CICY a través de colaboraciones locales, nacionales e internacionales con los sectores social, científico, gubernamental y productivo para un desarrollo sostenible.

Además, buscará la excelencia académica y emérita, reconociendo la historia y el presente del CICY.

Contacto: Director de Investigación investigacion@cicy.mx

3. Conexiones Yucatán



Conexiones Yucatán

Promueve el análisis de estrategias y políticas públicas regionales basadas en investigación e incidencia transdisciplinaria, articulando proyectos estratégicos con impacto regional que fortalezcan los vínculos con la ciencia, la sociedad en general y el territorio (estatal y nacional) mediante foros, mesas de análisis y alianzas. Incluye a expertos y ciudadanía, con actividades abiertas.

Contacto: Directora de Planeación y Gestión planeacion@cicy.mx y Director de Gestión Tecnológica dirgt@cicy.mx

4. Nexus Maya: Ciencia y Territorio



Nexus maya

Articula la conservación de la biodiversidad, la cultura maya y el desarrollo sostenible desde el CICY. Está compuesto por Germolab, Jardín Botánico y el Herbario, con acciones



para pequeños productores de milpa y traspatio, mercado agroecológico, entre otros. Impulsando el acceso a semillas y convenios para la sostenibilidad alimentaria.

Contacto: Director de Investigación investigacion@cicy.mx y Directora de Planeación y Gestión planeacion@cicy.mx

5. CICY Comunica



CICY comunica

Eje transversal que refuerza la identidad, cohesión e impacto del CICY a través de estrategias de comunicación. Incluye, por ejemplo, difusión científica multicanal (LinkedIn, RECI, podcast con voces del CICY y la sociedad). Además, fomenta la convivencia, identidad y cultura dentro del CICY (Café de Letras, Club de Lectura, entre otros).

Contacto: Directora de Planeación y Gestión planeacion@cicy.mx

6. CICY Summit



CICY SUMMIT

Fortalece la formación científica a través de espacios académicos creados por y para estudiantes.

Comprende congresos nacionales e internacionales de estudiantes de posgrado, que promueve competencias científicas, reconoce excelencia y apoya estancias académicas.

Contacto: Director de Docencia docencia@cicy.mx

7. Conocimiento para el Desarrollo y la Investigación



Conocimiento para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación

Promueve la innovación, la transferencia tecnológica y la autosuficiencia desde el quehacer científico del CICY. Incluye una incubadora de tecnologías y startups para posicionar servicios, como en metrología y fitosanidad, y para la tecnificación agrícola con vitroplantas. Además, ofrece consultoría en el desarrollo de materiales, energía y otras áreas de desarrollo del CICY.

Contacto: Director de Gestión Tecnológica dirgt@cicy.mx

A continuación, se presenta el soporte documental correspondiente a la evaluación del año 2024.



1. ACTIVIDADES Y CAPACIDADES PARA LA GENERACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, HUMANÍSTICA Y TECNOLÓGICA

1.1. Investigación Científica

Durante el periodo enero junio del 2025, la investigación científica del CICY estuvo a cargo de **86** personas investigadoras, adscritas a las seis unidades académicas de investigación, la Unidad de Biología Integrativa (UBI), la Unidad de Biotecnología (UBT), la Unidad de Recursos Naturales (URN), la Unidad de Materiales (UMAT), la Unidad de Energía Renovable (UER) y la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA). Las primeras cuatro ubicadas en el campus de Mérida, mientras que la UER y la UCIA, están localizadas en el Parque Científico y Tecnológico del Estado de Yucatán (PCTY) y en la Ciudad de Cancún, Quintana Roo, respectivamente. El CICY también cuenta con personal de investigación adscrito al Laboratorio Regional para el Estudio y Conservación de Germoplasma (Germolab), ubicado en el PCTY, así como la sede del Centro de Estudios e Investigación en Biocultura, Agroecología, Ambiente y Salud (CEIBAAS), ubicado en Acapulco, Guerrero.

Actividades realizadas y análisis de desempeño

Durante el primer semestre de 2025 el CICY tuvo en ejecución **23** proyectos de investigación, de los cuales dos concluyeron durante el periodo enero a junio de 2025. De acuerdo con el tipo de proyecto, se tuvieron **18** proyectos de Investigación Básica, que representa el **78%** de los proyectos desarrollados en CICY, y **5** de Investigación Aplicada. En la Figura 1 se muestran porcentajes y montos económicos conseguidos para cada uno de los apartados. En los proyectos de Ciencia Básica desarrollados por personal académico del CICY se investigaron temas orientados a la conservación, el cuidado y el entendimiento de diversos ecosistemas, así como temas relacionados con el estudio de la biodiversidad, cultivos de importancia agrícola y generación de nuevos materiales y fuentes renovables de energía.

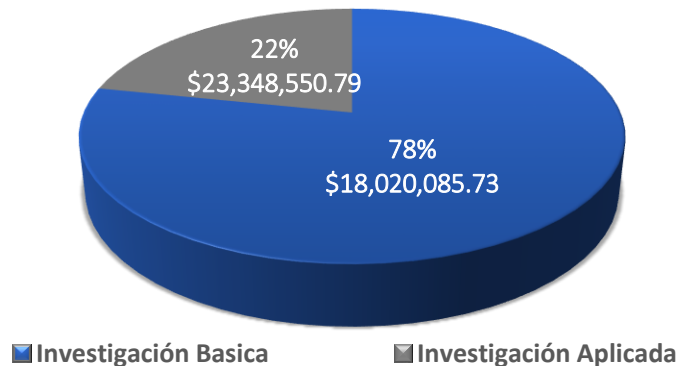




Figura 1. Distribución de proyectos de investigación en CICY durante el primer semestre de 2025.

De igual forma, CICY ha diversificado sus fuentes de financiamiento para el desarrollo de sus proyectos de investigación tal y como se muestra en la Figura 2; 13 proyectos de Ciencia de Frontera (Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera); 5 PRONACE (3 PRONAI, 1 RENAJEB y 1 PRONACE con sector social, público y privado); 3 de Recursos Terceros (1 de CIATEJ, 1 del Instituto de Investigación en Materiales de la UNAM y 1 de la Universidad Autónoma de Coahuila); 2 Internacionales (1 de Nature Focus Development y 1 de la International Association for Plant Taxonomy Small Collections Grants). El monto total de los 23 proyectos fue \$41,368,636.52. De igual forma, en 14 de los 23 proyectos que se llevaron a cabo durante el semestre 2025-I en el CICY, participaron investigadoras e investigadores de otras instituciones nacionales e internacionales, alcanzando un 61% en el indicador del número de proyectos interinstitucionales.

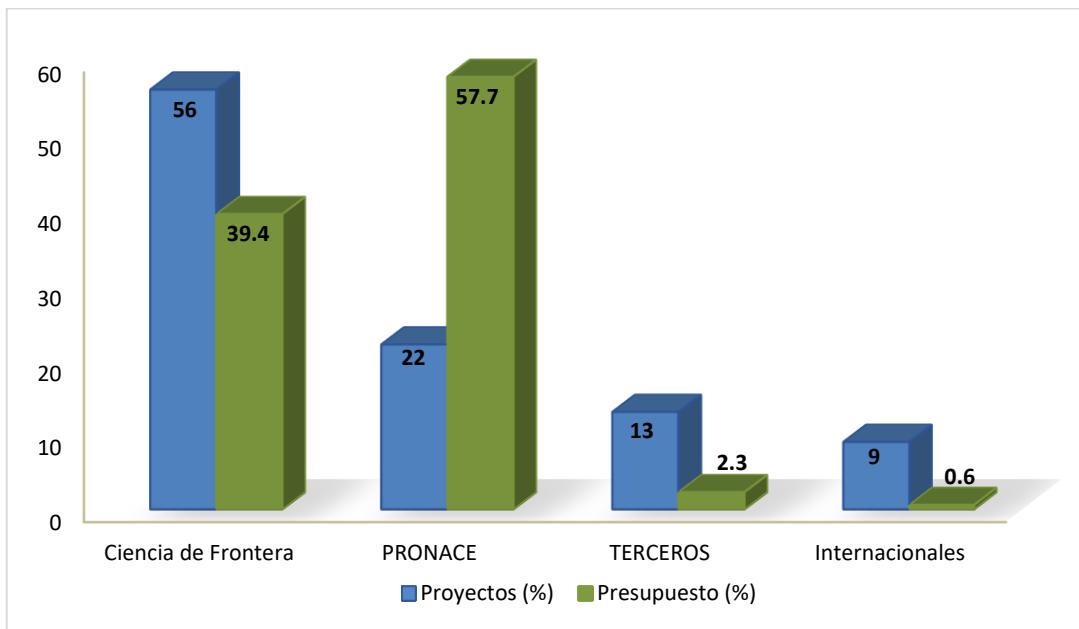


Figura 2. Porcentaje de proyectos y presupuesto obtenido por fuentes de financiamiento ene-jun 2025

El Centro ha establecido estrategias para acceder a fuentes de financiamiento, tanto nacionales como internacionales y es importante mencionar que, durante el primer semestre de 2025, se aprobaron al Centro 18 (22.5%) de los 80 proyectos que fueron sometidos a diferentes fuentes de financiamiento (Figura 3), además de un proyecto en colaboración (UADY); actualmente los proyectos aprobados se encuentran en proceso de formalización, con un monto sometido de aproximado \$27 millones.



Proyectos Sometidos durante el periodo enero-Junio 2025

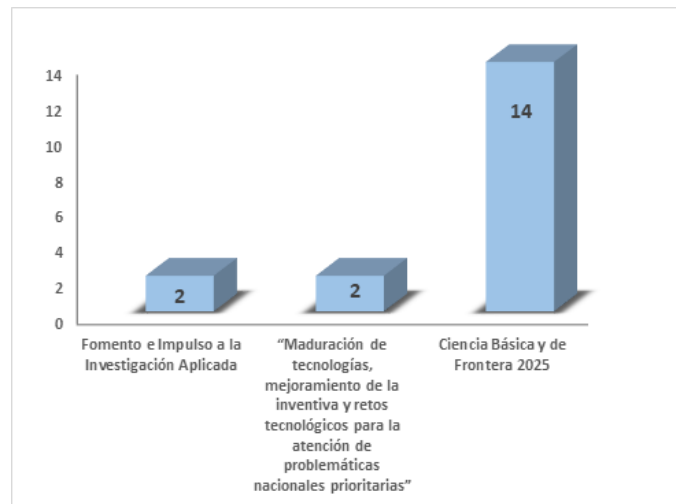
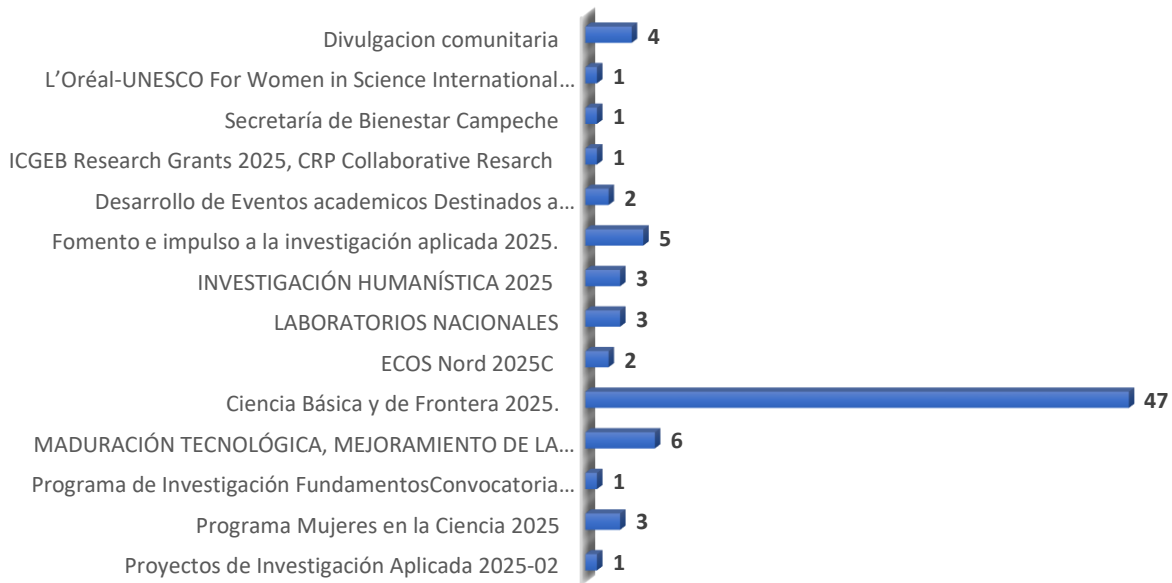


Figura 3. Proyectos sometidos y aprobados en diferentes fuentes de financiamiento durante el primer semestre 2025

Artículos de mayor Impacto

En cuanto a la producción científica del Centro, durante el periodo que se informa se generaron un total de **103** artículos arbitrados de los cuales **90** son indizados, **6** capítulos de libro, **1** libros y **9** artículos de divulgación. A continuación, se presentan las publicaciones científicas con mayor impacto durante el primer semestre de 2025.

Título: The cost of doing science in Latin America: experiences from Mexico. Trends in Microbiology, 2025. Factor de Impacto **14.9**. Unidad de Biotecnología (Figura 4).



Figura 4. Trends in Microbiology

Título: The global spectrum of tree crown architecture. Nature Communications. Factor de impacto: **14.7**. Unidad de Recursos Naturales (Figura 5).



Figura 5. Nature Communications

Título: Valorization of Sargassum spp. biomass as a promising source of electrocatalysts for energy generation based on life cycle assessment. Renewable Energy. Factor de impacto **9.0**. Unidad de Energía Renovable (Figura 6).

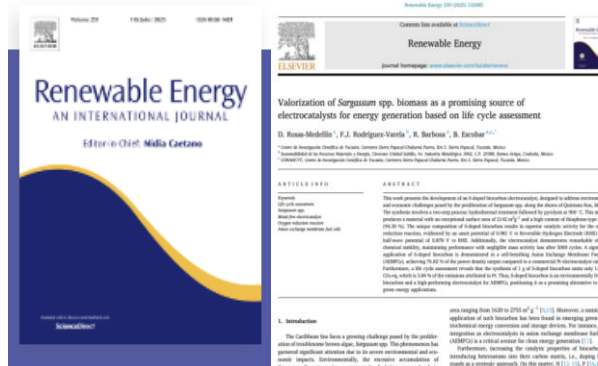


Figura 6. Renewable Energy



Título: Priority projects for the implementation of green hydrogen in combined cycle power plants in Mexico. Energy. Factor de impacto **9.0**. Unidad de Materiales (Figura 7).



Figura 7. Journal Energy.

Título: Impact of alkaline cation intercalation on the electro-oxidation of chemical vapor deposition-derived manganese oxides to form δ -MnO₂ structures for supercapacitor applications. Journal of Energy Storage. Factor de impacto **8.9**. Unidad de Energía Renovable (Figura 8).

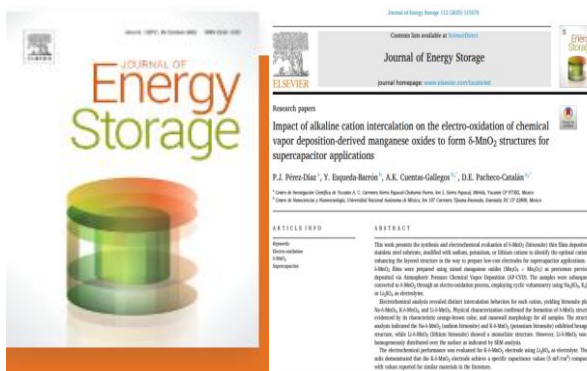


Figura 8. Journal of Energy Storage

Otros Artículos con medio-alto Factor de Impacto

Título: CpHSFA2 isolated from a wild native *Carica papaya* genotype, with potential to confer tolerance to the combined effect of drought stress and heat shock. Plant Physiology and Biochemistry, 2025. Factor de Impacto **6.1**. Unidad de Biotecnología (Figura 9).

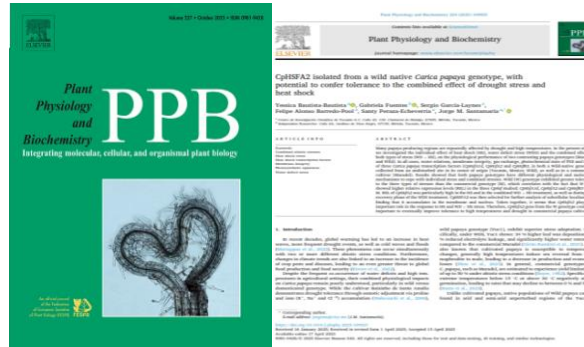


Figura 9. Plant Physiology and Biochemistry.

Título: Parallel DLD microfluidics for chloroplast isolation and sorting. Royal Society of Chemistry 2025. Factor de Impacto 6.1. Unidad de Biotecnología (Figura 10).



Figura 10. Royal Society of Chemistry.

Título: Improving aboveground biomass density mapping of arid and semi-arid vegetation by combining GEDI LiDAR, Sentinel-1/2 imagery and field data. Science of Remote Sensing. Factor de Impacto 5.7. Unidad de Recursos Naturales (Figura 11).

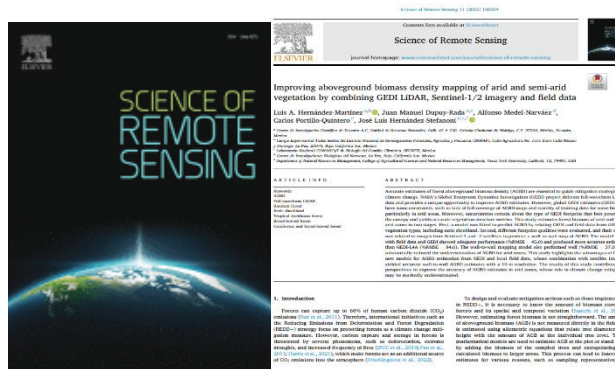


Figura 11. Science of Remote Sensing.

Título: Obtaining and Characterizing Poly(Acid Acrylic-co- Acrylamide) Hydrogels Reinforced with Cellulose Nanocrystals from Acacia farnesiana L. Willd (Huizache). Factor de impacto 5.3 Unidad de Materiales (Figura 12).



Obtaining and Characterizing Poly(Acid Acrylic-co-Acrylamide) Hydrogels Reinforced with Cellulose Nanocrystals from *Acacia farnesiana* L. Willd (Huizache)

Alejandra B. Navarro-Hernández¹, Gabriel Landárum-Gómez¹, J. Félix Armando Sotero-Martínez¹, Manuel Alberto Gallardo-Sánchez¹, Jorge Alberto Cortés-Ortega¹, Carmen López-López¹, J. Jesús Yagüe-Rodríguez², José Guillermo Torres-Román³, Gonzalo Cancho-Escamilla⁴, Salvador García-Estigarribia⁵ and Emma Rebeca Mejías-Balleza⁶ *

¹ Department of Chemical Engineering, University of Guadalajara, Guadalajara 44030, Mexico; alexnavarro@uag.mx (A.B.N.-H.), gabriel.landarum@uag.mx (G.L.-G.), jfelix@uag.mx (J.F.A.S.-M.), manuel.gallardo@uag.mx (M.A.G.-S.), jorge.cortés@uag.mx (J.A.C.-O.), carmen.lopez@uag.mx (C.L.-L.), jesus.yague@uag.mx (J.J.Y.-R.), jose.guillermo.torres@uag.mx (J.G.T.-R.), gonzalo.cancho@uag.mx (G.C.-E.), salvador.garcia@uag.mx (S.G.-E.) and emma.rebeca@uag.mx (E.R.M.-B.)

Abstract: In this work, cellulose nanocrystals (CNCs) were obtained from the wood of *Acacia farnesiana* L. Willd (Huizache) via acid hydrolysis; then, they were used to reinforce poly(acrylic acid-co-acrylamide) (AAc/AAm) hydrogels synthesized in a solution process via *in situ* free-radical photopolymerization. The nanomaterials were characterized using atomic force microscopy, dynamic light scattering (DLS), and the residual charge on the CNCs, the nanohydrogels were characterized using infrared spectroscopy, scanning electron microscopy, swelling kinetics, and Young's modulus. Soluble-grade cellulose presented 94.4% α -D-glucose, 0.3% β -D-glucose, and 2.2% γ -D-glucose, as well as a viscosity of 0.20 g/dL and a degree of polymerization (DP) of 206. The CNCs averaged 180 nm in length and 20 nm in width. In the nanohydrogels, it was observed that the swelling kinetic behavior followed the Schott kinetic model, at times lower than 100 h after that, it became linear. The results show that the hydrogel swelling capacity depended on the crosslinking agent and CNC concentration, as well as the CNC chemical and morphological properties, rather than the CNC source. The hydrogels with CNC exhibited a decreased swelling degree compared to the hydrogels without CNC. Young's modulus increased with CNC presence and depended on the concentration and characteristics of the CNC as a cross-linking agent.

Keywords: acrylic hydrogel; cellulose nanocrystals; huizache

Figura 12. Gels

Título: Transcriptional Dynamics Underlying Somatic Embryogenesis in *Coffea canephora*. Plants. Factor de impacto 4.0. Unidad de Biología Integrativa (Figura 13).

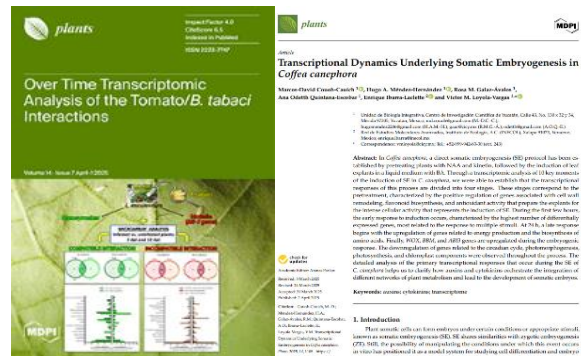


Figura 13. Plants

Título: Phylogenetic and Structural Insights into Melatonin Receptors in Plants: Case Study in *Capsicum chinense* Jacq. Factor de impacto 4.0. Unidad de Biología Integrativa (Figura 14).



Figura 14. Plants



Título: Disease Tolerance in ‘Anaheim’ Pepper to PepGMV-D Strain Involves Complex Interactions Between the Movement Protein Putative Promoter Region and Unknown Host Factors. Factor de impacto **3.5** Unidad de Ciencias del Agua (Figura 15).

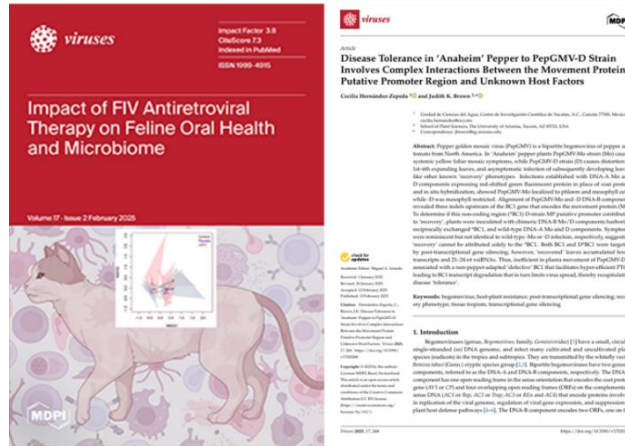


Figura 15. Viruses

Hindex Institucional

Los datos del H_{index} institucional del periodo fueron obtenido de la Web of Science (WOS) y Scopus. En la Web of Science (WOS) se reportan **81** artículos para el CICY durante el primer semestre, con un total 46 citas recibidas; el H-index para el periodo que se reporta es de 3, contándose con un promedio de 0.57 citas por artículo. Por otra parte, Scopus incluye 138 artículos con corte al mes de septiembre; estos artículos han sido citados 84 veces, lo que corresponde a un H-índice de 4 y un promedio de 1.6 citas por artículo.

1.2. Fortalecimiento de las Comunidades de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (HCTI)

Conforme a la política pública federal, el fortalecimiento de las comunidades HCTI, debe promover el fomento, desarrollo y consolidación humanista y tecnológica comprometidas con la sociedad, el cuidado del ambiente y respetuoso del carácter multicultural del país, además de reconocer un enfoque de inclusión social. En el CICY, el fortalecimiento de las comunidades en HCTI se ha logrado gracias a las políticas públicas, que se ven reflejadas en las directrices del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), las becas de consolidación (investigadoras e investigadores posdoctorantes) y el Programa de Investigadoras e Investigadores por México (IxM).

Resultados Alcanzados

Durante el 2025, **84** de **86** Investigadoras e Investigadores del CICY pertenecieron al SNII, con un porcentaje del 97.7%, con las siguientes categorías: 1 nivel candidato (1.2%), 33 nivel I (38.4%), 31 nivel II (36%), 17 nivel III (19.8%) y 2 nivel Emérito (2.3%) (Figura 16).



*Incluye Investigadores por México

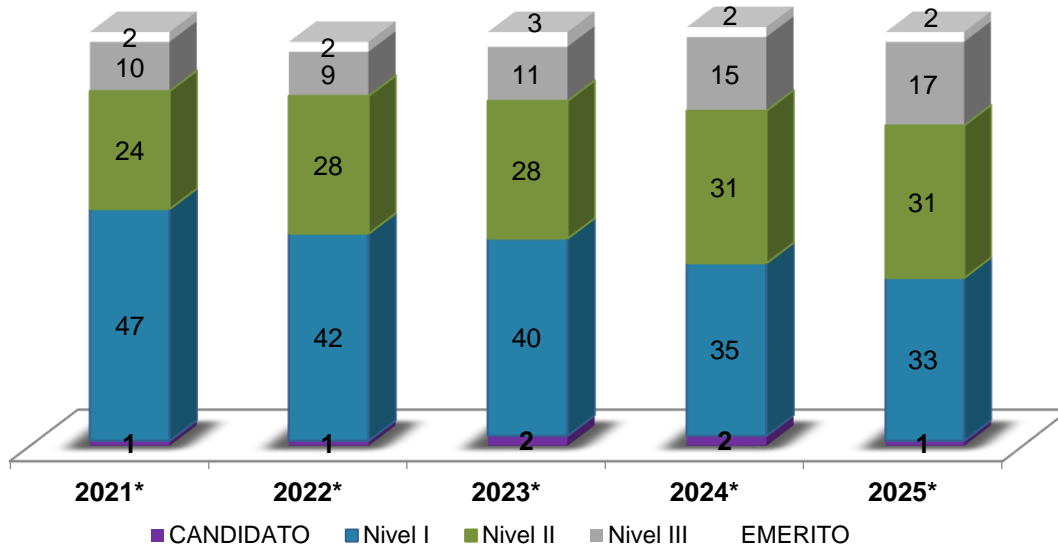


Figura 16. Distribución de los Investigadores del CICY en el SNII periodo 2021-2025

Investigadoras e investigadores por México

Durante el primer semestre del 2025, el CICY contó con **13** investigadoras e investigadores pertenecientes al programa de Investigadoras e Investigadores por México (IxM), quienes representan el 15% de la plantilla total del CICY, participando en 13 proyectos relacionados con su convenio de adscripción, perfilados con las líneas de generación y/o aplicación del conocimiento (LGyAC) institucional, así como con las políticas públicas vigentes y los objetivos del programa institucional del Centro, fortaleciendo tanto las LGyAC como las unidades académica (Figura 17).

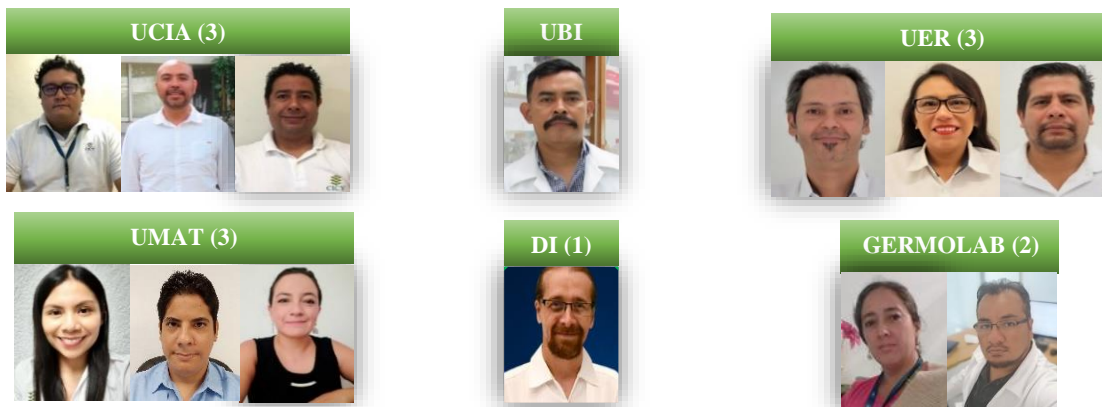


Figura 17. Investigadoras e Investigadores por México



Cabe mencionar que todos los IxM del CICY pertenecen al SNII (once en nivel 1; tres en nivel 2) y contribuyen de manera activa tanto al Programa Institucional como al Programa Anual de Trabajo (PAT), así como a la Matriz de los indicadores para Resultados (MIR), necesarios para planificar, monitorear y evaluar los programas y políticas públicas vigentes.

La productividad acumulada de los Investigadores por México en CICY ha sido de 313 artículos de Investigación, 2 Libros, 31 Capítulos, 80 Artículos Divulgación, 99 formación de Recursos Humanos, 17 Proyectos conseguidos, 4 Patente y 4 Desarrollos Tecnológicos. Durante el 2025 la Secihti, en conjunto con la Dirección de Investigación de este Centro como Enlace Institucional del Programa, coordinó la formalización de los 7 convenios de los IxM que fueron aprobados a finales del 2024.

Estancias posdoctorales

De acuerdo con el quehacer sustantivo del Centro y como parte del fortalecimiento de las comunidades HCTI mediante la generación, aplicación y divulgación del conocimiento, el desarrollo tecnológico, la innovación, la formación de recursos humanos y la incidencia social en pro del bienestar general de la población, a principios de 2025, se contó con un total de 46 Investigadoras e Investigadores posdoctorantes, de los cuales el 48% son mujeres y el 52% son hombres. La Figura 18 muestra la estadística correspondiente a las estancias postdoctorales entre 2019 y 2025-I.

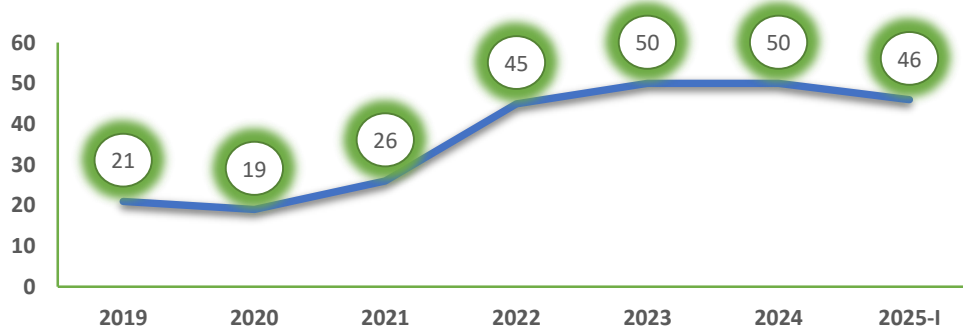


Figura 18. Crecimiento en el número de estancias posdoctorales en el CICY durante el periodo 2019-2025-I

La participación de las personas posdoctorantes, fomentan la sinergia académica y de investigación en beneficio de las seis unidades académicas, durante 2025 se desarrollarán 8 proyectos en UBI, 8 en UBT, 1 en UCIA, 8 en UER, 13 en UMAT y 8 en URN. Estos proyectos, se alinean a los proyectos estratégicos de HCTI de SECIIHTI (



Tabla 1).

Tabla 1. Proyectos de las personas posdoctorantes que contribuyen a los Proyectos Estratégicos

Nombre de los Proyectos	Unidad
1. Adsorción de péptidos sobre biomateriales nanoestructurados: Péptidos antimicrobianos sobre nanopartículas de óxidos de titanio depositados sobre poliuretanos segmentados	UMAT
2. Preparación y estudio del desempeño de películas compuestas sobre las propiedades de antigoteo y de transporte CO ₂ /O ₂ para la soberanía alimentaria	
3. Valorización de residuos agroindustriales. Desarrollo de recubrimientos opto-térmicos reforzados con nanocelulosa	
4. Elaboración de un andamio de PCL/PLGA/nHA mejorado por plasma con injertos de ácido acrílico y alilamina para su potencial aplicación como sustituto óseo	
5. Efecto del ultrasonido y el grado de entrecruzamiento de sustratos de gelatina sobre la actividad celular de fibroblastos y osteoblastos, para su posible uso en medicina regenerativa	
6. Dispositivo vestible para la detección temprana y monitoreo de la progresión de la enfermedad de Parkinson	
7. Novel Processable and Functionalized Polyimides and Polybenzimidazoles with high free volume	
8. Efecto de la degradación oxidativa sobre la biodegradabilidad de materiales compuestos multiescala a base de poli (ácido láctico).	
9. Estudio de las propiedades mecánicas de un material jerárquico reforzado con fibras de carbono modificadas con nanoplaquetas de grafeno para su aplicación en viviendas ubicadas en zonas de alta humedad.	
10. Estudio del efecto de la absorción de humedad en las propiedades mecánicas de materiales compuestos reforzados con fibras naturales de henequén y su posible aplicación en elementos de construcción para viviendas sustentables	
11. Membranas de mallas moleculares novedosas de polibifenilene acenaftenoquinona para la captura, utilización y secuestro de CO ₂ (CCUS).	
12. Eliminación de metales pesados, colorantes y sales de las aguas residuales usando membranas de fibra hueca de residuos de poliestireno expandido de un solo uso	
13. Membranas de fibra hueca de matriz mixta de polímeros reciclados con nanotubos de carbono para el tratamiento de agua	
14. Estimación de la biomasa aérea y sus variaciones a través del tiempo en bosques tropicales secos de la Península de Yucatán a través de sensores remotos.	URN
15. Recuperación de la estructura, diversidad y composición de un bosque tropical seco después del cambio de uso de la tierra: síntesis de una década de secundaria.	
16. Estrategias ecofisiológicas de bioindicadores vegetales en los ecosistemas urbanos de la Zona Metropolitana de Mérida, Yucatán.	
17. Una aproximación cualitativa a la incidencia del Tren Maya en la dimensión biocultural de dos comunidades maya-peninsulares.	
18. Exploración etnobotánica y evaluación química del maíz nativo en Yucatán: abordaje integral de su importancia nutricional, medicinal y cultural	



19. Evaluación de la composición de comunidades micorrízicas arbusculares en un bosque tropical seco de diferentes edades sucesionales y condiciones topográficas en la Reserva Biocultural Kaxil Kiuc, Yucatán, México	
20. Impacto de la Domesticación en las Interacciones Tróficas del Frijol Lima (<i>Phaseolus lunatus L.</i>) de la Península de Yucatán, México	
21. Caracterización del xtez Maya (<i>Amaranthus Cruentus</i>) y amaranto cristalino (<i>Amaranthus hypochondriacus</i>), especies con potencial nutricional y nutraceutico.	
22. Caracterización funcional de las proteínas ABC (ATP Binding Cassette), AmABCB2 y AmABCB5 de Argemone mexicana y su relación en la movilización de compuestos fitoquímicos.	
23. Estudio de la participación de nitrógeno como molécula señal en la respuesta de defensa de las plantas contra patógenos	
24. Análisis genético y de metabolitos secundarios de una colección de achiote (<i>Bixa Orellana L.</i>) con diferentes fenotipos de interés comercial	
25. Participación de los alcaloides bencilisoquinolínicos de Argemome mexicana en interacciones ambientales.	
26. Determinando las bases genéticas que influyen en el desarrollo y calidad de la fibra en Palma jipi (<i>Cardulovica spp.</i>) mediante un enfoque de transcriptómica comparada y de genómica funcional.	UBI
27. La melatonina, compuesto controversial en plantas. Su efecto en el transporte de potasio y sodio y de los contenidos de prolina durante el estrés salino en plántulas de chile habanero (<i>Capsicum chinense Jaq.</i>).	
28. Determinación de la función del AMP cíclico durante la inducción de la embriogénesis somática en <i>Coffea canephora</i> .	
29. Estudio del efecto de la melatonina sobre el crecimiento vegetal y el metabolismo nitrogenado en chile habanero sometido a estrés salino.	
30. Estudio evolutivo en especies del orden Asparagales por medio de hibridación fluorescente in situ (FISH-GISH)	
31. Evaluación epigenética de sistema in vitro para distribución de nutrientes en el estudio de plántulas de Agave albino.	
32. Metabolitos Antifúngicos Producidos por TRICHODERMA ASPERELLUM TA13-17 en Interacción Dual con FUSARIUM SPP. para su Aplicación en Cultivos Agrícolas.	
33. Estudio de un gen tipo factor de transcripción WRKY (CrWRKY) y su relación con la respuesta a estrés abiótico en la microalga verde <i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	
34. Estudio de la tolerancia al cambio climático de una línea micropropagada hermafrodita de Carica papaya de alto nivel comercial, mediante el uso de recursos fitogenéticos silvestres y la identificación de genes marcadores asociados a tolerancia.	UBT
35. Estudio de los cambios genómicos asociados a la inducción de novo de poliploides en agave híbrido H11648	
36. Estudio de genes de resistencia del tipo LRR-RLP en el cultivar de plátano Goldfinger, un híbrido con resistencia de amplio espectro contra patógenos y con potencial para ingresar al mercado rural de México.	
37. Señales y motivos moleculares que favorecen el movimiento a larga distancia de factores de transcripción asociado al estrés térmico en Carica papaya.	
38. Valorización de biomasa de algas para la obtención de productos de valor agregado con un enfoque de sustentabilidad en comunidades vulnerables en la península de Yucatán.	
39. Estudio nutrimental en microalgas marinas para potenciar su capacidad lipídica	UER
40. Diseño e implementación de módulo híbrido de almacenamiento de energía para sistema energético de emergencia del refugio comunitario de Sierra Papacal, Yucatán.	



41. Diseño y evaluación de materiales nanoestructurados de alta entropía para catálisis en tecnologías de hidrógeno	
42. Desarrollo de Tecnologías Embebidas de Adquisición y Procesamiento: Prototipo Portátil para la Caracterización de Electroluminiscencia de Paneles Solares a Plena Luz del Día.	
43. Diseño de materiales porosos para almacenamiento de energía en forma de hidrógeno verde.	
44. Estudio de las propiedades interfaciales y electroquímicas de materiales nanoestructurados obtenidos del <i>Sargassum</i> spp. y su aplicación en la generación de energía.	
45. Estudio del comportamiento pseudocapacitivo de óxidos de hierro con potencial aplicación en sistemas de almacenamiento de energía.	
46. Contribución al conocimiento de sargazo y su impacto en el sistema acuífero: alternativas de manejo.	UCIA

Impacto e Incidencia

Durante el presente semestre se llevaron a cabo diferentes acciones con impacto e incidencia donde participó la comunidad CICY, así como investigadoras e investigadores del programa IxM, posdoctorantes y público en general. A continuación, se presentan los eventos realizados con impacto e incidencia:

“Células en Acción: Explorando la División Celular”.

En donde las y los estudiantes de Ingeniería Bioquímica del Tecnológico Nacional de México, Campus Acapulco, visitaron la sede Acapulco del #CICY (Centro de Estudios e Investigación en Biocultura, Agroecología, Ambiente y Salud - CEIBAAS), con la finalidad de reforzar sus conocimientos sobre los procesos celulares de manera teórica y práctica con el desarrollo de preparaciones para analizar las etapas de la división de celular, el estudio de los cromosomas y su importancia para la investigación en plantas; de igual manera se les impartió una charla del estudio de la diversidad genética y las estrategias de micropropagación para el rescate y conservación de especies de importancia agronómica del estado de Guerrero.



Figura 19. “Células en Acción: Explorando la División Celular”.

XX Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales, de la Amipronat (21 al 24 de mayo).



Figura 20. XX Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales

También es importante resaltar la participación de estudiantes, técnicos e investigadores en diversos eventos, incluyendo las actividades en conmemoración del día de la mujer y la niña en la ciencia, la Feria internacional de la lectura en Yucatán (FILEY) y Talento CICY.



Figura 21. Día de la Mujer, "cambiando el mundo experiencias y reflexiones" y Participación en la Feria internacional de la lectura en Yucatán (FILEY).



Figura 22. Curso pre-congreso de AMIPRONAT que resultó en tres colaboraciones por consolidar; una con la Universidad Autónoma de Campeche, otra con el Instituto Tecnológico de Oaxaca y otra con la Facultad de Química y Farmacia, de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer.

Las acciones que han contribuido a la investigación científica radican en la conservación del patrimonio biocultural al darle valor a la medicina tradicional maya en todos los sectores de la población. Como resultado directo de las acciones de conservación e investigación se han preparado tres manuscritos para publicación: dos de colaboración



sometidos (Phytomedicine Plus, Mathematical and Computational Applications) y uno de correspondencia sometido (Ethnobiology and Conservation).

Premios y Reconocimientos

-Primer lugar obtenido en el Concurso Nacional para Desarrollo de Combustibles Sostenibles de Aviación (SAF; por sus siglas en inglés) en la Feria aeroespacial FAMEX. El proyecto presentado llevó como título "Producción de SAF a partir de nejayote (residuo del proceso de nixtamalización del maíz) y residuos de henequén mediante la ruta Alcohol-to-Jet (ATJ)". Este proceso experimental incluye la conversión de bioetanol en SAF, presentado en el mes de abril del presente año, por el Dr. Juan Carlos Chavarría y su grupo de trabajo.



Figura 23. Primer lugar en el concurso nacional para desarrollo de Combustibles sostenibles de Aviación (SAF)

-Ganadora de la Portada en la revista "Lab on a Chip" correspondiente al artículo "Parallel DLD microfluidics for chloroplast isolation and sorting" publicado por la Dra. Clelia de la Peña Seaman (UBT-CICY) como autora de correspondencia en colaboración con el CIO y el CINVESTAV. Royal Society of Chemistry 2025. Factor de Impacto 6.1.



Figura 24. Portada de la revista Royal Society of Chemistry.



Proyectos exitosos con alto impacto en el avance del conocimiento y en el bienestar de la sociedad

A continuación, se enumeran los **proyectos identificados por Secihti** a quienes les fue enviada un oficio para su reconocimiento e intención de evidenciar la importancia de la ciencia en el desarrollo del país y que sean conocidos por los tomadores de decisiones “Proyectos exitosos de Ciencia Básica y de Frontera”.

- a) “Estudio interdisciplinario en las poblaciones nativas mexicanas de amaranto para determinar su centro de domesticación y valorar los rasgos agrícolas que permitan la mejora de cultivares”. **Responsable técnico: Dra. Ivonne Sánchez Del Pino.**
- b) “La melatonina, compuesto controversial en plantas, su efecto en el transporte de potasio y sodio y de los contenidos de prolina durante el estrés salino en plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense jaq.*). **Responsable técnico: Dr. Manuel Martínez Estévez.**
- c) “Estudio bioinformático del proceso de domesticación de Carica papaya y el papel de factores de transcripción involucrados en su respuesta a cambio climático”. **Responsable técnico: Dr. Jorge Manuel Santamaría Fernández.**

1.3. Proyectos de Investigación para la Solución de los Problemas Nacionales

La política pública que promueve la incidencia social en México, acorde a la Secretaría de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (Secihti), se centra en la integración de la ciencia y la tecnología con un enfoque social y participativo. Esta política busca garantizar que la investigación científica y tecnológica tenga un impacto directo en la solución de los problemas nacionales y en la mejora de la calidad de vida de la población. Con base a lo anterior, el CICY, a través de sus **18** líneas de investigación, ha trabajado con las y los investigadores para desarrollar propuestas de investigación enfocadas en resolver estos problemas nacionales, es decir, realizar investigación con incidencia social.

Para fortalecer este marco de trabajo, durante el primer semestre de 2025 la Dirección de Investigación coordinó la organización del taller “Transdisciplina e Incidencia Social para el CICY”, con investigadores expertos en el tema (Dr. Manuel Parra-ECOSUR y el Dr. Jorge Urdapilleta-IxM-CICY) que buscó promover la reflexión de establecer procesos de investigación con un enfoque transdisciplinario, a fin de cumplir con los lineamientos de la nueva Ley en HCTI que, entre sus objetivos, contempla la realización de actividades de retribución social y la colaboración con organizaciones de base social (OBS), como parte de los procesos de fortalecimiento del territorio. De esta manera, los proyectos de investigación con incidencia social le han permitido a CICY fortalecer las acciones de colaboración con instituciones y OBS, en beneficio de la región.



PRONACES - Programas Nacionales Estratégicos - PRONAI

En cada uno de los PRONACES se propone una agenda general, que se concreta en Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (PRONAI) que abordan los problemas en su complejidad estructural y dinámica, no sólo para comprender sus características múltiples y heterogéneas, sino para proponer, generar y acompañar la realización de acciones concretas. Actualmente CICY cuenta con cinco proyectos PRONACES, incluyendo tres proyectos PRONAI aprobados en 2024, con un monto total de **\$14,735,085.73**. donde el CICY es responsable técnico. Los tres proyectos PRONAI que se informan se describen a continuación:

1. Iniciativas para la conservación, salvaguarda y uso de colecciones biológicas vivas de ***Carica papaya L.*** (banco *in vitro* y colecciones vivas), para revalorizar la importancia de poblaciones silvestres, en colaboración con comunidades locales de Yucatán.
2. **RED ALISA YUCATÁN:** Producción de Alimentos Basados En Maíces Nativos.
3. **LAS COLECCIONES BOTÁNICAS DEL CICY:** Guardianes de los Saberes Ancestrales de la Flora Yucatanense a Disposición del Mundo.

Adicional a los proyectos mencionados se suman dos proyectos aprobados en la convocatoria **“Maduración de tecnologías, mejoramiento de la inventiva y retos tecnológicos para la atención de problemáticas nacionales prioritarias 2025** titulados:

1. “Maduración de un proceso para la despolimerización del sargazo pelágico: una alternativa de valorización” (**Dr. Raúl Tapia Tussell, responsable técnico**).
2. “Desarrollo de Paquete Tecnológico para Inspección y Diagnóstico de Paneles Solares mediante Pruebas de Electroluminiscencia a Plena Luz del Día: Impacto en Fábricas, Campos Solares y Reciclaje” (**Dr. Luis David Patiño López, responsable técnico**). Ambos en proceso de formalización de convenio.

Como parte de las actividades para resolver problemas con el sector productivo, CICY participa en el proyecto; **“Establecimiento de una plantación comercial de un cultivo energético *B. alicastrum* (ramón) bajo un concepto de biorrefinería y agricultura sustentable”**. Este proyecto aporta a la soberanía alimentaria sin tener un efecto negativo sobre el medioambiente e impacta directamente sobre la población rural de la península de Yucatán generando una fuente de ingreso y bienestar. Coordinado por Agroalef, ubicada en San Simón, Municipio de Santa Elena, Yucatán. y el grupo de energía Renovable del CICY.

A continuación, se mencionan los avances de los tres PRONAI coordinados por el CICY:



- **Iniciativas para la conservación, salvaguarda y uso de colecciones biológicas vivas de *Carica papaya L.* (banco *in vitro* y colecciones vivas), para revalorizar la importancia de poblaciones silvestres, en colaboración con comunidades locales de Yucatán. Responsable Técnico: Dr. Jorge Santamaría Fernández (Unidad de Biotecnología)**

Breve resumen

México es el principal exportador mundial y es el 3er productor de *Carica papaya*. Este cultivo tiene importancia como alimento funcional y nutracéutico. El sureste de México es el centro de origen de esta especie y contamos con poblaciones silvestres en sitios remotos del Estado de Yucatán, donde son componentes importantes de las selvas tropicales en la región, ya que son reservorios genéticos importantes y forman parte de la cadena alimenticia de otros miembros del ecosistema y participan en procesos de regeneración natural de las selvas. Actualmente, su población se ha visto comprometida por la expansión urbana y las vías de comunicación. Adicionalmente, sus semillas son recalcitrantes (pierden viabilidad, por lo que los bancos de semillas no funcionan), lo que hace imprescindible contar con métodos alternativos para la conservación de la biodiversidad y recursos filogenéticos de esta especie, uno, es el uso de técnicas de cultivo *in vitro*, donde un banco de germoplasma *in vitro*, permita conservar material idéntico (clonar) al que se encuentra en la naturaleza, es un protocolo eficiente, produce un gran número de plantas y se regeneran plantas completas para su uso en programas de conservación y de mejoramiento genético futuro (aprovechamiento sostenible), tendientes a generar variedades tolerantes (a enfermedades, plagas y sequía, altas temperaturas, inundaciones, etc.). Con base a estos aspectos y con la experiencia, conocimiento y capacidad técnica, que se cuenta en el laboratorio, se desarrollan protocolos *in vitro* de diferentes poblaciones silvestre de papaya. En este periodo se llevaron a cabo la identificación de sitios de colecta de las accesiones de papaya silvestre en las diferentes localidades de Yucatán. Se llevaron a cabo reconocimiento de dichos lugares. Se realizaron colectas de semillas y frutos. Se analizaron las plantas de las accesiones silvestres de papaya en diferentes aspectos. Al mismo tiempo se establecieron los sitios donde se establecerán las plantas, como el Jardín Botánico del CICY (Sierra Papacal) y en la Parcela de un productor en Tixkokob. Finalmente, se realizaron los trámites, logística y capacidades, para llevar a cabo las compras de todos los equipos, así como de las compras de materiales, reactivos y consumibles correspondientes a esta Etapa I.

Contribución a la mejora de la calidad de vida de la población, en especial de la rural y de las y los pequeños productores, de manera segura para el ambiente en la península de Yucatán.



La contribución del proyecto se define en poder generar una plataforma de conocimiento científico y tecnológico de las plantas de papaya silvestres en la Península de Yucatán, que es su centro de origen y domesticación. Las poblaciones de papaya silvestres crecen en condiciones naturales edafoclimáticas, adaptadas a las diferentes regiones de la Península (agua, temperatura, luz, etc.). Estas plantas forman parte del paisaje de la población de la Península de Yucatán, por lo que el proyecto pretende conservar y salvaguardar a través de colecciones biológicas estas poblaciones de papaya silvestre, para tener un banco de germoplasma (de parientes silvestres), así, por un lado no perder este material genético valioso de la región (pérdida por cuestiones de crecimiento poblacional y de comunicaciones y transporte) y por otro re-valorizar este importante recurso en comunidades locales. De esta forma crear una plataforma de germoplasma para la obtención de nuevas variedades mejoradas de papaya que puedan atender las necesidades de las comunidades de la región y a pequeños productores de una forma segura al ambiente, con materiales propios de la región.

Nombre de las comunidades beneficiadas en el proyecto.

- Comunidad agrícola de Tixkokob, Yucatán México, pequeños productores de papaya.
- Comunidad escolar Cobay plantel Tixkokob, Yucatán México.
- Comunidad académica TBCEY, Sierra Papacal, Yucatán, México.

Integración de grupos de investigación interdisciplinarios / multidisciplinarios para el intercambio de conocimiento sobre las prácticas y oportunidades de mejora de las comunidades en los temas de incidencia del Centro.

El proyecto de investigación integra grupos de investigación interdisciplinarios para cumplir con los objetivos planteados y las metas propuestas. Se cuenta con personal especializado en biología molecular, edición de genomas, ingenieros agrónomos, bioinformáticos, especialistas en recursos genéticos, entre otros. En el proyecto interactúa personal del Parque Científico y Tecnológico (GERMOLAB), de la Unidad de Biotecnología, de la Unidad de Recursos Naturales y del Banco de germoplasma. El proyecto fomenta la conservación y salvaguarda de recursos genéticos (parientes silvestres) de la región mediante el desarrollo del proyecto de investigación científica con la activa participación de pequeños productores, lo que ha permitido determinar acciones para su mejora, e.g., a través de colecciones biológicas vivas de las plantas de papaya silvestre en parcelas de pequeños productores y el jardín botánico. El proyecto tiene como objetivo la conservación del recurso genéticos de papaya silvestre, y se realiza a través de este proyecto de investigación científica. Los pequeños productores nos acompañan en todas las etapas incluyendo el establecimiento, cuidado y mantenimiento con su apoyo al cuidado (espacio, riego, deshierbe, fertilización, cuidado



de no plagas), de la parcela de las accesiones de papaya silvestre. El objetivo es lograr conservar el material genético a través de bancos *in vivo*, *ex situ* de germoplasma del recurso genético, a través de la colección de plantas y la colección *in vitro*.

Actividades más relevantes realizadas en el período.

Las actividades realizadas en el proyecto relacionadas con la mejora de la calidad de vida de la comunidad, se encuentran el establecimiento de las plantas de papaya silvestre en las parcelas para generar conocimiento científico cuantificable y medible sobre el crecimiento, fisiología y caracterización genética de papaya silvestre, que permita generar una plataforma de conocimiento para poder establecer un banco de germoplasma de parientes silvestres de papaya comercial y poder caracterizar este germoplasma. Así como para conocer los mecanismos utilizados por las plantas silvestres para enfrentar diferentes condiciones de estrés abiótico (sequía y altas temperaturas), que posteriormente puedan ser utilizados en sus contrapartes cultivadas a través de diferentes estrategias moleculares como edición de genomas.

- Actualmente nos encontramos generando este conocimiento para poder mejorar el cultivo de papaya con rasgos que pueden tener las papayas silvestres que forman parte del ecosistema de la región.
- Estamos estableciendo una copia del banco de germoplasma de papayas silvestres en la comunidad rural de Tixkokob, Yucatán con la participación de productores locales.
- Recientemente se estableció el banco de germoplasma de papaya silvestre de Yucatán, en el jardín botánico de GERMOLAB en el PCYT.



Figura 25. Establecimiento del banco de germoplasma de papaya silvestre de Yucatán, en el jardín botánico de GERMOLAB en el PCYT en presencia de la Dra. Maira Segura, Directora del CICY y el Dr. Jorge Zavala, Director del PCYT. Proyecto PRONAI.

Actividades más importantes para fomentar la revalorización del conocimiento agrícola tradicional para dotar a la población, en especial la rural y de las y los pequeños productores en la PY, de conocimiento vinculado a la seguridad alimentaria y a la soberanía ambiental.



1. Realizar colectas de material vegetal en la PY. 2. Germinación de semillas y siembra de plantas en parcelas demostrativas de pequeños productores. 3. Cultivo de plantas silvestres y seguimiento de evaluaciones a las plantas. 4. Visita a las parcelas a los pequeños productores. 5. Presentaciones, seminarios e informes a la población de las parcelas. 6. Presentaciones, seminarios e informes a estudiantes de todos los niveles de escolares, desde primarias hasta posgrado de diferentes áreas. 7. Seminarios a estudiantes de diversos institutos de la PY, para revalorizar el conocimiento agrícola tradicional para tener y generar una plataforma de recursos que permitan la producción de variedades de papaya edafoclimáticas y así lograr un aporte a la seguridad alimentaria y lograr así una soberanía.

Pertinencia científica y social de su investigación vinculada a la mejora de la producción agrícola con cuidado del ambiente.

Al estudiar poblaciones silvestres de papaya (parientes silvestres), se estudia las poblaciones que existen en la región, las cuales se encuentran en forma natural. De forma que el conocimiento generado a través de la investigación vincula la plataforma de generación de variedades de papaya adecuadas para la región, donde además se cultiva en forma importante este frutal tropical, con lo que pueden producirse variedades comerciales con el cuidado del ambiente local y regional. A través de diversos estudios científicos en el laboratorio, se ha observado que las poblaciones de papaya silvestre muestran tolerancia a diversos factores del Cambio Climático como tolerancia a sequía, a altas temperaturas y al estrés combinado de ellas (alta temperatura y sequía) a diferencia de su contraparte la papaya comercial que son susceptibles a estos tipos de estrés. El conocimiento científico generado y que se encuentra en estudio en este proyecto, nos ayuda a generar una plataforma de conocimiento para la mejora de variedades con mejores características, con una mayor producción agrícola a través de herramientas como la edición de genomas u otras, con cuidado del medio ambiente, ya que estas poblaciones silvestres de papaya son propias del ecosistema natural de la región.

Desarrollo de tecnologías pertinentes para atender las necesidades del campo en la región.

Con el desarrollo del proyecto se pretende generar el conocimiento científico y las bases para contar con el material recurso genético silvestre de papaya para hacer uso de él y generar en un futuro cercano variedades de papaya adecuadas a las condiciones edad o climáticas de la región con una retribución a economía de la población y así un apoyo a una mejor calidad de vida. Ya que una de las prioridades es tener semilla y variedades que puedan ser establecidas en las condiciones de la región. Se ha trabajado en accesiones de papaya silvestre con diferentes enfoques (efecto de estrés en accesiones silvestre versus cultivadas) en diferentes aspectos (fisiológico y molecular) con



diferentes tipos de estrés que se presentan en esta región tropical, como altas temperaturas y en condiciones de sequía.

Resultados en materia de capacitación y contacto con productores.

Se estableció una estrecha colaboración tanto con pequeños productores, así como con estudiantes, a quienes se les han dado pláticas del proyecto y se habla acerca de la importancia de las especies silvestres y en particular de la papaya silvestre que se encuentra en forma natural en la región. Con los productores donde se establece la parcela de cultivo de papaya silvestre, se tiene una comunicación constante, debido a que se realizan evaluaciones mensuales de las plantas de papaya en sus propios terrenos y se discuten en forma constante los resultados obtenidos a través de pláticas o de presentación de resultados. De igual forma se presentan los resultados obtenidos en la parcela del Jardín Botánico donde se lleva a cabo en forma mensual, evaluaciones de crecimiento y fisiológicas de las plantas, así como análisis moleculares, en ambas plantaciones.

Factores que hayan incidido positiva o negativamente en la consecución del Objetivo prioritario 1 (mejora de la calidad de vida) que se reporta.

Los factores que han incidido en forma positiva en la consecución de la mejora de calidad de vida de la comunidad ha sido inicialmente el poder interactuar, a través de la apertura y la bienvenida del proyecto por parte de la comunidad y el poder ofrecerles las bases para generar conocimiento científico que detone en el desarrollo de variedades de papaya que se puedan cultivar en la región, este proyecto está en base de aspectos nacionales (Soberanía Alimentaria) e internacionales como los parientes silvestres de los cultivos (*Crop Wild Relatives, CWR, por sus siglas en inglés*). Estos parientes silvestres de papaya (que habitan en forma natural en la región), son de vital importancia debido a que son parientes de los cultivos comerciales que se realizan en la región, ambos del mismo género, con lo que se pueden entender que la generación de conocimiento científico pueda sentar las bases de generación de variedades que pueden ser importantes en la economía de la población con la consecuente mejora en su calidad de vida y lograr el bienestar social de la población.

Algunos de los aspectos que se han desarrollado en el grupo de trabajo de investigación, son el que los parientes de papaya silvestre tienen mecanismos que les permite crecer en condiciones de déficit de estrés abiótico o sequía en tanto que las papayas cultivadas con otros mecanismos no son capaces de crecer en estas condiciones de sequía. Estos aspectos se han estudiado desde el punto de vista de Cambio Climático y su efecto y mecanismos de respuestas en papaya comercial versus papaya silvestre. Con ello se genera conocimiento sobre los mecanismos de un uso más eficiente en la toma de agua por parte de las papayas silvestres (que son más tolerantes a las sequías), que puede ser aplicado en las variedades comerciales (que son más



susceptibles a la sequía). Estos mecanismos se han estudiado desde aspectos fisiológicos hasta moleculares. Con ello se aporta conocimiento e información a un uso más eficiente del agua que pueda contribuir al cuidado del agua y así a la protección del acuífero para beneficiar a la sociedad en la Península de Yucatán. De igual forma las poblaciones de papaya silvestres requieren de pocos agroquímicos (tipos fertilizantes u otros aditivos) por lo que se cuida y protege al acuífero subterráneo de Yucatán, sin contaminar el agua, en beneficio de la sociedad.

Actividades de mayor impacto del proyecto asociadas al uso de los recursos naturales para establecer acciones de mitigación.

Entre las actividades del proyecto que impactan y están asociadas con el uso de los recursos genéticos naturales, de poblaciones de papaya silvestre para establecer acciones de mitigación son: el establecer parcelas en la comunidad con pequeños productores, así como establecer parcelas en el Jardín Botánico, para aumentar el número de plantas. Es decir, se plantan o reforestan espacios con papaya silvestre. De esta forma se aumenta la capacidad de la tierra para absorber gases de efecto invernadero (actuando sobre la causa del problema). De al momento de establecer las parcelas se contribuye a la promoción de la agricultura sostenible y se reduce la deforestación o se aumenta el cultivo de parientes silvestres de papaya. Con estas siembras de papaya silvestre lo que implica es proteger, restaurar y revalorizar los ecosistemas naturales, como las selvas bajas caducifolias (donde se les encuentra en forma natural, pero ya muy diezmada), que actúan como sumideros de carbono. Se han realizado una serie de estudios en el laboratorio sobre la capacidad fotosintética que tienen estas plantas de papaya silvestre y se ha observado una alta tasa de fotosíntesis mayores que la de sus contrapartes comerciales. Con esto se apoya prácticas agrícolas sostenibles, se apoya en reducir la deforestación y se promover la reforestación. Al realizar demostraciones de las parcelas a estudiantes de diferentes grados escolares, se apoya en la construcción de conocimiento sobre la importancia de la reforestación, conservación y revalorización de siembra con poblaciones silvestres de papaya, propias de la región.

Impulso al desarrollo de planes estratégicos para el establecimiento de condiciones o criterios que promuevan el crecimiento y/o desarrollo ordenado de actividades económicas en zonas urbanas y periurbanas.

La conservación, uso y conocimiento de las poblaciones de papaya silvestre en parcelas (de la comunidad y del Jardín Botánico), a nivel de crecimiento, fisiológico y molecular, llevara a la revaloración de esta población de papaya silvestre para detonar el desarrollo de planes estratégicos para el establecimiento de criterios que promuevan cuidado y la conservación de estas poblaciones, parientes de las papayas cultivadas en la región, pero con crecimiento en las condiciones edafoclimáticas de la región (que se ha estudiado que



son más tolerantes a ciertos estrés abióticos que su contraparte de variedades de papaya cultivadas) y permitan la regeneración de variedades adecuadas a las condiciones de la región y potencie el crecimiento de actividades económicas. Las poblaciones de papaya se han observado en zonas periurbanas, donde también crecen y son utilizadas por la comunidad como fuente de alimento. Se está generando el conocimiento científico para proponer las políticas públicas para el cuidado de papaya silvestre y el mejoramiento de papaya cultivada.

Participación en foros que incidan en acciones y políticas públicas para toma de decisiones.

Después de estudiar, y trabajar con investigaciones científicas sistemáticas y metodológicas poblaciones silvestres de papaya con enfoques de conservación y conocimiento, en diferentes aspectos como su crecimiento, aspectos fisiológicos y moleculares, se cuenta con caracterizaciones de poblaciones silvestres y actualmente se están llevando a cabo foros y seminarios que incidan en acciones y políticas públicas para toma de decisiones. Con el apoyo a este tipo de proyectos se promueve el conocimiento de poblaciones silvestres de papayas que se estudia y se evalúa en científico básico, y posteriormente se ve aplicado en políticas científicas y políticas públicas sobre la concentración, uso y revaloración del recurso genético. De igual forma se apoya en las políticas públicas desde las escuelas, donde el seminario a estudiantes ayuda a darles valor a los recursos genéticos de la región donde viven. Hemos tenido la experiencia que después de escuchar seminarios, estudiantes han visitado el laboratorio para hacer estancias cortas de entrenamiento o académica. También atendimos los foros de Red Ecos y estamos estructurando como integrarnos a este esfuerzo nacional desde Yucatán.

Factores o consideraciones que hayan incidido positiva o negativamente en la consecución del Objetivo prioritario 2 (cuidado y protección del acuífero para beneficio de la sociedad en la península de Yucatán) que se reporta.

El desarrollo del proyecto al sembrar y cultivar accesiones de papaya silvestre apoya el cuidado y protección del acuífero de la península de Yucatán, debido a que se siembran plantas silvestres de la misma región y con ello en las parcelas se previene la erosión del suelo, se ayuda a compactar el suelo, se permite así la creación de humedad entre las plantas, con el ambiente y se logra una mejor filtración de agua al acuífero. También se mantiene la estructura y aereación del suelo (cuya profundidad es muy reducida). Las poblaciones silvestres no se les aplica agroquímicos, por lo que se apoyó a la no contaminación por estos químicos no aplicados, por lo que no hay contaminación del acuífero profundo y subterráneo de Yucatán. El suelo, además, es muy poco profundo donde se encuentran las parcelas, sin embargo, estas accesiones de papaya silvestre pueden cultivarse en estas condiciones y las raíces ayudan a la mejor estructura y formación de sustrato y mejor uso del agua. Las altas temperaturas en la región (35-40°C) es otro gran aspecto donde las plantas tienen una gran tolerancia y al crecer pueden ayudar a mantener un microclima que ayuda a la recirculación de agua por parte



de las accesiones de papaya hacia el acuífero. La siembra que se realiza ayuda y promueve mayores poblaciones de esta especie y ayuda a la reforestación para beneficio de la sociedad.

Actividades más relevantes realizadas en este período, relacionadas al Objetivo prioritario 2.

1. Colecta de accesiones silvestre de papaya. 2. Germinación de semillas y obtención de plantas de papaya silvestre. 3. Obtención de plantas de papaya silvestre. 4. Establecimiento y siembra de plantas de papaya en parcelas de la comunidad y del Jardín Botánico. 5. Cultivo de plantas de papaya silvestre. 6. Evaluación de diferentes parámetros de crecimiento y fisiológico de dichas accesiones.

Actividades económicas de mayor impacto asociadas al uso de los recursos naturales para establecer acciones de mitigación.

Se requiere del apoyo económico para el desarrollo de proyectos que promuevan la conservación, uso y aprovechamiento de recursos genéticos a través del conocimiento científico metodológico y de investigación. Se requiere del apoyo al establecimiento, crecimiento y mantenimiento a largo alcance de los bancos in vivos de estas accesiones de papaya y parientes silvestres de los cultivos tropicales importantes de la región. Con ello se logran las bases científicas sobre las cuales se puedan establecer políticas públicas sobre cuidado y mantenimiento de las poblaciones silvestres en este caso de papaya. Al adoptar y realizar estas colecciones de recursos genéticos naturales, se apoya a las prácticas agrícolas sostenibles a través de tener sus parientes silvestres de variedades comerciales (y producir variedades acordes a la región edafoclimática), reducir la deforestación (al mantener las poblaciones silvestres) y a promover la reforestación (con las mismas especies de la región).

Imágenes de actividades de divulgación, Difusión científica o apropiación social del conocimiento. Actividades gráficas del Proyecto

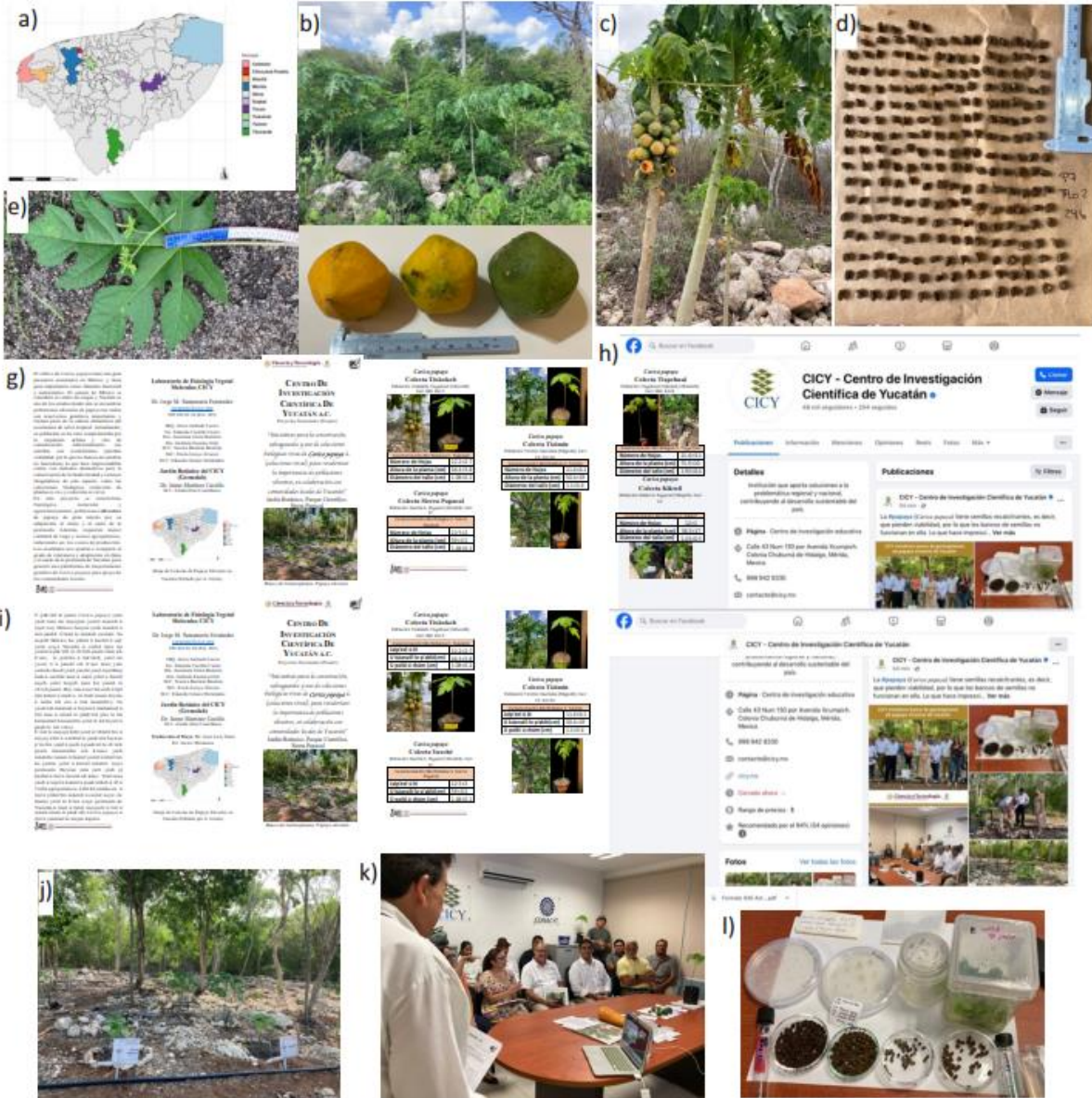


Figura 26. Actividades gráficas del Proyecto PRONAI. a) Colectas de accesiones de papayas silvestres. b) Accesiones silvestres encontradas en Yucatán, en diversos sitios de muestro. c) Accesiones de papaya silvestre con flor y fruto maduros e inmaduros. d) Semillas de frutos de papaya silvestre. e) hojas e inflorescencia de papaya silvestre. f) Frutos de papaya silvestre en diferentes etapas de maduración. g) Tríptico en español de parcela en el Jardín Botánico, Sierra Papacal. h) Presentación de parcela demostrativa en el Jardín Botánico, Sierra Papacal en Facebook de la institución. i) Tríptico en maya de parcela en el Jardín Botánico, Sierra Papacal. j) Vista de la parcela demostrativa en el Jardín Botánico, Sierra Papacal. k) Presentación de la parcela demostrativa a miembros del CICY, estudiantes y público, en Auditorio en Sierra Papacal (Dr. Jorge M. Santamaria). l) Conservación de recurso genético de papaya silvestre: semilla y cultivo *in vitro* (explantos y plantas *in vitro*).

Productos obtenidos en el período.

1. Introducción de material *in vitro* de papaya silvestre.



2. Germinación de semillas de papaya silvestre y cultivo de plantas de poblaciones de papaya silvestre.
3. Establecimiento del banco de germoplasma ex situ con accesiones de papaya silvestre en el Jardín Botánico del Parque Científico en Sierra Papacal, Yucatán.
4. Evaluación mensual de accesiones silvestre de papaya en el Jardín Botánico, en aspectos, de crecimiento, fisiológicos y moleculares.
5. Estancia Académica de Investigación de la estudiante Astrid Toloza de la Universidad Autónoma de Yucatán. Jun-Jul, 2025.
6. Estancia Académica de Investigación de la estudiante Alejandra Pérez de la Universidad Autónoma de Querétaro. Jun-Jul, 2025.
7. Estancia de entrenamiento del estudiante Constantino de Santiago, de la Universidad Autónoma de Yucatán. Jul 2025
8. Tesis de Licenciatura del estudiante Yahir Santillán de la Universidad Autónoma de Chapingo. Enero-May, 2025
9. Presentación del Proyecto en la parcela demostrativa en el Jardín Botánico en el Parque Científico en Sierra Papacal, Yucatán. 14 Jul 2025. Directivos del CICY, Investigadores, Estudiantes, Público en general.
10. Tríptico en español, de la Presentación del Proyecto en la parcela demostrativa en el Jardín Botánico en el Parque Científico en Sierra Papacal, Yucatán. 9Jul2025.
11. Tríptico en maya, de la Presentación del Proyecto en la parcela demostrativa en el Jardín Botánico en el Parque Científico en Sierra Papacal, Yucatán. 11Jul2025.

- **PROYECTO: RED ALISA YUCATÁN: Producción De Alimentos Basados En Maíces Nativos. Responsable técnico: Jorge Urdapilleta Carrasco (Investigador por México)**

Breve resumen del proyecto y los aportes más relevantes

La primera etapa se centró en la realización de estudios y la elaboración de propuestas para abordar los diferentes obstáculos que hay para construir un circuito alimentario virtuoso (producción-acopio y procesamiento local- auto abasto – comercialización), en torno a los maíces nativos. La definición de los objetivos de investigación e incidencia tomo como base el análisis del circuito alimentario hegemónico actual con la intención de contribuir a la construcción de un circuito alimentario virtuoso, el cual será más factible lograrlo mediante la constitución de un nuevo sujeto social cuyo bien común sea el acceso de la población a una alimentación saludable.

Contribución a la mejora de la calidad de vida de la población

Tanto en la primera como segunda etapa se ha abordado la producción mediante el fortalecimiento de las capacidades locales para reforzar las labores de transición agroecológica (monitoreo de parcelas, capacitación entre jóvenes milperos,



conservación semillas, producción o insumos), garantizar agua para los cultivos del centro comunitario mediante un sistema de riego, y evaluar parte de sus resultados y amenazas (presencia de plaguicidas y condiciones climáticas extremas).

Durante esta segunda etapa, el procesamiento local y el aumento de la capacidad de auto abasto está siendo abordado mediante estudios en laboratorio de las variedades nativas para elaborar las harinas enriquecidas. Dichas harinas están siendo procesadas dentro del CIATEJ, las cuales serán entregadas en octubre al colectivo de productores. Con dichas harinas se van a dar al menos dos talleres para mostrar cómo se pueden elaborar alimentos sanos como tortillas, panes, tamales, tostadas y galletas.



Figura 27. Red alisa Yucatán.

La parte de comercialización se abordó mediante la creación de un Mercado Agroecológico al interior del CICY, donde acudieron tanto miembros de la OBC como otros colectivos invitados. Durante la segunda etapa se ha trabajado la gobernanza del mercado agroecológico mediante la creación de un comité interno, en el que representantes de los 13 colectivos que participan tomarán decisiones y podrán colaborar de manera más formal con el CICY.

Principales logros e incidencia segunda etapa:

Durante esta etapa se cumplirán las siguientes metas y objetivos para cada subgrupo de trabajo:

Desarrollo tecnológico:

- Entrega de un prototipo sensor de temperatura y humedad relativa con alertas de condiciones anómalas para ser utilizadas en los espacios de almacenamiento y conservación de semillas Implementación de un sistema de riego interconectado a la red eléctrica (en espera de contar con paneles solares)



- Diseño y entrega de un prototipo para medir variables de microambiente al interior de las milpas.
- Elaboración y transferencia de fórmulas de harinas de frijol y maíz nativo y elaboración conjunta con productores de recetas para preparar galletas, tostadas, tamales y panes.
- Diseño y entrega de equipo para automatización del sistema de riego

Ciencia aplicada:

- Continuación del estudio de detección de presencia de plaguicidas en agua, suelo y frutos
- Análisis de condiciones micro climáticas dentro de milpa maya
- Análisis del cambio climático en la región de incidencia.

Acceso universal al conocimiento:

- Diseño y entrega de cartografía con información útil para los pequeños productores.
- Diseño y facilitación de la segunda etapa del “Diplomado de Promotores Locales para el Buen Vivir comunitario”
- Consolidación del Mercado Agroecológico al interior del CICY, mediante la creación del comité de gobernanza
- Diseño y facilitación de taller de salud y autocuidado para población en condiciones de vulnerabilidad
- Aplicación del Modelo de Acceso Universal al Conocimiento mediante estrategias de difusión de los diferentes resultados y conocimientos ligados a los subgrupos del proyecto.

NOTA: si bien el proyecto contemplaba un eje de salud, para el cual se realizaría la toma de muestras de sangre para establecer una línea base y observar cambios a partir del consumo de harinas, se ha solicitado al Fondo eliminar estos entregables. Lo anterior obedece a que en la primera etapa no se pudo ejercer los recursos para comprar equipos indispensables para el procesamiento de granos. Asimismo, dado el periodo de cambio de gobierno en el estado de Yucatán, se tuvo una respuesta tardía para autorizar la realización del estudio, y poder tener las condiciones para extraer sangre.

Al pedir la eliminación de este producto, se espera canalizar los recursos destinados a la extracción de sangre a la compra de infraestructura. Esto dado que para que un estudio de análisis de sangre requiere de al menos tres años para que pueda tener resultados significativos, condición que ya no se tiene.



Figura 28. Análisis de condiciones microclimáticas dentro de milpa maya

La Dra. Daniella E. Pacheco Catalán y el Dr. Luis David Patiño colaboran en el proyecto con el diseño de un sistema de riego fotovoltaico y el apoyo técnico para la instalación de un sistema fotovoltaico conectado a la red en el Centro comunitario Noj Naj de Chacsinkin, Yucatán.



Figura 29: Intercambio de saberes y firma de convenio para la instalación de sistema de riego fotovoltaico y sistema de paneles fotovoltaicos interconectados a la red, respectivamente.

Dentro de los resultados obtenidos en este proyecto se encuentra la realización del diseño e instalación de sistema de riego, la creación de mapas de energía fotovoltaica para riego para Chacsinkin y alrededores, así como la instalación del sistema fotovoltaico conectado a la red.

Articulación e Incidencia Social

En el marco de la RED ECOS, dos de las acciones del proyecto son las que más han favorecido la integración de diferentes centros de investigación e instituciones: el Diplomado de Promotores Locales y el Mercado Agroecológico. Con el primero, se ha contado con la participación de investigadores del CICY y especialistas de la organización de base comunitaria (Guardianes de las Semillas), quienes son el actor central que lleva la coordinación del proceso formativo. Asimismo, se ha invitado a investigadores del Tecnológico de Conkal, del INIFAP, de la UNAM – Mérida, del Posgrado en Sostenibilidad



de la UNAM, del Instituto Nacional de Antropología e Historia, y de asociaciones civiles como Yip Yatel Antsetik y MISIONEROS AC.

Para el Mercado Agroecológico, se ha convocado a colectivos del interior del estado, integrados predominantemente por pequeños productores. Para este año se tiene previsto realizar un intercambio de experiencias con los diferentes colectivos, el cual servirá de base para identificar sus objetivos, reconocer capacidades y fortalezas, y definir necesidades y posibles formas de articulación con el CICY.

Incidencia de proyecto en el territorio

Municipios en los que habitan las personas que participan directamente en el proyecto: Chacsinkin, Peto, Tahdziu, Tixmehuac.

Impacto mediante el Mercado Agroecológico: 60 personas productoras de la península representando a más de 100 familias provenientes de Yaxcabá, Valladolid, Ticul, Mérida, Kantunil, Sotuta, Peto, Tixmehuac, entre otras localidades.

Siete promotores locales en proceso de formación, los cuales dan acompañamiento a 25 pequeños productores en proceso de transición agroecológica.

Acciones de articulación con el Sistema Nacional de Centros Públicos: dentro del proyecto participa activamente personal del CIATEJ.

Acciones para el fomento de transdisciplina: organización del día nacional del maíz (octubre 2026), organización de un intercambio de experiencias entre colectivos de pequeños productores (noviembre 2026).

- **LAS COLECCIONES BOTÁNICAS DEL CICY: Guardianes de los Saberes Ancestrales de la Flora Yucatanense a Disposición del Mundo. Responsable: Dra. Patricia Rivera Pérez (Unidad de Recursos Naturales).**

El porcentaje de avance global del proyecto es del 60%, lo cual coincide con las proyecciones de avance global para esta etapa del proyecto. Los encuentros y talleres de intercambio de saberes entre comunidades rurales y la academia han continuado con la participación entusiasta de personas de diferentes edades. Se llevó a cabo el evento de reinauguración del herbario CICY con el fin de dar a conocer al público las mejoras que se realizaron en 2024 como parte de la primera etapa del proyecto. En el marco de este evento se llevaron a cabo visitas guiadas al herbario abiertas al público, así como dos talleres en las colecciones botánicas para los profesores de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural #73 (BEDR 73), quienes colaboran con el proyecto.



Figura 30. Reinauguración del Herbario CICY



Se han realizado salidas de campo a diversos puntos de la península para la colecta y documentación de la flora de la región. En las salidas a la comunidad de Tres Garantías en Quintana Roo, se han realizado talleres de colecta botánica, caminatas de observación de flora y fauna y actividades de transferencia de tecnología como la elaboración de papel reciclado y de jabones artesanales con plantas medicinales. Estas actividades han contado con la participación de hasta 35 personas de diversas edades. A petición de los colaboradores de la BEDR 73 se realizó en las instalaciones del CICY un curso de plantas aromáticas que incluyó la demostración del proceso de extracción de aceites esenciales.

Por otra parte, el M. en C. Isaí Olalde Estrada, Coordinador de Cultura, Recreación y Educación Ambiental del Jardín Botánico Regional “Roger Orellana” (JBRRO), asistió al Congreso Internacional de Educación en Jardines Botánicos (ICEBG, por sus siglas en inglés) del 9 al 12 de junio como representante del JBRRO y del proyecto. La participación del personal del Jardín Botánico Regional “Roger Orellana” en eventos internacionales como el ICEBG es de suma importancia para el cumplimiento de los objetivos del Jardín y el proyecto ya que permite al personal adquirir nuevos conocimientos, conocer avances y prácticas en la educación ambiental y la conservación de la flora nativa a nivel global. A su vez, la oportunidad de crear alianzas con instituciones de todo el mundo y establecer redes de colaboración que permitan difundir los esfuerzos institucionales y gubernamentales de conservación de la biodiversidad a una audiencia internacional. Esto no solo fortalece la reputación de la institución, sino que también facilita el intercambio de ideas y la adopción de estrategias innovadoras que beneficien la conservación y la divulgación del patrimonio natural de la región.

Se ha continuado con el diseño de materiales didácticos e informativos incluyendo un cartel sobre las plantas tóxicas de la península de Yucatán, un cartel sobre las aves y las plantas nativas, un folleto sobre los metabolitos de las plantas medicinales y dos manuales: métodos para la elaboración de herbarios y principios de botánica para la ciencia ciudadana y un video de la Flora de la península de Yucatán que se distribuyó a través de las redes sociales institucionales.

Se pretende incidir en el problema de la pérdida de biodiversidad en la PY mediante la colaboración con organizaciones de base comunitaria que están realizando esfuerzos para proteger la vegetación remanente de donde viven. El proporcionarles la perspectiva científica de la flora de su localidad podrán realizar la identificación, monitoreo, medición y reporte de los cambios que experimenta la flora de la región. Esto impacta directamente en el combate del cambio climático ya que los científicos que intentan realizar predicciones pueden hacer estimados más confiables al respecto. Además, al contar con información con perspectiva científica, las organizaciones comunitarias podrán proponer sus propios planes de manejo, plantear proyectos a organizaciones gubernamentales y no gubernamentales; e iniciar colaboraciones con otras disciplinas



científicas como monitoreo de fauna y restauración ecológica. Al incluir en la plataforma de la flora digital la información de los usos tradicionales de las plantas, se atiende y revitaliza el interés en los saberes tradicionales de los pueblos originarios de México.

Contribución a la mejora de la calidad de vida de la población

Se han diseñado e impreso materiales didácticos e informativos incluyendo 600 ejemplares de folletos informativos con los siguientes títulos: "Conoce las colecciones botánicas del CICY", "La seguridad, ante todo: el estudio químico de las plantas usadas en medicina tradicional", "Técnicas de obtención de extractos de plantas", "Técnicas de elaboración de jabones artesanales". Además de 300 ejemplares del "etnobiorama", un juego de memoria para conocer las plantas útiles de la región. Estos folletos facilitan el acceso a la información y promueven el interés público en la conservación de la biodiversidad. Además, el equipo de trabajo ha participado en actividades de divulgación, como la publicación de 5 artículos en revistas de divulgación y la participación en reuniones con el herbario del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y el Herbario de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En el ámbito de la conservación, se han identificado y propagado con éxito especies endémicas de la región, incluyendo una especie nueva para la ciencia que fue recientemente descrita por miembros del grupo de trabajo. La transferencia de conocimientos técnicos a las comunidades ha sido un eje central de esta etapa, fomentando su empoderamiento y participación activa en la conservación de la biodiversidad. Actualmente se cuenta con 2,000 ilustraciones digitales de la flora regional, que se han recopilado en campo, de voz de médicos tradicionales, parteras y yerbateras.



Figura 31. colecciones botánicas del CICY

Paralelamente, se ha trabajado en el diseño de la actualización de la página web del herbario, en colaboración con una empresa especializada. Los resultados obtenidos hasta el momento posicionan al CICY como una institución de referencia en investigación botánica y conservación de la biodiversidad en la Península de Yucatán por tener la mayor colección del sureste mexicano con aproximadamente 64 mil registros.



Con respecto a la incidencia, los resultados a destacar son:

- Fortalecimiento de capacidades locales: Los encuentros de intercambio de saberes entre el grupo de trabajo y los miembros de las organizaciones de base comunitaria (grupo de mujeres mayas a cargo del meliponario Tumben Xununkab de la localidad de Santa Elena, Yucatán; mujeres de la Cooperativa Selva viva; Brigada de educación y desarrollo rural de Acanceh, Cooperativa de mujeres meliponicultura de Túmben Xunan Kab y Ejido Tres garantías) han permitido que la toma de decisiones y la implementación de acciones se realicen mediante esfuerzos colaborativos. La realización de 4 talleres permitió que las personas amplíen sus conocimientos sobre la flora regional al tiempo que se interesan por la conservación y el aprovechamiento sustentable.
- Revalorización de los conocimientos ancestrales: La colaboración informada con 10 médicos tradicionales y parteras a través del Indemaya permite la obtención de información ancestral sobre los usos de las plantas de la región. De esta forma se documentan y preservan los conocimientos tradicionales. Además de otorgar el reconocimiento debido a las personas que resguardan estos conocimientos en las comunidades rurales. Los estudios de laboratorio de las plantas medicinales complementan la información obtenida.
- Promoción de la participación social en la conservación de la biodiversidad: Mediante 16 actividades de divulgación se ha dado a conocer la importancia de las colecciones botánicas para la conservación de la biodiversidad. En particular, se ha dado énfasis en las actividades que realizan las colecciones botánicas del CICY y los servicios que brindan a la sociedad. Además, se ha promovido el conocimiento y aprovechamiento de las plantas nativas, los beneficios de la biodiversidad y el papel de los jardines botánicos, bancos de semillas y herbarios como centros educativos y fuentes de información confiable.

Los participantes de este proyecto pertenecen a la Unidad de Recursos Naturales, Germolab y el jardín botánico regional Roger Orellana (Figura 322).



Figura 32. Talleres con comunidades. Organizaciones de base comunitaria que se encuentran en los estados de Yucatán y Quintana Roo.



Destacar la incidencia e impacto del proyecto.

El proyecto ha logrado integrar a profesores de bachillerato y miembros de la comunidad del Ejido Tres Garantías al trabajo de documentación y monitoreo de la flora regional. Este enfoque ha facilitado un valioso intercambio de conocimiento, donde el personal del CICY ha compartido técnicas de curaduría, investigación y conservación del patrimonio natural. A través de talleres teóricos y prácticos, los maestros y ejidatarios han adquirido herramientas esenciales para la colecta, documentación y preservación de la flora local. Por su parte, el equipo del CICY ha recabado información valiosa sobre los usos de las plantas nativas. Adicionalmente, la participación de miembros del grupo de trabajo en actividades como la reinaguración del herbario CICY, y el International Congress on Education in Botanic Gardens (ICEBG) permite difundir el trabajo de investigación, educación ambiental y etnobiología maya, así como adquirir nuevos conocimientos sobre tendencias globales en restauración ecológica, terapia forestal y la biomimética, lo que enriquece las futuras oportunidades de mejora para las comunidades locales.

Al estrechar la colaboración del CICY con las comunidades rurales participantes del proyecto, se han detectado oportunidades para la transferencia de tecnologías existentes en materia de reciclaje, uso de plantas medicinales y aromáticas que atienden las necesidades específicas de las comunidades rurales. Los talleres sobre botánica para la ciencia ciudadana, la colecta y germinación de semillas, y el establecimiento de bancos de semillas locales demuestran una transferencia de tecnología directa y práctica. La incidencia e impacto del proyecto se manifiesta en el empoderamiento de los miembros de las comunidades, quienes se convierten en participantes activos en la conservación de su entorno al aprender a documentar y propagar la flora regional. Este trabajo a nivel local, junto con la difusión internacional de los esfuerzos institucionales, fortalece la reputación del centro de investigación y crea una red de colaboración global que beneficia directamente la protección y divulgación del patrimonio natural de la región.

Proyectos de Ciencia Básica y de Frontera

Durante el primer semestre 2025 se tuvieron 13 proyectos vigentes, además de 14 proyectos aprobados de 47 proyectos sometidos a la Convocatoria de Ciencia Básica y de Frontera 2025; cabe mencionar que además de estos proyectos en los que el CICY es responsable técnico, el personal de investigación del CICY participa en un proyecto en colaboración con la Universidad Autónoma de Yucatán. Actualmente todos los proyectos se encuentran en proceso de formalización de convenio.



Tabla 2. Lista de proyectos aprobados en Convocatoria de Ciencia Básica y de Frontera 2025

No.	Proyectos aprobados al CICY como responsable técnico
1	Estudio funcional de defensinas de plantas para su uso contra la multirresistencia a antibióticos (RAM)
2	Ecogenómica viral: caracterización espacio-temporal de la ocurrencia y diversidad genética de virus entéricos en aguas residuales y matrices ambientales.
3	Desarrollo de andamios de sustitución y regeneración dérmica derivados de desechos agrícolas y pesqueros con potencial utilidad para el tratamiento de la ulcera diabética del adulto mayor.
4	Determinación de rasgos genéticos cruciales para incrementar la producción de bixina en el cultivo de achiote.
5	Tratamientos abióticos oxidativos, una alternativa viable para incrementar y acelerar la biodegradación de plásticos oxo-biodegradables.
6	Andamio Funcional para Aplicación en el Tejido Óseo de Conejo Utilizando una Impresora 3D-printer.
7	Bioprospección de los metabolitos secundarios berberina, sanguinarina y cafeína como fungicidas naturales alternativos para el control de Pseudocercospora fijiensis y Phytophthora capsici, causantes de la Sigatoka negra y marchitez del chile, respectivamente.
8	Rescate y valoración de sistemas constructivos autóctonos y sus procesos tradicionales en edificaciones con adobe en el estado de Yucatán para la preservación de una arquitectura sustentable.
9	Desarrollo de membranas compuestas a base de redes metal orgánicas (MOFs) para la eliminación de contaminantes del agua y su remediación.
10	Análisis de la degradación biótica y abiótica de materiales compuestos con residuos lignocelulósicos y termoplásticos de recicló.
11	Estudio de materiales basados en carbón y polímeros intrínsecamente conductores para su aplicación en dispositivos flexibles de líquidos metálicos para el almacenamiento de energía.
12	Espumas de polipropileno formuladas con nano-arcilla de Paligorskita como estrategia para la detección y captura de pesticidas en el acuífero de la Península de Yucatán.
13	Análisis y transformación integral del sargazo.
14	Establecimiento de un banco de plantas madres de Lima Agria, como base para el desarrollo de un sistema de micropropagación y conservación de germoplasma en el estado de Guerrero.
15	Predicción de la conductividad eléctrica mediante algoritmos de aprendizaje profundo para el diseño de materiales compuestos inteligentes.

A continuación, se presentan algunos proyectos de Ciencia Básica y de Frontera vigentes durante el primer semestre 2025 con incidencia social y ambiental:

- Bioprospección de especies vegetales del solar maya: identificación biodirigida de compuestos activos contra proteínas de virus de importancia en salud pública.** Responsable Técnica: Dra. Rocio Borges Arguez-Unidad de Biotecnología.

Breve descripción

Este proyecto está dirigido hacia el sector Salud, aunque también incide en el medio ambiente, a la preservación de los recursos naturales, mediante la validación del potencial farmacéutico de compuestos presentes en especies vegetales de la península



de Yucatán y de la flora de traspatio. Aborda un tema relevante y de actualidad en la población rural y mundial, las enfermedades respiratorias ocasionadas por virus como es la influenza, y actualmente el SARS COV 2. En este proyecto se trabaja principalmente con comunidades localizadas en el municipio de Halachó, Yucatán, en específico las comisarías de San Mateo, Santa María Acú y Sihó. Entre los avances principales realizados este semestre fueron la visita a esas comisarías de aproximadamente 1,500 a 3,500 habitantes. Se realizaron entrevistas en distintos hogares de dichos municipios, así también se logró la colecta de algunos especímenes que se localizan en los patios, y se iniciaron con las actividades de propagación de las especies colectadas. Una vez colectadas las especies se realizaron los perfiles químicos por cromatografía de capa delgada, así también se espera iniciar con las evaluaciones de actividad inhibitoria de las principales proteínas respiratorias virales en al menos cuatro especies de traspatio.

Contribución del proyecto a la mejora de la calidad de vida de la población, en especial de la rural y de las y los pequeños productores, de manera segura para el ambiente en la península de Yucatán.

Este proyecto fomenta la conservación de especies del solar maya, así también el autoconsumo y cuidado de ecosistemas, siendo estas sus mayores contribuciones. Sumado a esto, el aporte científico de la efectividad de las especies vegetales que ahí se encuentran sobre proteínas de importancia en enfermedades virales, lo que avalaría el conocimiento tradicional y la preservación de este importante patrimonio vegetal.

Actividades más relevantes al Objetivo prioritario 1.

En primer lugar, la visita a los hogares de la comisaría de Halachó, Yucatán, incentivó a la población a reconocer la importancia de las especies en sus solares, se les explicó del proyecto y se obtuvo información valiosa respecto al uso y tipo de especies vegetales en sus solares, previa autorización por parte de los pobladores de la comunidad, que da una idea del estado actual de las especies del solar maya de esa localidad, se observó que en su mayoría, se cultivan especies con fines alimenticios y algunas con usos medicinales, siendo estos últimos de especies introducidas como son la menta y la yerbabuena, entre otras.

Número y nombre de las comunidades beneficiadas en el proyecto.

Las comunidades beneficiadas en el proyecto pertenecen al municipio de Halachó Yucatán, siendo este semestre San Mateo, Santa María Acú y san Antonio Sihó en donde arrancamos con el proyecto.

Grupos de investigación interdisciplinarios

El proyecto integra grupos de investigación multidisciplinarios. Se cuenta con la colaboración de investigadores que pertenecen al sistema nacional de investigadores en diferentes áreas como la Dra Guadalupe Ayora Talavera (SNI nivel II) del Departamento



de Virología del Centro de Investigación Regional Dr. Hideyo Noguchi. Cecilia Hernández Zepeda (CICY) SNII 2 especialista en el estudio de la virología ambiental, en particular en virus entéricos que se transmiten por el agua y otros virus como el SARS -COV-2 en matrices ambientales. Dr. Norberto Sanchez, del departamento de Química de la UNAM, especialista en modelado molecular y estudios in silico.

Recientemente, se inició con una colaboración con integrantes del laboratorio de control biológico del mosquito *Aedes Aegypti*, del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en especial con el Dr. Henry Puerta Guardo, para apoyar en la búsqueda de alternativas naturales para el combate del Dengue. Cabe señalar que Yucatán fue el primer estado con mayores casos de dengue en 2023, en especial en las comunidades del interior del estado por lo que este proyecto es de relevancia para la mejora de vida de las comunidades afectadas con esta enfermedad transmitida por los moscos *Aedes aegypti*.

Fomento a la conservación de recursos genéticos de la región con activa participación de pequeños productores, que permita determinar acciones para su mejora.

El proyecto más que contacto con productores, tiene incidencia directa con la población en general, que vive en los municipios seleccionados, siendo su participación, el intercambio de conocimiento referente a las plantas de su solar y sus usos.

Actividades más importantes para fomentar la revalorización del conocimiento agrícola tradicional para dotar a la población, en especial la rural y de las y los pequeños productores en la PY, de conocimiento vinculado a la seguridad alimentaria y a la soberanía ambiental.

Entrevistas relacionadas a las plantas de traspatio, listado de especies, nombres científicos, nombres mayas y usos por la población, lo que fomenta la revalorización de este importante recurso.

Factores que hayan incidido positiva o negativamente en la consecución del Objetivo prioritario 1 (mejora de la calidad de vida) que se reporta. Puede tratarse de aspectos nacionales o internacionales, así como económicos, naturales, sociales, etc.

Las enfermedades virales siguen siendo un problema altamente prioritario, entre los factores que han incidido positivamente en el avance del proyecto en la etapa 1 es el financiamiento obtenido, se realizaron algunas actividades de divulgación principalmente en congresos y visitas a las comunidades, así también se obtuvo metodologías de propagación en vivero de las especies colectadas en el solar maya. Entre los factores también incidió el contar con los vehículos institucionales para realizar dichas actividades comprometidas en el proyecto.

Actividades de mayor impacto del proyecto asociadas al uso de los recursos naturales para establecer acciones de mitigación.



Identificación, colecta y propagación de las especies vegetales con presencia en los solares mayas de las comisarías de Sihó, San Mateo y Santa María Acú en el municipio de Halachó.

Productos obtenidos en el período.

1. Participación en el comité de Organización de la 20.a Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales celebrada en mayo de 2025.
2. Participación en 10 trabajos presentados en la 20.a Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales celebrada en mayo de 2025.
3. Participación en un trabajo presentado en el "Primer Congreso Nacional de Biotecnología Vegetal y Nanotecnología"
4. Participación en un trabajo presentado en IV Jornada Peninsular de Mujeres en la Ciencia "Frente a los desafíos de enfermedades emergentes"
5. Participación en Talento CICY 2025
6. 2 artículos científicos publicados
7. 1 artículo científico aceptado



Figura 33. Imágenes de algunos resultados obtenidos del proyecto.

2. Incremento en la competitividad de la producción *in vitro* de plantas de cocotero mediante enfoques innovadores, incluyendo la generación del insumo carbón activado a partir de residuos agrícolas. Responsable Técnico: Dr. Carlos Oropeza Salín-Unidad de Biotecnología

Breve descripción

El proyecto impacta de manera directa a los productores, pues podrán usar el material de desecho de sus huertas para la producción de carbón activado, lo cual generaría ingresos adicionales al obtener un producto con gran valor agregado, adicionalmente a los frutos de sus huertas. Con respecto al estado de Oaxaca estamos apoyando a los



productores de cocotero a atender brotes de Amarillamiento Letal. El proyecto Beneficia a 3 comunidades: Luis Echeverría en Quintana Roo, Huimanguillo Tabasco y Pinotepa Nacional en Oaxaca.

Dentro de las actividades más relevantes en el período son 1) Estamos avanzando en el escalamiento del proceso de micropropagación de cocotero para la producción de 7500 plantas, (callos embriogénicos y embriones somáticos). Que contribuirá con el germoplasma para programas de replantación. 2) La caracterización de carbón activado de diferentes partes de la planta de cocotero está en proceso. 3) Se está caracterizando 12 variedades de coco introducidas a México de Costa de Marfil con el fin de contar con diversidad de germoplasma para enfrentar nuevas enfermedades.

El proyecto está integrado por grupos de diferentes disciplinas, entre ellos tres grupos del CICY que corresponden a las Unidades de Materiales, Energía Renovable y Biotecnología, así como dos grupos en el INIFAP, uno en Tabasco y otro en Quintana Roo.

Actividades más importantes para fomentar la revalorización del conocimiento agrícola tradicional para dotar a la población, en especial la rural y de las y los pequeños productores en la PY, de conocimiento vinculado a la seguridad alimentaria y a la soberanía ambiental.

- Fomenta la conservación genética de los recursos genéticos del cocotero, se están caracterizando y evaluando ante el Amarillamiento Letal a 12 variedades de cocotero que fueron introducidas del extranjero, y que constituyen un banco de germoplasma para incrementar la diversidad genética del cocotero para los productores en México.
- El impacto está en la conservación del germoplasma de cocotero e incrementar su diversidad genética mediante la conservación de un banco de germoplasma, cuyas accesiones les podrán permitir en el futuro enfrentar de mejor manera la aparición de nuevas enfermedades, así proveer diversidad para una mayor gama de productos, garantizando la contribución del cocotero a la seguridad alimentaria y económica.
- En el proyecto estamos estudiando las relaciones planta-patógeno en los brotes en Oaxaca. Se está trabajando en investigación para desarrollo tecnológico, estudiando diferentes aspectos de la micropropagación de cocotero para incrementar su competitividad. También, se están estudiando a las diferentes partes de la palma para la obtención de carbón activado (CA) y definir las condiciones para la producción de este producto eficientemente y con calidad. En



cuanto al cuidado del medio ambiente el proyecto contribuye de forma importante al convertir desechos agrícolas en un producto como el CA, el cual además es de gran importancia para el medio ambiente por su gran capacidad para la retención de compuestos tóxicos.

- Se está trabajando en mejorar la micropropagación del cocotero para que sea más competitiva y se está desarrollando un proceso de obtención de CA a partir de desechos agrícolas del cultivo del cocotero.

Factores o consideraciones que hayan incidido positiva o negativamente en la consecución del Objetivo prioritario 1 (mejora de la calidad de vida) que se reporta.

- Los factores favorables son principalmente el interés de los productores, y su disposición a participar y colaborar. Así como también el interés en colaborar de investigadores del INIFAP y de investigadores de otras unidades del CICY. La participación de productores de diferentes estados está asociado a un interés del cocotero a nivel nacional. Para 2025, tenemos ya programadas actividades de capacitación en Oaxaca y en Guerrero. En este último, las actividades deben de derivar en colaboración en investigación y desarrollo con varias instancias en Guerrero.



Figura 34. Avances en el escalamiento de proceso de micropropagación in vitro de cocotero



Figura 35. Evaluación de la resistencia de las 12 variedades de coco introducidas a México de Costa de Marfil y el comportamiento de la palma *Pritchardia pacifica* (incluida en el ensayo como palma susceptible al ALC) en la localidad Luis E. Álvarez, Q. Roo

3. CpRAP2.4a: FACTOR DE TRANSCRIPCIÓN (FT) INVOLUCRADO EN LA MITIGACIÓN DEL ESTRÉS TÉRMICO, PARA ENTENDER SU MECANISMO DE TRANSPORTE A LARGA DISTANCIA EN SAVIA DE PAPAYA. Responsable Técnico: Dr. Luis Carlos Rodríguez Zapata-Unidad de Biotecnología

Breve descripción

Las plantas tienen diferentes estrategias de respuesta al estrés que les permiten sobrevivir a condiciones ambientales cambiantes, siendo la inducción de genes de respuesta a estrés una de ellas. Estos genes se pueden agrupar en los que protegen directamente contra el estrés y los que regulan la expresión de otros genes. Por lo cual hemos combinado diferentes metodologías de varias disciplinas de las Ciencias Biológicas. Esto con el fin de desarrollar una plataforma multidisciplinaria para comprender mejor los productos de los genes que participan en una manera coordinada entre ellos. Esto para comprender el mecanismo de respuesta y tolerancia de un particular estrés abiótico hasta el punto de la muerte de la planta debido a su marchitamiento. Estos genes se pueden usar para desarrollar nuevos productos biotecnológicos con el potencial de no afectar el rendimiento en los cultivos comerciales, independientemente de los cambios climáticos causados por el calentamiento global. Por lo cual, los aportes más relevantes a la ciencia de frontera obtenidos en el período han sido los siguientes: A) el establecimiento de un protocolo eficiente para la producción del Factor de Transcripción (FT) a escala piloto, usando modelos heterólogos; el cual hemos obtenido muy buenos resultados, y por consiguiente un próspero cumplimiento y avance de este objetivo específico y B) se adelantaron, algunas actividades planteadas, del tercer año del proyecto; tales como: realizar los ensayos de aplicación foliar del FT, junto con estudios de caracterización fisiológica para determinar el efecto de su aplicación.

EL proyecto "Plataforma multidisciplinaria para la identificación de genes en respuesta a un estrés abiótico en plantas tropicales de importancia económica-primera etapa" funciona como eje principal conteniendo otros proyectos obtenidos, tal como el proyecto



que lleva como título “CpRAP2.4a: Factor de transcripción (FT) involucrado en la mitigación del estrés térmico, para entender su mecanismo de transporte a larga distancia en savia de papaya” (solicitud CF-2023-G-636), el cual en la Revisión de la Convocatoria “Ciencia de Frontera 2023”, fue aceptado por el CONAHCYT el 2 de agosto de 2023. Cuyos resultados y productos esperados se encuentran entrelazados con este proyecto eje.

Están integrado por grupos de Investigación interdisciplinarios y multidisciplinarios para el intercambio de conocimiento, con la filosofía del “trabajo colaborativo”, que buscará el apoyo mutuo en el proceso, desde el inicio, con investigación documental y experimental de cada participante. Por lo cual cuenta con participantes tanto internos como externos, siendo estos los siguientes:

- Participantes internos del CICY, en colaboración con la Unidad de Biología Integrativa, Unidad de Biotecnología.
- Participantes externos, Biología Sintética de la Unidad de Biotecnología Industrial-Zapopan, CIATEJ. Laboratorio de Entomología Molecular, INECOL. Instituto de Investigaciones Sociológicas de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca

Contribución del proyecto a la mejora de la calidad de vida de la población, en especial de la rural y de las y los pequeños productores, de manera segura para el ambiente en la península de Yucatán.

A corto plazo, hemos estado investigando a través de las bases de datos el rendimiento y de productividad de diferentes cultivos de importancia económica para México (Información generada tanto del gobierno federal como estatal). Este tipo de estudio, permitirá indicar los factores que se requieren fortalecer para impulsar la producción de una región, como la capacitación, el financiamiento y el tamaño de huerta que impactan directamente a variables como los rendimientos, precio, ingresos brutos, infraestructura para cosechar y la comercialización.

A largo plazo, los resultados obtenidos de esta investigación y la obtención de nuevos bioestimulantes, promete aumentar la producción agrícola, disminuyendo los costos y, en consecuencia, una mejora económica a nivel familiar en pequeños productores que viven en estas zonas alejadas del Estado de Yucatán (EY) con una perturbación de incidencia de temperaturas extremas.

Actividades más relevantes realizadas en el período

Entre las actividades más relevantes de este proyecto eje, ha sido la alineación de sus actividades a los objetivos del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2021-2024, enfocado a generar conocimientos científicos de frontera, con la finalidad de identificar algunos factores moleculares y bioquímicos que afectan el rendimiento y producción de relevantes cultivos comerciales, tales como es el caso, de los cultivos de papaya, tomate, caña de azúcar, agaves y tabaco, entre otros. En el caso



de papaya se ha comenzado a generar conocimientos básicos, que solucionen el problema de su sensibilidad a temperaturas extremas y escasez de agua, el cual es un tema prioritario para el país con una visión multidisciplinaria (Objetivo prioritario 3 del PECITI). Por lo cual la generación y uso de cultivos de plantas tolerantes a los estreses abióticos, que no sean transgénicos, así como la generación de bioestimulantes que sean aplicados in situ a los cultivos de importancia económica. Estos últimos, pueden ser una alternativa como innovación tecnológica, para incrementar los rendimientos de producción de calidad, de los frutos cosechados a partir plantas de papaya o tomate que gozan una buena salud a pesar de la incidencia de un estrés causado por temperaturas extremas y la sequía; lo que se traduciría en soluciones sustentables a través del desarrollo tecnológico e innovación fomentando la independencia tecnológica en favor del beneficio social y el cuidado ambiental (Objetivo prioritario 4 del PECITI). Estas actividades contribuirán a la mejora de la calidad de vida de la población, en especial de la rural y de las y los pequeños productores, de manera segura para el ambiente en la península de Yucatán”.

Número y nombre de las comunidades beneficiadas en el proyecto.

Con el proyecto, se pretende apoyar primeramente a algunos pequeños Productores de Papaya del EY, tales como, por ejemplo: a la Corporativa de Productores de Papaya de Sucila, a los Productores de Papaya “Grupo Arjona Beneficiarios”, a los Productores de Papaya de la Zona Oriente, Sur y Centro del EY. Como al igual a medianos empresarios como es el caso de los: Especialistas en Papayas, S.A. De C.V. Y en el caso de cultivos tomate: a los pequeños Productores de Hunxectamán, comisaría de Umán. A nivel de la Península de Yucatán, a nivel de la producción de caña, al “Ingenio La Joya Campeche” de las cuales se conoce que, de las 18,520 hectáreas cultivadas de caña de azúcar por 2,389 productores, 99% pertenecen al sector social.

Desarrollo de tecnologías pertinentes para atender las necesidades del campo en la región.

Este proyecto busca identificar genes clave para desarrollar productos biotecnológicos innovadores que protejan el rendimiento de los cultivos comerciales frente al cambio climático, sin comprometer su productividad. Su aplicación permitirá a los pequeños agricultores mitigar los efectos del estrés abiótico (sequía, salinidad, temperaturas extremas, etc.), reduciendo pérdidas y aumentando sus ganancias, al mismo tiempo que disminuye la dependencia de insumos agroquímicos costosos y contaminantes.

Problemática actual:

- La mayoría de los pequeños productores dependen de fertilizantes rotativos (químicos, aminoácidos o microorganismos combinados con composta), tecnologías que, aunque útiles en el pasado, ya no son suficientes para garantizar rendimientos estables ante los cambios climáticos abruptos. Además, estos métodos generan impactos ambientales severos:



- Contaminación por agroquímicos: Anualmente, 115 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados se aplican a nivel global, de los cuales el 35% termina en los océanos y el 20% se acumula en suelos y biomasa, alterando ecosistemas.
- Salinización: El 24% de las tierras irrigadas mundiales ya están afectadas, degradando no solo cultivos sino también flora silvestre y fuentes de agua subterránea.
- Innovación y alcance del proyecto:
 - A diferencia de estudios previos, este proyecto integra:
 - Soluciones biotecnológicas directas: Genes identificados para resistir estrés abiótico, con potencial de transferencia rápida a campos agrícolas.
 - Enfoque socioeconómico: A largo plazo, evaluará el impacto climático en cultivos clave de la Península de Yucatán (papaya, tomate, caña de azúcar), proponiendo estrategias adaptativas para monocultivos vulnerables.
 - Beneficios diferenciadores:
 - Para agricultores: Mayor rentabilidad al reducir costos de insumos y pérdidas por clima.
 - Para el ambiente: Disminución de la contaminación por nitrógenos y salinización.
 - Para la ciencia: Datos pioneros en interacción clima-cultivo-socioeconomía en regiones tropicales.

Este proyecto no solo es innovador por su base genética, sino por su enfoque aplicado y multidimensional, que busca transformar la agricultura en zonas vulnerables al clima, garantizando seguridad alimentaria y sostenibilidad.

Resultados en materia de capacitación y contacto con productores,

Actualmente, este proyecto se enfoca en analizar la información proveniente de las bases de datos gubernamentales (estatales y federales) sobre productividad y rendimiento de cultivos agrícolas. El objetivo es elaborar un diagnóstico agro-socioeconómico que permita; 1) Describir y evaluar los sistemas productivos. 2) Identificar sus limitaciones, causas y potencialidades. 3) Establecer prioridades regionales en Yucatán para mejorar su funcionamiento, considerando el impacto del cambio climático.

Hasta el momento, no se han realizado actividades de capacitación o contacto directo con productores. No obstante, se han llevado a cabo otras acciones de divulgación, como:

Participación en la Feria Internacional de la Lectura Yucatán, donde se presentó el libro *Los mágicos colores de la papaya* y se destacó la importancia de material científico bilingüe (maya-español) para niños. Este material busca acercar les al desarrollo biológico de la papaya y a la relevancia de innovaciones biotecnológicas ante el cambio climático.



Tres conferencias especializadas sobre nuevos biofertilizantes, dirigidas a:

- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), subsede Hidalgo (Seminario de Investigación Multidisciplinar 2025).
- Programa de Innovación Abierta FARO (en colaboración con Grupo BIMBO, Telares Workshop y RedOTT México).
- Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología México (Alianza del Pacífico para Latinoamérica).

Factores que hayan incidido positiva o negativamente en la consecución del Objetivo prioritario 1 (mejora de la calidad de vida) que se reporta.

Uno de los factores que contribuyeron al logro del objetivo prioritario 1 fue el desarrollo progresivo de este proyecto, el cual se consolidó mediante investigaciones previas financiadas por diversos fondos públicos. Entre estos destacan los proyectos: a) Factores de transcripción de papaya (*Carica papaya* var. *Maradol*) como una plataforma molecular para mejorar su tolerancia a estrés biótico y abiótico (Ciencia Básica SEP-CONACYT-2010,Clave:155356); b) Identificación de genes expresados diferencialmente en respuesta a temperaturas extremas en savia de plántulas de plátano (Ciencia Básica SEP-CONACYT-2006, Clave: 59097); c) Estudio del transcriptoma y proteoma de papaya (*Carica papaya* L.) en respuesta a estrés hídrico: identificación de genes con potencial para mejorar su eficiencia en el uso de agua (CONACyT 2013, Clave: 221208); d) Base biotecnológica para el desarrollo de variedades de caña de azúcar tolerantes a sequía para zonas de temporal en México (PDCPN-2013-01, Clave: 215098); y e) CpRAP2.4A: factor de transcripción involucrado en la mitigación del estrés térmico y su mecanismo de transporte en savia de papaya (Convocatoria de Ciencias de Frontera, Clave CF-2023-G-636).

Estos trabajos sentaron las bases para generar conocimiento sólido e innovador, el cual derivó en tecnologías protegidas mediante patentes nacionales e internacionales. Sin embargo, un desafío persistente es la falta de programas de financiamiento continuo que aceleren la transferencia tecnológica. A pesar de contar con patentes, la ausencia de apoyos económicos sostenidos limita la aplicación agronómica de estas innovaciones y, por ende, su impacto social en pequeños productores.

Actividades de mayor impacto del proyecto asociadas al uso de los recursos naturales para establecer acciones de mitigación.

Entre las actividades se encuentran: a) Determinar las macromoléculas factibles como blancos, que participan en un mecanismo de señalización activado por un estrés abiótico en plantas, para ser transferidas como innovaciones tecnológicas. b) Determinar la técnica científica más adecuada de aproximación social para la vinculación con algunos actores, y estrategias para la difusión del conocimiento.



Impulso del desarrollo de planes estratégicos para el establecimiento de condiciones o criterios que promuevan el crecimiento y/o desarrollo ordenado de actividades económicas en zonas urbanas y periurbanas.

Este proyecto se enfoca en caracterizar la influencia de los factores socioeconómicos de las unidades domésticas campesinas sobre la conservación, uso y aprovechamiento de la agrobiodiversidad en sistemas de producción tradicional (prioridad a mediano plazo). La información se obtendrá mediante encuestas aplicadas a productores ejidales en cinco localidades de Yucatán. Los resultados contribuirán a comprender las dinámicas entre las sociedades humanas y las especies vegetales cultivadas, con implicaciones en:

1. Políticas de conservación de ecosistemas
2. Seguridad alimentaria y nutricional
3. Desarrollo local sustentable

(La agrobiodiversidad refleja las complejas interacciones entre comunidades y sus cultivos, impactando en la sostenibilidad ambiental y socioeconómica).



Figura 36. Imágenes de algunos resultados obtenidos del proyecto, Presentación del libro de divulgación en maya para niños, título de patente, presentación en Feria Internacional de la Lectura Yucatán (FILEY)

Productos obtenidos en el período.

A partir de los resultados del proyecto, se generó conocimiento científico y tecnológico con beneficios concretos, cuyo acceso universal se garantizó en cumplimiento del objetivo prioritario 5 del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI). Esta difusión se llevó a cabo mediante tres líneas de acción principales: productos científico-académicos, productos de divulgación social y productos tecnológicos.



En el ámbito científico-académico, se logró la publicación de seis artículos en revistas indexadas o arbitradas de prestigio. Asimismo, se impartieron tres conferencias y se presentaron tres carteles, actividades que tuvieron alcance tanto nacional como internacional. Adicionalmente, se contribuyó a la formación de recursos humanos mediante la asesoría de una estudiante de licenciatura en el marco de una residencia social.

En cuanto a los productos de divulgación social, se publicó un artículo de divulgación y un libro de dibujo en línea. También se participó en diversas actividades interactivas, lo que generó siete notas periodísticas y una plática en la Feria Internacional de la Lectura Yucatán 2025.

Finalmente, en el rubro de productos tecnológicos, se obtuvieron dos patentes: una de alcance internacional y otra nacional, consolidando así la aplicabilidad e innovación derivadas del proyecto.

4. Desarrollo de poliploides in vitro en agave: un modelo para el estudio de los cambios genómicos derivados del doblamiento cromosómico. Responsable Técnico: Dr. Felipe Sánchez Teyer-Unidad de Biotecnología

Breve descripción

La poliploidía es un proceso que involucra la duplicación del genoma y se considera de una gran importancia en la historia evolutiva de diferentes organismos. En plantas se ha estimado que más del 80% de las especies angiospermas han experimentado un proceso de poliploidización; asimismo, la mayoría de los cultivos económicamente importantes tales como trigo, maíz, canola, plátano, algodón y algunas especies del género *Agave* son poliploides.

En agaves se han identificado series de poliploides que van desde diploides hasta octoploides, todos ellos originados de manera natural, sin embargo, hasta el momento se desconoce si la poliploidía es de origen auto poliploide o alopoliploide, característica fundamental que determina el comportamiento de la especie en ambientes extremos.

En este proyecto se generó, mediante el empleo de agentes antimitóticos, líneas autopoliploides *de novo* en cultivo *in vitro* de *Agave híbrido H11648*, para evaluar los cambios genómicos derivados del doblamiento cromosómico. Los cambios se evaluaron a dos niveles: i) genómico: comparando regiones repetidas (regiones ribosomales 5S y 18S, y familias de retroelementos), genes específicos de resistencia (LEA y NBS-LRR), clones seleccionadas de una biblioteca BIBAC, perfiles de metilación y contenido de ADN; ii) morfométrico: de las plantas poliploides y testigos en condiciones de invernadero.



El desarrollo del proyecto aporta evidencia de los procesos de poliploidización para posteriormente elucidar si la poliploidia natural en agave es derivada de un proceso de autoploidización o alopoliploidia. Este tema actualmente es desconocido en los agaves, especie por demás importante para México desde el punto de vista cultural, tradicional y económico que genera sustento en miles de familias mexicanas.

Con relación a pequeños productores en la Península de Yucatán, los resultados de esta investigación derivan en la generación de un material que puede ser útil para la industria henequenera de Yucatán, a partir del híbrido H11648 que muestra tolerancia a plagas y enfermedades derivado del doblamiento cromosómico obtenido. En este proyecto también se trabajó la caracterización de la respuesta al tratamiento de orizalina para la inducción de poliploides *de novo*.

En esta tercera etapa del proyecto se trabaja en la caracterización de la respuesta al tratamiento de orizalina para la inducción de poliploides *de novo* en plantas que han sido ya adaptadas a condiciones *ex vitro*. Cabe mencionar que una de las líneas (AH23) es putativamente poliploide y otras putativamente poliploides.

En la parte experimental comenzamos con la aplicación de protocolos para la extracción de ADN y ARN del material control (agave híbrido H11648) para establecer la estandarización del número de copias de genes de interés en el genoma diploide, y eventualmente su nivel de expresión, como base comparativa para evaluar, a nivel genómico, el impacto del doblamiento cromosómico.

Factores que han incidido en los resultados del Objetivo prioritario 1

El proyecto fue formalizado en el segundo semestre del año 2023 y proyecto se encuentra en su tercera etapa, y los resultados hasta el momento no contemplan potenciales ni económicos, ni naturales ni sociales.

En este proyecto no se consideraron relacionados con el cuidado del acuífero que benefician a la población yucateca.

La visión de este proyecto puede generar información clave y material experimental para promover el establecimiento de plantaciones en apoyo. Actividades económicas de zonas periurbanas y rurales, en particular, productores de fibra a partir de agave.

Imágenes de actividades de divulgación, Difusión científica o apropiación social del conocimiento

En la etapa reportada se cuenta con una publicación de divulgación publicada en Desde el Herbario CICY, así como una publicación de investigación en la revista mexicana Polibotánica (del padrón de SECIHTI), donde se reporta parte de los resultados de Hibridación Fluorescente in Situ (FISH). Adicionalmente se cuenta con una segunda publicación de la caracterización genética del material de partida en la revista indizada-



JCR Bio Ciencia. A continuación, se presentan las siguientes imágenes relevantes de la investigación.

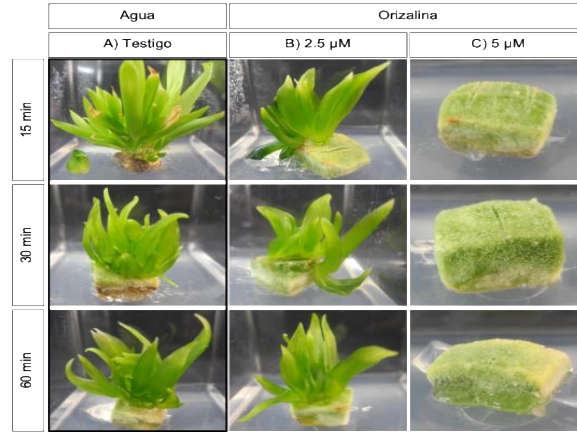
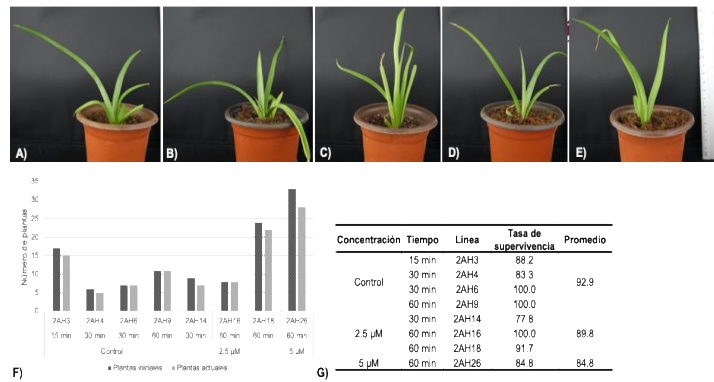


Figura 37. Caracterización de la respuesta morfogénica a las condiciones de inducción con diferentes concentraciones de orizalina.



Aclimatación de plantas de tres meses de A. H11648. A) Plántula de línea control. B) Plántula del tratamiento 2.5 µM, 30 min. C) y D) Plántulas del tratamiento 2.5 µM, 60 min, de dos líneas distintas. E) Plántula del tratamiento 5 µM, 60 min. F) Gráfico que muestra el número de plantas iniciales que fueron colocadas *ex vitro* y las plantas que han sobrevivido después de 3 meses en condiciones de exterior. G) Tabla con la tasa de supervivencia para cada línea y para cada tratamiento

Figura 38. Adaptación de plantas de diversas líneas clonales derivadas de los tratamientos con orizalina. Datos de la tesis de Ana Paulina Ontiveros Ángeles.

Determinación del nivel de ploidía por conteo cromosómico

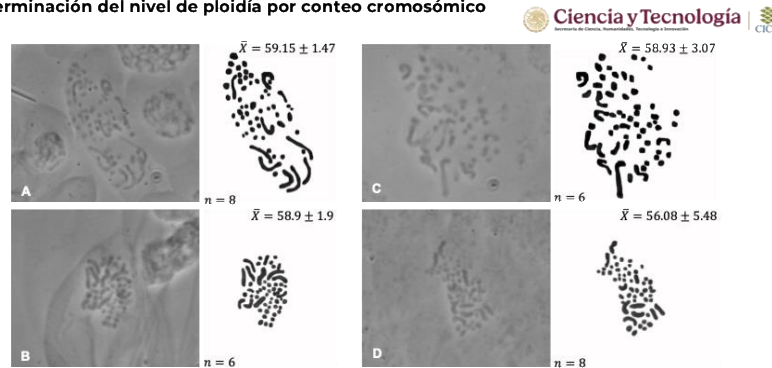


Figura 39. Células en metafase de líneas sometidas a tratamientos con y sin agente antimitótico. A) Control. B) Tratamiento con 2.5 µM, 30 min. C) Tratamiento con 2.5 µM, 60 min. D) Tratamiento con 5 µM, 60 min. "n" = número de plantas analizadas. Para cada planta se evaluaron de 3 a 5 metafases distintas.



Productos obtenidos

- Se cuenta con una estudiante en estancia de investigación relacionada con el proyecto.
- Se contó con un estudiante de doctorado relacionado con el proyecto (tercer semestre) con predoctoral en enero 2025, para obtener el grado de Candidato a Doctor. (Compromiso cumplido del proyecto. Sin embargo, el estudiante solicitó baja del proyecto por motivos personales.
- Se cuenta con una estudiante de maestría relacionada con el proyecto (cuarto semestre), con tesis ya en revisión para comenzar el proceso de titulación correspondiente.
- Se cuenta con dos artículos de investigación publicados:
 - María José García Castillo, Luis Carlos Rodríguez Zapata, Lorenzo Felipe Sanchez Teyer. **(2025)**. Conservación genómica de dos especies del orden Asparagales con cariotipo bimodal, empleando hibridación genómica in situ (GISH). Polibotánica. 60: 367-379. DOI: 10.18387/polibotanica.60.22.
 - Ballesteros Rodríguez, E., Sánchez Teyer, L. F. Variabilidad genética en plantas madre y vástagos de rizoma de *Agave* híbrido 11648. **(2025)**. Revista Bio Ciencias, 12, e1795. <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1795>.
- Se cuenta con un artículo de divulgación publicado en este semestre:
 - Desde el Herbario CICY 17: 104-110 (15/mayo/2025) Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ ISSN: 2395-8790.
 - Se cuenta con una participación en congreso internacional con la ponencia titulada: "FIRST APPROACH TO THE SYNTHETIC INDUCTION OF POLYPLOIDS IN *Agave* hybrid 11648". International Congress on Biotechnology, Engineering and STEM 2025. SONABIIN. 26 a 29 de mayo 2025.

5. DESCIFRANDO EL PAPEL DE LA 6-METILADENINA (6MA) EN LA BIOGÉNESIS DE LOS CLOROPLASTOS: UN PASO HACIA EL CONTROL DE LA FOTOSÍNTESIS Y EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS. Responsable Técnico: Dra. Clelia De La Peña Seaman-Unidad de Biotecnología.

Breve descripción

Durante el primer semestre de 2025, el proyecto ha avanzado significativamente en el entendimiento de los mecanismos epigenéticos involucrados en la biogénesis cloroplástica, especialmente en sistemas albinos de *Agave angustifolia*. Se ha identificado la metilación de adenina (6mA) como un regulador clave en la diferenciación de tejidos albinos y reverdecientes, lo que posiciona a este sistema como modelo



emergente para estudios en biología vegetal de frontera. Además, se avanzó en el desarrollo de la tecnología AgroMilliFlow, un dispositivo millifluídico de bajo costo que optimiza los cultivos in vitro y promueve un uso más eficiente de agua y nutrientes. Los resultados se han comunicado a través de materiales de divulgación diseñados para públicos diversos. El proyecto articula ciencia básica, innovación tecnológica y apropiación social del conocimiento.

Contribución del proyecto a la mejora de la calidad de vida de la población, en especial de la rural y de las y los pequeños productores, de manera segura para el ambiente en la península de Yucatán.

El uso de tecnologías como AgroMilliFlow favorece prácticas más sustentables, con menor consumo de recursos y mayor eficiencia en la propagación de plantas de interés comercial. Esta herramienta puede ser transferida, fortaleciendo capacidades productivas sin comprometer el ambiente. Además, la revalorización de especies nativas como el agave promueve el uso sostenible de la biodiversidad regional.

Actividades más relevantes realizadas en el período; 1) Se desarrolló el prototipo AgroMilliFlow. **2)** Se generaron materiales de divulgación tipo infografías sobre la epigenética y la investigación que realizamos en el laboratorio. **3)** Se publicaron videos educativos y cápsulas científicas dirigidas a estudiantes y público en general.

Integración de grupos de investigación interdisciplinarios/multidisciplinarios para el intercambio de conocimiento sobre las prácticas y oportunidades de mejora de las comunidades.

El proyecto ha integrado conocimientos de biología molecular, fisiología vegetal, epigenética, agronomía, ingeniería de dispositivos y comunicación pública de la ciencia, con participación de estudiantes de doctorado, especialistas técnicos y divulgadores.

Fomento de la conservación de recursos genéticos de la región mediante el desarrollo de proyectos de investigación científica y la activa participación de pequeños productores, que permita determinar acciones para su mejora.

El proyecto ha contribuido a la conservación del Agave albino como recurso genético estratégico. Se han caracterizado mecanismos epigenéticos que influyen en su desarrollo, lo cual aporta herramientas para mejorar su manejo y propagación, incluso en condiciones adversas.

Actividades más importantes para fomentar la revalorización del conocimiento agrícola tradicional para dotar a la población, en especial la rural y de las y los pequeños productores en la PY, de conocimiento vinculado a la seguridad alimentaria y a la soberanía ambiental.



Se han realizado materiales de divulgación tipo infografía que recuperan saberes tradicionales sobre los alimentos que consumimos y se han vinculado con conocimientos modernos sobre epigenética y seguridad alimentaria. Como resultados se han obtenido la Generación de materiales didácticos y audiovisuales en formatos accesibles

Pertinencia científica y social de su investigación vinculada a la mejora de la producción agrícola con cuidado del ambiente.

La investigación es pertinente científicamente por su aporte al entendimiento de la regulación epigenética en plantas CAM. Socialmente, es relevante por el potencial de mejorar la propagación de cultivos esenciales para comunidades rurales, usando menos agua y energía.

Desarrollo de tecnologías pertinentes para atender las necesidades del campo en la región.

El dispositivo AgroMilliFlow ha sido diseñado para optimizar la propagación in vitro de plantas, adaptado a las condiciones de pequeños laboratorios y viveros con limitaciones técnicas.

Factores o consideraciones que hayan incidido positiva o negativamente en la consecución del Objetivo prioritario 1 (mejora de la calidad de vida) que se reporta. Puede tratarse de aspectos nacionales o internacionales, así como económicos, naturales, sociales, etc.

Interés creciente por parte de jóvenes en temas de biotecnología vegetal y específicamente en la epigenética.

Reconocimiento nacional e internacional del enfoque del proyecto por invitaciones a impartir una conferencia magistral en el congreso de la SMB y como coordinadora del área de biotecnología vegetal en el congreso de la SMBB.

Actividades de mayor impacto del proyecto asociadas al uso de los recursos naturales para establecer acciones de mitigación.

- Optimización de medios de cultivo y protocolos de uso controlado.
- Diseño de AgroMilliFlow para uso eficiente de nutrientes y agua.

Imágenes de algunos resultados obtenidos de su proyecto, fotos de actividades de divulgación, difusión científica o apropiación social del conocimiento.

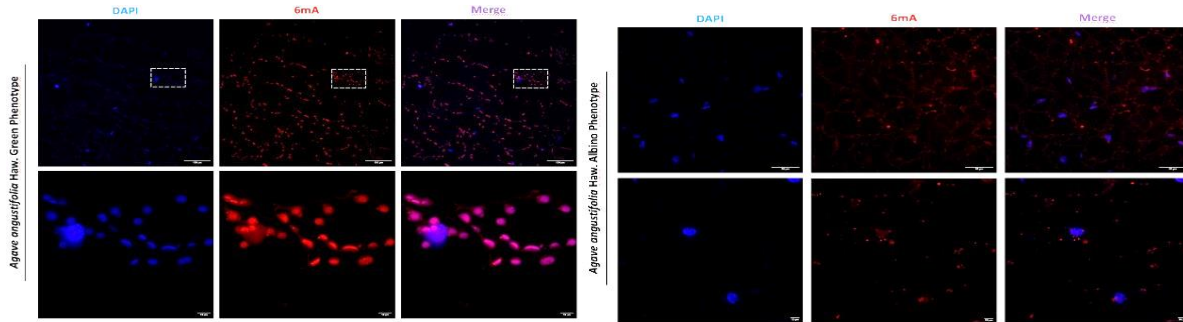


Figura 40. Análisis de los artículos que se han publicado en el mundo sobre albinismo en plantas. Los círculos morados representan los artículos del EpiLab.

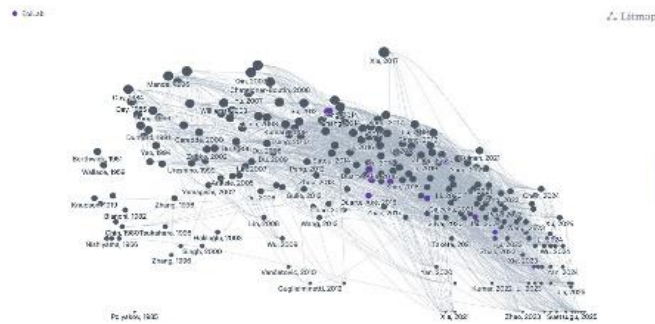


Figura 41. Niveles de 6mA en tejido de hoja de los fenotipos verde y albino de Agave angustifolia.



Figura 42. Infografías sobre Epigenética

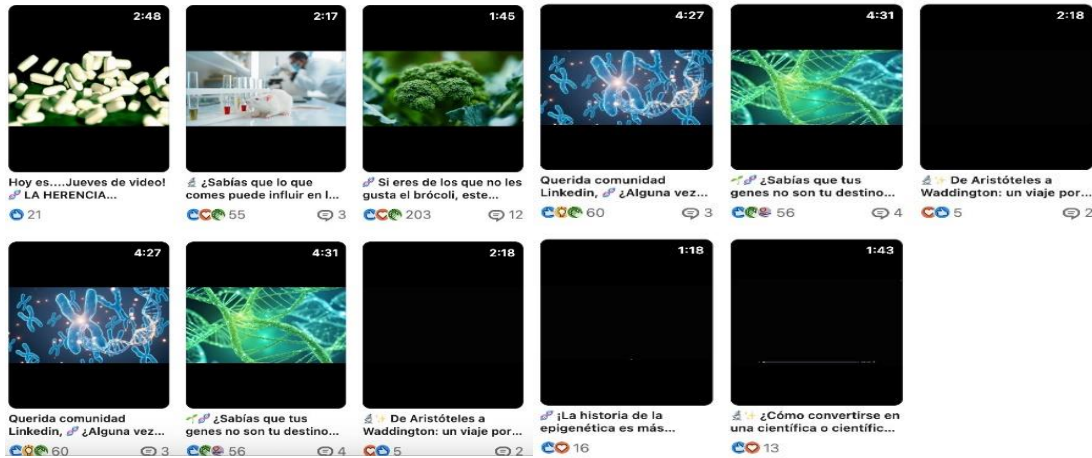


Figura 43. Videos de divulgación sobre epigenética publicados en LinkedIn (<https://www.linkedin.com/in/clelia-de-la-e%C3%B1a-seaman-515b30102/>).

Productos obtenidos en el período.

1. Marín-Lizarraga, V.; Rodríguez-García, R.; García-Cordero, J.L.; May-Arjona, D.; **De-la-Peña, C.;** Patiño, L. (2025). Simultaneous bright-field and fluorescence lensless imaging with high excitation light extinction for microfluidics applications. *Optics and Lasers in Engineering* 185: 108724.
2. Quintana-Escobar, A.O.; Méndez-Hernández, H.A.; **De-la-Peña, C.;** Loyola- Vargas, V.M. (2025). Beyond the surface: the plant secretome as a bridge between the cell and its environment. *Planta* 261(4):67.
3. Chavez-Pineda, O.G.; Guevara-Pantoja, P.E.; Marín-Lizarraga, V.; Caballero- Robledo, A.; Patiño-López, L.D.; May-Arrijoja, D.A.; **De-la-Peña, C.;** García- Cordero, J.L. (2025). Parallel DLD microfluidics for chloroplast isolation and sorting. *Lab on a Chip* DOI:10.1039/D5LC00348

6. **Estudio interdisciplinario en las poblaciones nativas mexicanas de amaranto para determinar su centro de domesticación y valorar los rasgos agrícolas que permitan la mejora de cultivares.** Responsable Técnico: Dr. Sergio Peraza-Unidad de Biotecnología.

Breve descripción

El amaranto, conocido científicamente como *Amaranthus* spp., es una planta nativa de América que ha sido cultivada y utilizada desde hace más de 4,000 años. En el sureste de México, el amaranto ha jugado un papel importante en la dieta y la cultura de las civilizaciones prehispánicas, incluyendo a los mayas. Las especies más comunes en esta región son *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*. El amaranto ha sido parte integral de la dieta y cultura de los pueblos prehispánicos, y hoy en día sigue siendo importante para los pequeños productores del centro y sur de México.



Dentro de los avances y resultados científicos, es que se realizó el reconocimiento de 43 betalaínas no reportadas en la ciencia. Estos compuestos funcionan en las plantas como antioxidantes que protegen del estrés como el exceso de radiación. Adicionalmente, las betalaínas se utilizan como colorantes rojos naturales. Esto resulta de gran importancia ante la prohibición del colorante rojo Num.3 por parte de la FDA para su uso en alimentos y medicamentos por su probable potencial cancerígeno. Esta disposición abre la puerta a los colorantes rojos de origen natural cuya demanda aumentará significativamente. Por lo tanto, la investigación que se han y continúan haciéndose con las betalaínas es pertinente y tiene un futuro prometedor.

Otro resultado de interés es el uso de extractos de hojas e inflorescencias de *Amaranthus* para realizar análisis sobre sus propiedades curativas en la prevención de la diabetes y la hipertensión con gran éxito en los experimentos realizados. El siguiente paso será profundizar en estos estudios, pero ahora ya a nivel médico con especialistas en ciencias biomédicas.

Impactos generados a partir de este estudio, se han realizado talleres dirigidos a niños en las comunidades rurales de Molas, Sacalum y Cuxtal, donde se realizaron actividades como parcelas demostrativas, exposición sobre la importancia del amaranto en la nutrición y degustación de platillos de amaranto, así como un taller de elaboración de alimentos. Esto se hizo con el apoyo de estudiantes de licenciatura provenientes de diferentes carreras de la UADY como nutriología y Licenciatura en desarrollo y gestión interculturales, además de biólogos y agrónomos.

Productos generados

Se han desarrollado cómics y personajes infantiles que se atribuyen a las partes de la planta del Amaranto y de la Inflorescencia. La dibujante Allison Jazmín Téllez ha creado un personaje que nombró "**Amarantina**" que es una mestiza con flores de amaranto decorando su cabeza. También ha personificado a las semillas, las plántulas, el polen, los frutos que se llaman pixidios, todos ellos del amaranto. Estos personajes pueden ser utilizados para facilitar el apropiamiento del amaranto en niños y gente adulta de las comunidades. Se realizaron talleres culinarios, de nutrición, parcelas demostrativas y divulgación por medio de libros dirigidos a niños y adultos.

El proyecto tiene como colaboración tres unidades dentro de CICY que son URN, UBI y UBT.



<p>Formación de Recursos humanos</p>	<p>Jesús Alberto Celis Chi. Prácticas profesionales 06 may-15 ago. Universidad Tecnológica del Mayab. Título de Técnico superior universitario en agricultura sustentable y protegida (29 de agosto).</p>	<p>Candidata a Dra. M. en C. Getsemani López Gea</p>
<p>Alejandra Daniela Paz Bueno. Servicio Social 09jun23-05ene24. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias UNAM, CDMX.</p>	<p>Jesús Gabriel Ucán Góngora. Residencia profesional 19 ago-13 dic. Carrera de Ingeniería en Desarrollo Comunitario Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán</p>	<p>Candidato a Dr. M. en C. Roger A. Sulub Tun</p>
<p>Tabatha N. Cerna Montesinos. Servicio Social 07ago23-07feb24 Licenciatura en Nutriología. FES, Zaragoza UNAM, CDMX</p>	<p>Elián André Abán Chablé. Residencia profesional 19 ago-13 dic. Carrera de Ingeniería en Desarrollo Comunitario Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán</p>	<p>Candidato a Dr. M. en C. Jesús Alfredo Araujo León Director Dr. Victor Agullar Codirector Dra. Ivonne Sánchez</p>
<p>Diana Mayeb Rico Aguayo. Prácticas profesionales 29 may-27 nov. Licenciatura en Desarrollo y Gestión Interculturales. ENES, Mérida UNAM.</p>	<p>Lilian Sofía Galaviz Uh. Entrenamiento 04 nov-13 dic. Ingeniería en Biotecnología. UADY.</p>	<p>Posdoctorante. Dr. Andrés Xingú</p>
<p>Eduardo Gutiérrez Alonso. Entrenamiento 14 mar-19 abr. Licenciatura en Biología Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UADY.</p>	<p>Neftalí Abril Mendoza Pérez. Tesis ago-dic. Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico de Conkal.</p>	

Figura 44. Formación de Recursos Humanos relacionada con el proyecto de Amaranto

Talleres y cursos en escuelas de educación básica (principalmente)

The figure shows educational materials for schools. On the left is a poster titled 'Somos los Boocis' with cartoon characters and text about amarantifolius. In the center is a comic book titled 'LOS AMIGOS DE LA MILPA MAYA' featuring a girl and various plants. On the right are several panels of a comic strip with text bubbles and illustrations of children and plants.

Figura 45. Acciones de divulgación en escuelas proyecto de amaranto.

7. FORMACIÓN DE REDES PERCOLATIVAS NANOESTRUCTURADAS EN POLÍMEROS. Responsable Técnico: Dr. Francis Cetina Francis-Unidad de Materiales

Breve descripción

El proyecto forma parte del plan de trabajo del investigador por México y busca contribuir a la creación de soluciones constructivas innovadoras frente a los retos sociales y ambientales que enfrentan comunidades expuestas a condiciones hostiles, como huracanes, alta humedad, atmósferas marinas o actividad sísmica. La investigación se centra en el diseño y caracterización de materiales compuestos avanzados jerárquicos y/o bioinspirados, donde se integran refuerzos naturales y/o sintéticos a distintas escalas (micro y nanométrica) en matrices poliméricas termoestables, Nombre del Proyecto: Desarrollo de materiales compuestos avanzados para su potencial uso en viviendas de zonas vulnerables termoplásticas y cementicias. A través de un estudio sistemático multiescala se evaluarán las relaciones entre estructura, propiedades mecánicas e interacciones fisicoquímicas de sus



constituyentes, con el fin de optimizar su desempeño en aplicaciones estructurales. El proyecto contempla además el análisis de los compuestos bajo condiciones ambientales extremas (alta humedad, marinas, ciclónicas y/o sísmicas), así como la incorporación de modificaciones funcionales avanzadas que permitan incrementar la vida útil de los materiales y reducir costos de mantenimiento en viviendas. Finalmente, se busca que los materiales estudiados ayuden a la mitigación del daño en construcciones de comunidades vulnerables, con el propósito de mejorar la habitabilidad, seguridad y resiliencia de sus habitantes frente a condiciones adversas. El principal objetivo del proyecto es avanzar en el entendimiento de los complejos fenómenos que gobiernan el proceso de formación de redes electroconductoras de nanoestructuras de carbono dentro de polímeros en la nano, micro, y meso-escalas, y su relación con las propiedades eléctricas efectivas del material en la macroescala.

Resumen de avances

El proyecto ha alcanzado un avance del orden del 60%, lo cual es acorde a lo programado. Se ha diseñado, planeado, y afinado con mayor precisión la metodología de estudio, y realizado estudios experimentales y computacionales que establecen relaciones estructura-propiedad entre las propiedades eléctricas de los materiales compuestos y las propiedades físico-químicas de las nanoestructuras. Del mismo modo, se ha avanzado en el establecimiento de la metodología computacional e incluso, con apoyo del Dr. Alejandro Castillo y el ayudante de investigación (Ignacio Isaac), comenzado a explorar estrategias computacionales utilizando redes neuronales. Los productos generados han superado lo comprometido, y pueden resumirse en dos tesis de nivel licenciatura en proceso, una tesis Doctoral en proceso, publicación de 5 artículos científicos, 2 congresos internacionales, y 6 actividades de divulgación del conocimiento.

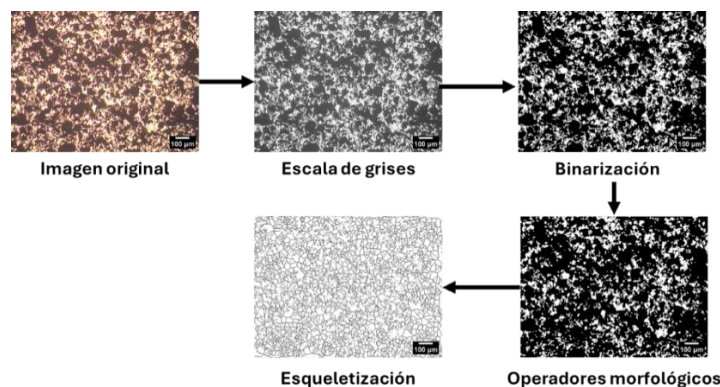


Figura 46. Esquema general de las operaciones digitales realizadas a las imágenes de redes de nanoestructuras dentro de polímeros.

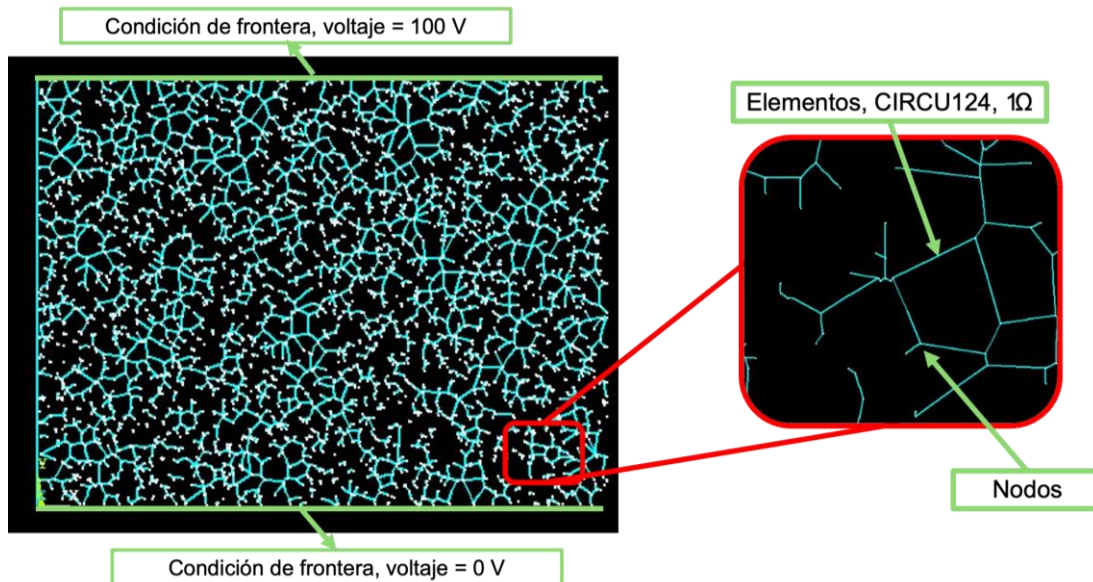


Figura 47. Modelo de elemento finito digitalizado desde una imagen del microscopio.

Actividades más relevantes realizadas en el periodo

El proyecto contribuyó y contribuye con la generación de conocimiento novedoso que conlleva a avances conceptuales del saber científico, toda vez que genera y genera conocimiento de frontera que ayuda a entender un fenómeno de mucha relevancia en los materiales compuestos poliméricos con rellenos electro-conductores, esto es la formación de las redes dentro del polímero desde un punto de vista conceptual básico. La evidencia de este conocimiento se encuentra no solo en el número de publicaciones internacionales indizadas generadas en tanto solo un año, sino en la calidad de las mismas. Esto incluye un par de publicaciones científicas con factor de impacto mayor a 10.

Productos generados

1. Caracterización físico-química de las nanoestructuras
2. Establecimiento de las bases para los algoritmos de redes neuronales
3. Inicio de los modelos de elementos finitos en la escala microscópica
4. Fabricación de los nanocompuestos y obtención de imágenes de microscopía.
5. Identificación de los principales mecanismos que forman parte de redes nanoestructuradas en polímeros.



6. Inicio de trabajo del estudiante de doctorado en Ciencias.
7. Se publicaron 2 artículos científicos en revistas indexadas internacionales.

Principales logros obtenidos

Se comprometieron 2 artículos y durante el periodo 2024-2025 se obtuvieron 5 artículos científicos en revistas indexadas internacionales:

8. **"MEMBRANAS DE FIBRA HUECA DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO SULFONADO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: MATERIAL POTENCIAL PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR"**. Responsable Técnico: Maria Ortencia González Díaz-Unidad de Materiales

Breve descripción

Se propone el desarrollo de membranas de fibra hueca (MFH) de ultrafiltración para la purificación de aguas salobres, eliminación de colorantes y metales pesados, usando residuos plásticos de poliestireno expandido (PES) obtenido de envases desechables de un solo uso y materiales de embalaje. Para ello se utilizará como alternativa de reciclaje, la sulfonación de residuos de poliestireno para producir un nuevo polímero funcional más valioso que el material virgen. Se prepararán una serie de muestras de residuos de PSE con diferentes grados sulfonación para ser utilizadas en la preparación de las MFH por el método de hilado húmedo-seco. Al caracterizar el tipo de morfología formada en las membranas se podrá comprender más a fondo como el grado de sulfonación afecta los fenómenos físico-químicos inherentes a cada etapa de formación de una membrana de fibra hueca preparada mediante el proceso de inversión de fases por hilado húmedo-seco y su desempeño en el tratamiento de aguas residuales. El proyecto incluye lo siguiente: 1) El método adecuado de sulfonación de los residuos de PSE provenientes de envases desechables de un solo uso y materiales de embalaje. Se ha reportado la sulfonación de PSE con H₂SO₄ concentrado [1-3], sin embargo, este método requiere altos volúmenes de ácido para sulfonar pequeñas cantidades de polímero espumado. 2) Se propone estandarizar el proceso de elaboración de MFH de residuos de PSE con diferentes grados de sulfonación, mediante extrusión por espinette, con la finalidad de producir membranas de alto desempeño en el tratamiento de agua. Se estudiarán los parámetros más importantes del proceso de elaboración de MFH como son la velocidad de extrusión y la temperatura de la solución, la velocidad de la solución perforante, longitud de la cámara de aire, el baño de coagulación, la temperatura del baño de coagulación, así como post-tratamientos con aditivos. Además de estudiar las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los materiales obtenidos que permitan predecir si las membranas mantendrán su integridad durante toda su vida útil. 3) La



elaboración de un módulo de membranas asimétricas de fibra hueca para las pruebas a nivel laboratorio para la purificación de aguas salobres, eliminación de colorantes y metales pesados por ultrafiltración. El rendimiento de la membrana para la aplicación de tratamiento de agua se evaluará de acuerdo con el flujo y la selectividad del agua. Este estudio permitirá identificar el tipo de configuración de MFH que mejor se adapte a la aplicación deseada y será una de las contribuciones más importantes en la generación de conocimiento en el área de las membranas asimétricas a partir de 3 residuos de PSE sulfonado para el tratamiento de aguas salobres, eliminación de colorantes y metales pesados a partir de PSE reciclado, contribuyendo a la economía circular. Se espera con este proyecto fortalecer al grupo de investigación de membranas y al Posgrado en Materiales Poliméricos del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Los resultados entregables son: reporte de las condiciones de preparación de nuevas MFH de PSE y su desempeño en el tratamiento de agua, 2 tesis de licenciatura, 2 tesis de maestría y uno de doctorado en proceso, 3 artículos en extenso en congreso, 3 artículos JCR de alto impacto, una actividad de divulgación y acceso al conocimiento por año.

Elaborar membranas de fibra hueca (MFH) a partir de una solución de poliestireno expandido (PSE) reciclado sulfonado a diferentes grados, para el diseño de módulos de ultrafiltración para el tratamiento de aguas salobres, eliminación de colorantes y metales pesados.

Principales logros obtenidos

- 1 artículo de divulgación del conocimiento y 4 actividades de divulgación del conocimiento.
- 2 presentaciones en Congreso internacional, 6 presentaciones en congreso nacional y 3 artículos en extenso en memorias de congreso
- 4 estudiantes de licenciatura, 1 tesis de maestría finalizado y una en proceso. 2 estancias posdoctorales.
- 2 artículos JCR publicados y uno más reenviado tras incorporar los resultados solicitados.

Durante este periodo, se ha avanzado en la caracterización de materiales reciclados, el diseño de prototipos de membranas de fibra hueca (MFH) y pruebas de desempeño en separación de contaminantes. El uso de poliestireno expandido de un solo uso y otros plásticos reciclados no solo atiende la problemática de residuos plásticos, sino que impulsa soluciones tecnológicas sostenibles y promueve la economía circular. Se han obtenido resultados experimentales promisorios y se ha fortalecido la formación de recursos humanos mediante la participación estudiantil y el trabajo



interdisciplinario. Posicionando al proyecto como una iniciativa relevante frente a la escasez de agua.

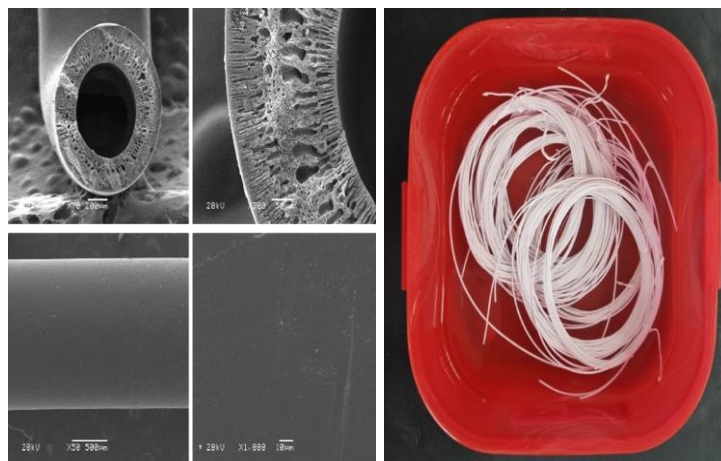


Figura 48. Imágenes en microscopía electrónica de barrido (MEB) de las membranas de fibra hueca de plásticos reciclados a aumentos de $\times 70$, $\times 300$, $\times 50$ y $\times 1,000$. Rollos de membranas de fibra hueca obtenidas del reciclaje.

Actividades más relevantes realizadas en el período.

Este proyecto fortalece al grupo de investigación de membranas y al Posgrado en Materiales Poliméricos, generando nuevo conocimiento científico que serán aplicados en el desarrollo de membranas para el tratamiento de aguas salobres, eliminación de colorantes y metales pesados a partir de poliestireno reciclado, contribuyendo a la economía circular. Los resultados generan conocimiento novedoso de competencia internacional en la aplicación y el desempeño de las membranas en la purificación de agua con la publicación de al menos un artículo por año. Contribuye al fortalecimiento y consolidación de la comunidad científica a nivel nacional y en la formación de recursos humanos. Impacto social. La propuesta se dirige a la solución de dos problemas de gran relevancia actual que es la escasez de agua y la contaminación con desecho plástico de un solo uso. Impacto ambiental. La solución a uno de los principales problemas del país que es la contaminación con desecho plástico de un solo uso. Con esta propuesta se busca obtener un nuevo material funcional a partir de estos desechos que contaminan el ambiente. Impacto económico. La obtención de módulos de MFH para tratamiento de agua de bajo costo, debido a que son obtenidos de materia prima de plásticos de desecho.



Figura 49. Módulos ensamblados con fibras huecas para su uso en purificación de agua.

- 9. Androgénesis: Una novedosa alternativa no convencional para abordar la recalcitrancia a la regeneración in vitro y el mejoramiento genético de Chile (*Capsicum chinense* Jacq.).** Responsable: Nancy Santana Buzzy-Unidad de Biología Integrativa.

Breve descripción

La importancia económica, social y cultural del chile habanero lo ha convertido en un cultivo emblemático de la Península de Yucatán. Es de especial interés para la ciencia desarrollar herramientas biotecnológicas que permitan establecer estrategias más eficientes para el mejoramiento genético de este cultivo. Desafortunadamente, el género *Capsicum* es reconocido por su severa recalcitrancia a la regeneración de plantas in vitro, lo que dificulta el desarrollo de protocolos de regeneración, limitando cualquiera de las aplicaciones de la biotecnología, en este importante cultivo. La incapacidad para regenerar plantas se localiza en el meristemo apical de los embriones somáticos y en los brotes inducidos in vitro. Sin embargo, recientemente se han realizado reportes sobre la obtención de una frecuencia variable de embriones normales producidos vía androgénesis en *C. annuum*. La androgénesis es un proceso con numerosas ventajas, siendo una de las más notables la obtención de plantas dihaploides (homocigóticas) en un tiempo significativamente menor, comparado con los métodos tradicionales. Obtener embriones normales permitiría un mayor entendimiento sobre la recalcitrancia a la conversión de los embriones de chile habanero en plantas y, por otro, integrar la biotecnología al mejoramiento tradicional, acortando sustancialmente los tiempos de mejora en el cultivo. Este proyecto constituye un reto, particularmente por la, generalmente, baja respuesta androgénica de las plantas a la androgénesis. Por ello, el objetivo de este proyecto es establecer las



bases científicas-metodológicas para inducir la androgénesis in vitro, en chile habanero.

Lanzamiento de nuevas variedades de chile habanero en Chemax

14 de marzo 2025

Rango de la línea	Longitud del fruto (cm)	Características del fruto	Características de la antera	Estado de la microspora	Proporción
3	5 - 9 - 4	Fruto con color verde y 1 a 2 pimientos por planta	Anteras con engrosamiento evidente hacia el extremo distal	Microsporas amorfas Bimacronucleadas	80

Características morfológicas del fruto y la antera que contienen el estado ideal para la inducción de androgénesis (antenuclio vacuolado). Fruto: Fruto del rango R3, antera y microsporas del Rango 3: (*) Antera del R3, (); Microsporas amorfas/antenuclio vacuolado. Imagen de fluorescencia de microsporas teñidas con DAPI del R3 (200x), (***) Imagen de campo claro de microsporas del R3 (200x).**

Androgénesis de chile habanero (C. chinense): a) Antera con sus tecos ligeramente abiertos y la formación de un embrión en estado glabular (EG) directamente de una microspora; b) Embrión en estado conico (EC) formado directamente de la microspora; c) Masa embriológica con la formación de embrións glabulares (EG); d) Embrións en estado glabular (EG) formado a partir de tecos; e) Embrións en estado avanzado (EAv) y cotiledóns multiplicados abundantemente (E3 y E4); f) Embrións cotiledóns (EC) exhibiendo sus cotiledóns (CHC).

Figura 50. Principales productos a la fecha: 3 estudiantes de licenciatura graduados; una estudiante de doctorado graduada; un artículo científico publicado y 2 sometidos; una estudiante de posdoctorado concluida; un protocolo de androgénesis establecido. Dos estudiantes de posgrado están en proceso de formación.

El proyecto está en su tercera y última etapa.



Figura 51. Vinculación con el ITSSY



10. Los alcaloides bencilisoquinolínicos en la interacción planta-ambiente.

Argemone mexicana como modelo de estudio. Responsable Técnico: Dr. Felipe Vazquez Flota-Unidad de Biología Integrativa.

Breve descripción

Este proyecto ha recién concluido la primera de sus tres etapas. Se considera que ha tenido un impacto científico alto ya que se ha logrado desarrollar un modelo de interacción planta-patógeno con una especie no modelo y que no corresponde a una especie cultivada. Esto es relevante ya que no ha estado sujeta a manejo y selección agronómica lo que implica que las respuestas observadas son muy cercanas a las que deben ocurrir en plantas silvestres y, por ello representan la base bioquímica y genética elemental de la interacción planta-patógeno. Por otro lado, este sistema representa el primer modelo de interacción descrito para una planta productora de alcaloides. Los indicadores establecidos, tanto en avances como generación de productos asociados, se han alcanzado como programado.

Las principales dificultades enfrentadas son de tipo técnico por tratarse de organismos no modelo y por el manejo de las condiciones fitosanitarias, pero éstas se han superado probando diferentes condiciones para los ensayos.

- Los 3 principales logros e incidencia.

- 1) Se obtuvo un cepario de hongos asociados a *Argemone mexicana*, una planta productora de alcaloides que forma parte de acervo de la medicina tradicional mexicana.
- 2) Se identificó el agente causal de una enfermedad fúngica foliar en esta planta
- 3) Se documentó por primera vez cambios específicos en los perfiles de alcaloides en plantas asociadas con una infección por hongos.

La incidencia de esto se manifiesta en dos vertientes, la primera se relaciona con la revalorización de esta planta como recurso para la medicina tradicional mientras que la segunda se relaciona con el desarrollo de un sistema experimental para el estudio de los alcaloides en interacciones planta-hongo en un organismo no modelo. Las imágenes ilustrativas se incluyen al final del documento con un enlace para los archivos de mayor resolución.

- Destacar la incidencia e impacto de los proyectos.

La incidencia de este proyecto presenta dos aspectos; el primero se relaciona con la revalorización de esta planta como recurso para la medicina tradicional mientras que la segunda se relaciona con el desarrollo de un sistema experimental para el estudio de los alcaloides en interacciones planta-hongo en un organismo no modelo.

- Referir brevemente los laboratorios relevantes, su capacidad y ubicación geográfica, las líneas de investigación que atienden y su vinculación con los



principales problemas nacionales, en su caso, los reconocimientos, acreditaciones o certificaciones correspondientes.

El proyecto se lleva a cabo principalmente en la Unidad de Biología Integrativa del CICY, en la ciudad de Mérida. Está circunscrito a la línea de investigación en metabolismo integrativo y se vincula con los programas estratégicos de salud (Medicina tradicional y herbolaria) y (soberanía alimentaria (Transición hacia la eliminación del uso de agroquímicos nocivos en actividades agropecuarias y al fortalecimiento de alternativas a la siembra y el consumo de cultivos genéticamente modificados). El responsable del proyecto es investigador nacional por el SNII nivel 3.

- **Actividades de divulgación (o Acceso Universal al Conocimiento) asociadas a proyectos de Ciencia Básica y de Frontera**

Durante la primera etapa de este proyecto se generaron los siguientes productos y actividades:

Artículo

Muñoz-Sánchez JA, Vázquez-Flota F (2024) El metabolismo secundario, no es tan secundario. Desde el herbario CICY 16: 239-242. ISSN: 2395-8790.

Actividades:

CICY Casa Abierta 2024, en la que el grupo del laboratorio montó la demostración titulada:

Talento CICY 2024, en la que durante una semana jóvenes de nivel bachillerato condujeron una investigación con temas sobre los metabolitos secundarios en plantas.

Jurado evaluador en Expociencias 2024 en la que se jóvenes de nivel secundaria a profesional exponen trabajos científicos. Esta actividad incluye un diálogo con los expositores en la que se les orienta sobre aspectos del método científico como una forma sistemática para abordar problemas.

Jurado evaluador de tesis de licenciatura Yucatán 2024.

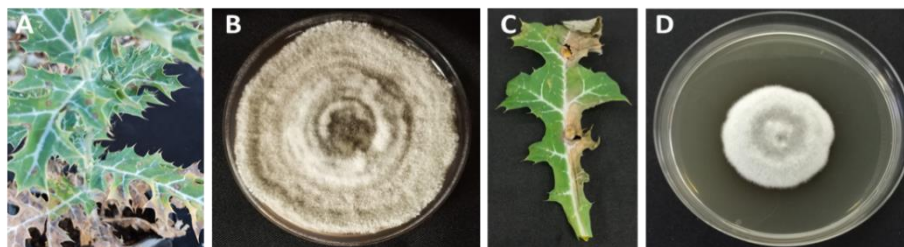


Figura 52. Aislamiento de hongos asociados a lesiones foliares en *Argemone mexicana*. Se cumplieron los postulados de Koch. A partir de tejidos infectados (A) se aisló el microorganismo (B), que inoculados en tejidos sanos reprodujo los síntomas de la enfermedad (C) y fue reaislado a partir de las lesiones (D).

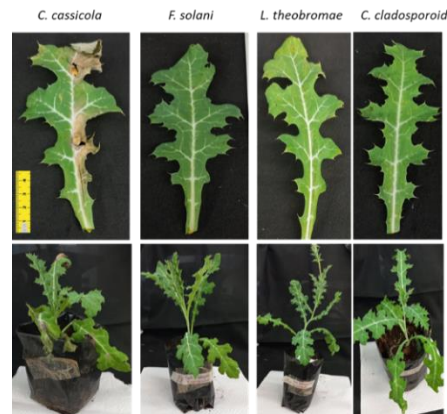


Figura 53. Se lograron aislar cuatro especies de hongos d las lesiones, pero solamente *Corynepora cassicola* reprodujo los síntomas de la enfermedad.

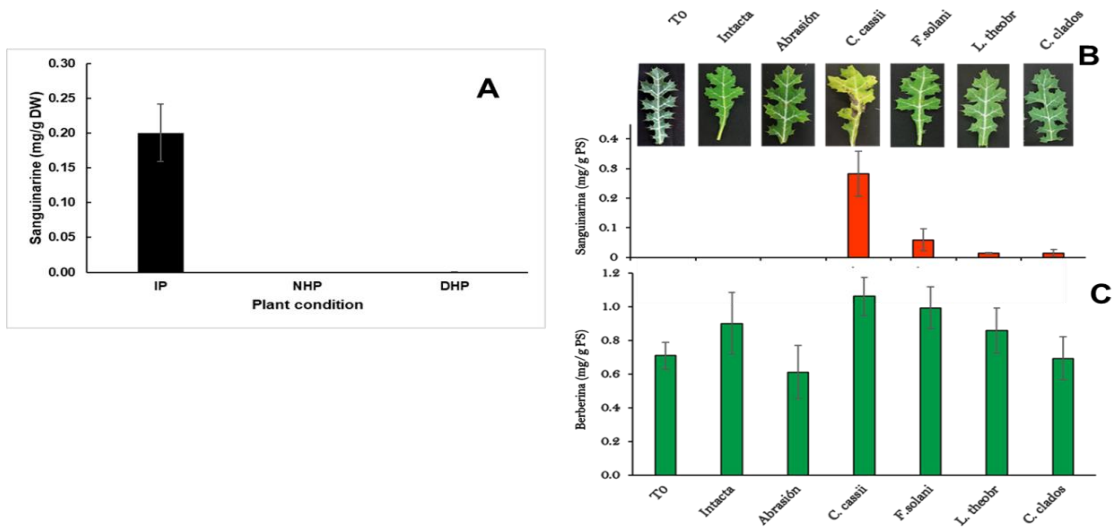


Figura 54. Efectos de la infección fúngica espontánea en plantas de campo de *A. mexicana* sobre la acumulación de sanguinarina (A). IP, plantas infectadas; NHP, plantas de la misma población sin síntomas de infección visibles; DHP, plantas de poblaciones distintas, sin síntomas visibles de infección. Efectos sobre la acumulación de sanguinarina (B) o berberina (B) en plantas infectadas de manera controlada.

11. LA MELATONINA, COMPUESTO CONTROVERSIAL EN PLANTAS. SU EFECTO EN EL TRANSPORTE DE POTASIO Y SODIO Y DE LOS CONTENIDOS DE PROLINA DURANTE EL ESTRÉS SALINO EN PLANTULAS DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jaq.) Responsable Tecnico: Dr. Manuel Martinez Estevez- Unidad de Biología Integrativa.



Breve descripción

El principal objetivo del presente proyecto es Dilucidar el efecto de la melatonina en el transporte de potasio y sodio y de los contenidos de prolina y proteínas totales en células de plantas de chile habanero sometidos a diferentes concentraciones de NaCl. En este trabajo se describen las principales funciones de la MT en la fisiología de las plantas, específicamente *Capsium chinense* Jaq. o chile habanero, el cual es un cultivo de alto valor comercial en México. Analizaremos el papel de la MT como agente mitigador del estrés abiótico, y dentro de este la salinidad. Otro aspecto que ha dado lugar a un gran número de investigaciones es la implicación de la MT en el transporte intracelular de importantes iones que actúan bajo condiciones de estrés, como es el caso de K y Na. Tanto el estrés abiótico como el biótico producen un aumento significativo de los niveles endógenos de MT, lo que indica su posible función bajo estas situaciones. En nuestro proyecto queremos abordar las funciones de esta molécula, pero aplicada de manera exógena, con el fin de ver su participación en procesos vitales como el transporte de K y Na, su relación con los contenidos de prolina, el cual es un aminoácido que tiene funciones como marcador bioquímico de estrés; además valorar la modificación de los contenidos totales de proteínas en células de plántulas de chile habanero, todo esto bajo condiciones de estrés salino.

Impacto (Científico, Social, Ambiental y /o Económico)

Científico: La melatonina es una molécula que es sintetizada de manera natural por las plantas y aunque está en discusión y controversia su función, ésta se ha descrito como un importante mitigadora de efectos provocados por estreses abióticos, dentro de los cuales está la salinidad, que es uno de los más comunes y deletéreos para la producción y el rendimiento de especies de interés económico que son glicófitas.

Social: Impacto Social y Económico, Mejora en la Resiliencia Agrícola, Aumento de la Productividad y Calidad de los Cultivos, Fomento de Prácticas Agrícolas Sostenibles, Empoderamiento de las Comunidades Locales, Impacto en la Seguridad Alimentaria

Ambiental: Reducción de la Dependencia de Productos Químicos, Conservación de Recursos Hídricos, Mejora de la Salud del Suelo, Promoción de la Biodiversidad, Mitigación del Cambio Climático, Conservación de Ecosistemas Locales

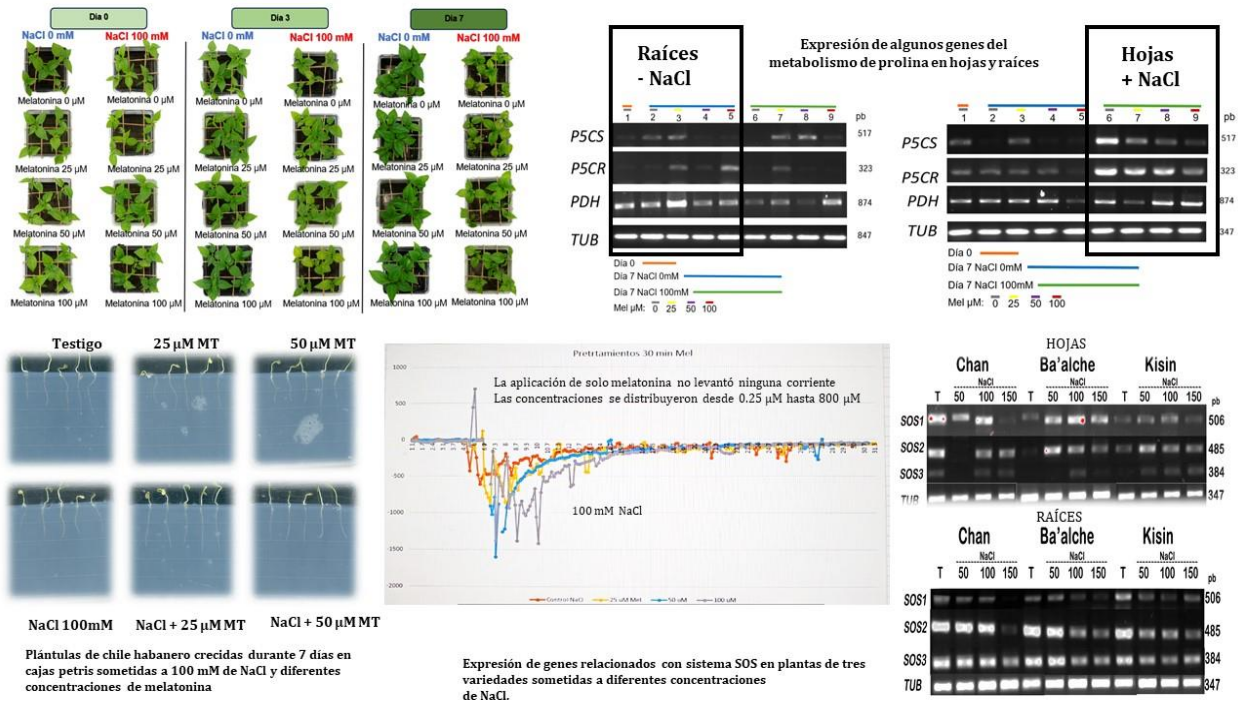


Figura 55. Expresión de algunos genes de metabolismo prolina en hojas y raíces.

12. Nanomateriales y nanocompuestos sustentables obtenidos partir de residuos lignocelulósicos. Co-Responsable técnico: Dr. Gonzalo Canche Escamilla-Unidad de Materiales

Breve descripción

En este proyecto se pretende contribuir a la mejora del medio ambiente mediante el desarrollo de nanomateriales y nanocompuestos sustentables a partir de los residuos lignocelulósicos. También se pretende generar conocimiento de frontera sobre la influencia de la estructura y composición de los residuos lignocelulósicos sobre los retratamientos enzimático y pretratamientos con disolventes amigables con el ambiente (líquidos iónicos y solventes eutécticos profundos) en los procesos de obtención de celulosa. Así mismo, se evaluará el efecto del injerto de polímeros biodegradables y no biodegradables sobre la obtención de nanocelulosa y sobre la dispersión y compatibilidad de la nanocelulosa con matrices poliméricas en la obtención de nanocompuestos.

En los últimos años, se ha observado un gran incremento en el estudio sobre la



obtención de nanoestructuras a partir de la celulosa y su uso en diversos campos de la ciencia debido a las grandes ventajas que presentan, tales como mayor resistencia mecánica, gran área superficial, etc. (1-5). Los procesos industriales para la obtención de la nanocelulosa, se han centrado principalmente en celulosa obtenida de la madera, que es la principal fuente comercial de celulosa. Sin embargo, los residuos agrícolas y agroindustriales son una fuente de material lignocelulósicos con contenidos de celulosa (del orden del 60% como en la fibra de bagazo de henequén) mayores que en la madera (40%); también existen en la naturaleza fibras con mayor contenido de celulosa (mayor del 80% como en las fibras de la ceiba) provenientes de frutos. Tanto los residuos lignocelulósicos como las fibras naturales podrían ser fuentes no convencionales para la obtención de celulosa y de nanocelulosa (6-10).

Las fibras naturales y la pared celular de las plantas están conformadas por microfibrillas de celulosa (fibras de celulosa con diámetros de micras) unidas mediante una matriz de hemicelulosa y de lignina. Estas fibrillas están a su vez formadas por nanofibras de celulosa (con diámetros del orden de nanómetros) con zonas cristalinas embebidas en una matriz amorfa (3-4, 7-8). Los procesos de obtención de celulosa (procesos de pulpeo) tienen como objetivo la recuperación de las microfibrillas con la eliminación parcial de la lignina y hemicelulosa (5,9). Por lo general estos procesos son altamente contaminantes, por lo que se ha explorado el uso de métodos más amigables con el ambiente como son los métodos enzimáticos y el uso de disolventes como los líquidos iónicos o los solventes eutécticos profundos.

Actividades más relevantes realizadas en el período.

En la etapa 2 de este proyecto, se continuó con caracterización de la composición química (contenidos de extraíbles, lignina, celulosa y hemicelulosa) de residuos agroindustriales, en particular y como parte del trabajo de un estudiante de maestría del posgrado en materiales poliméricos se trabajó con los residuos generados de la planta de banano: pseudotallo y raquis. Ambos residuos presentaron un alto contenido de extraíbles (40%) y bajos contenidos de lignina (7.5%), pero con contenidos de celulosa similares a los de la madera (30%). Se obtuvo la celulosa de estos residuos mediante dos procesos de pulpeo: extracción alcalina (EA) y uno hidrotérmico (HT) con una solución de hidróxido de sodio. La celulosa se caracterizó mediante espectroscopia infrarroja (FTIR), análisis termogravimétrico (TGA), difracción



de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Se obtuvo un rendimiento de celulosa del orden de 23-25 % (base peso seco del residuo) y eficiencias con respecto al contenido de celulosa del 83%. Las fibras tuvieron las siguientes dimensiones: 1 mm de largo y 10-25 micras de diámetro. Los espectros de FTIR, las curvas de TGA y los difractogramas de DRX confirmaron la obtención de celulosa.

Se iniciaron los trabajos para la obtención de celulosa mediante métodos más sustentables usando solventes eutécticos profundos (DES) y métodos enzimáticos. Se realizó una desestructuración previa de los residuos usando un molino coloidal lo que resultó en la obtención de fibras de menor diámetros y longitud, lo que facilita tanto el ataque enzimático como la acción del DES. Se recuperó la lignina removida de las fibras de palma aceitera con el DES y se realizó la caracterización por las técnicas antes mencionadas. Se obtuvieron rendimientos de celulosa del orden 33% con respecto al peso seco. Se realizaron reacciones de injerto de monómeros acrílicos y de poliácido láctico sobre la celulosa obtenida del henequén, bagazo de henequén y palma aceitera. Los espectros de FTIR mostraron el pico de carbonilo (C=O) característico de estos monómeros indicando el injerto de dichos monómeros.

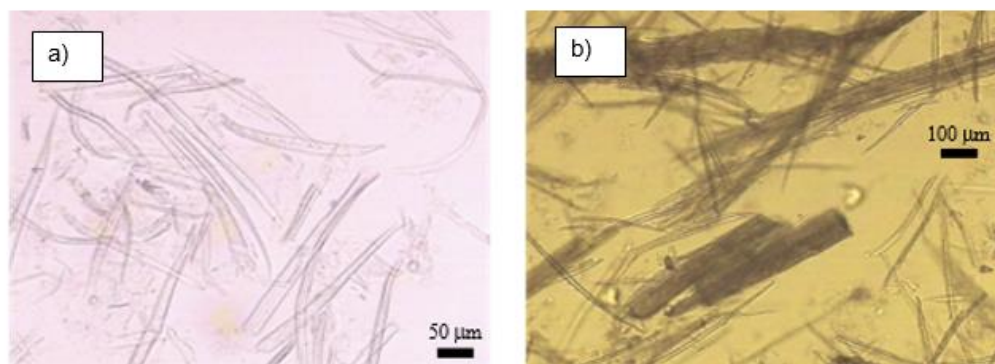


Figura 56. Fibra de celulosa obtenidas por el método DES, en las condiciones: a) 100°C, 3 h, y S:L=1:25, b) 80 °C, 3h, y S:L=1:25

En esta etapa, el principal problema que se tuvo fue que la ministración de recursos se realizó hasta el mes de julio del 2025 y se tiene que entregar tanto el informe económico como financiero a fines de noviembre del presente año.

Los principales logros obtenidos en el proyecto en este período son:

- Publicación de un artículo en revista indexada.
 - I. Y. Forero-Sandoval, S. Duarte-Aranda, G. Canche-Escamilla. Valorization of henequen bagasse via cellulose extraction: influence of the extraction



method on the properties of cellulose-reinforced composite films.
Cellulose. Published online: 17August. <https://doi.org/10.1007/s10570-025-06715-4>

- Participación en eventos de divulgación (Ruta de la ciencia 2025)

Incidencia e impacto del proyecto

En este proyecto, se generará conocimiento científico sobre el impacto que los métodos sustentables para la obtención de nanomateriales y nanocompuestos tienen sobre las propiedades de dichos materiales y sus posibles aplicaciones. Así mismo, generar conocimiento sobre el efecto de la modificación superficial sobre las propiedades de los nanomateriales y su impacto en su obtención de nanocompuestos. Por otro lado, se fomentará el aprovechamiento de los residuos, generados en las agroindustrias ubicadas en la zona sureste del país, por parte de las comunidades que están asociadas a dichas agroindustrias (p.e. en la producción de papel artesanal), como una forma de mejorar la economía de la población. Por otro lado, la valorización de los residuos lignocelulósicos generados en las agroindustrias, puede contribuir a mejorar la economía de las agroindustrias, ya que además de poder obtener un ingreso adicional por estos residuos, también reduce el costo económico asociado al manejo y disposición final de los mismos, lo que repercutiría también en un beneficio social para la población que vive cerca de las agroindustrias.

Además, el aprovechamiento de los residuos lignocelulósicos, que por lo general son una fuente de contaminación ambiental y de salud cuando su disposición final es inadecuada, se pueden reducir los impactos que dichos residuos producen cuando son quemados o desechados en tiraderos abiertos. Mediante el desarrollo de proceso de obtención de nanomateriales y nanocompuestos más amigables con el ambiente, se puede reducir el impacto ambiental que implica la disposición final de los residuos generados en estos procesos o de los mismos productos.

La obtención de celulosa, su modificación y la obtención de nanocompuestos se realizó en los Laboratorios de Química Macromolecular del CICY y Laboratorio de CIT-procesamiento, que son laboratorios compartidos por varios investigadores que trabajan en las líneas de investigación de la Unidad de Materiales y que están vinculados en los problemas nacionales de Energía y Cambio Climático, Salud, Agua, Soberanía Alimentaria, entre otras. La caracterización se realizó en los Laboratorios de Físicoquímica I y II del CICY, y se contó con el apoyo del Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANNBIO) en la obtención de los difractogramas de DRX.



Actividades de divulgación (o Acceso Universal al Conocimiento) asociadas al proyecto:

Durante este período, se realizaron las actividades de divulgación, en el marco de este proyecto, siguientes:

- Taller “Mi primer libro artesanal. Obtención de papel de residuos agroindustriales y/o urbanos”, en el marco de la Ruta de la Ciencia, realizada el 11 de septiembre de 2025, Iván Forero, Santiago Duarte y Gonzalo Canché.



Figura 57. Taller “Mi primer libro artesanal. Obtención de papel de residuos agroindustriales y/o urbanos”

1.4. Articulación e Incidencia (Red Ecos)

- **La unidad de energía Renovable** participó en el primer foro de innovación tecnológica aplicada al sargazo organizado por la Sechiti Yucatán, en ese espacio se compartieron propuestas para atender la problemática del sargazo, el Dr. Raúl Tapia realizó una presentación hablando sobre el origen, la problemática y el enfoque de sus conocimientos en el tema de sargazo, la M.C. Karla Azcorra fue parte de una mesa panel entorno a los principales retos y soluciones. Durante el evento, se presentaron proyectos desarrollados en Yucatán que buscan darle un uso al sargazo.

En abril, investigadores de la Unidad participaron en las mesas de trabajo de la Red Ecos Yucatán en los temas Implementación de tecnologías para la eficiencia energética, auto Olinia, Semiconductores, Drones y Florecimiento de arribazones de sargazo. Por otro lado, la Dra. Pacheco y el Dr. Ordoñez participaron en los foros de consulta Pública para la elaboración del Programa especial de bienestar energético y mitigación de emisiones del estado de Yucatán.



- El Laboratorio Regional para el Estudio y Conservación de Germoplasma (GermoLab) es el único laboratorio a nivel regional dedicado a la investigación, conservación y manejo de plantas de gran importancia para la biodiversidad, de interés agroecológico, alimentario, medicinal y forestal, presente en el área maya dentro del ámbito regional mesoamericano.



Figura 58. Conservación de semillas y manejo de plantas en el Laboratorio Regional para el Estudio y Conservación de Germoplasma (GermoLab).

- En su estructura, GermoLab cuenta con un Coordinador General, el Dr. Jaime Martínez Castillo que está adscrito a la Unidad de Recursos Naturales; una Coordinadora Operativa, la MC Aleida R. Díaz Castellanos, adscrita a GermoLab; y dos Investigadores por México, la Dra. Blanca Marina Vera Ku y el Dr. Ricardo X. Álvarez Espino. la Dra. Marina Vera Ku: incluye en la incidencia social comunidades como Mérida, Yaxcabá, Tibilón, el ejido Tres Garantías y Tekax. Se atendieron más de 100 personas y los que alcanzan regularmente las publicaciones de Divulgamos GermoLab y los podcasts de la cabina de radio del PCTY.
- Las investigadoras e investigadores de la URN se integraron a tres mesas de trabajo de la Red Ecos, 1) la Dra. Casandra Reyes García (línea de Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales) en la mesa 3 Cambio climático y cambio de uso de suelo y sus efectos en los ecosistemas; 2) la Dra. Azucena Canto (línea de Servicios Ambientales) en la mesa 6 Monitoreo de Polinizadores y 3) la Dra. Pilar Gómez (línea de Servicios Ambientales) se integró a la mesa 22 Riesgos y Ecosistemas Costeros. En dichas mesas, investigadores, miembros de la sociedad y empresarios dialogaron sobre los problemas que se enfrentan en las tres temáticas desarrolladas, y acordaron prioridades a atender conjuntamente. Después de la instalación inicial de las mesas el 9 de abril, se dio seguimiento a las acciones en la reunión en Izamal en donde también asistieron los investigadores, los temas tratados en dicha reunión fueron la Milpa Maya, Abejas y especies invasoras, Acuacultura y pesca, Ganadería, y Biodiversidad.



El Dr. Javier Mijangos (línea de Agrobiodiversidad) representó a la Red Académica de la Milpa Maya dentro del evento de la Red Ecos, Izamal. En dicha ocasión impartió una conferencia acerca de la importancia de la milpa como sistema productivo biodiverso y resiliente. La Red Académica de la Milpa Maya es una red transdisciplinaria en la que participan tanto académicos de las diferentes áreas de conocimiento en el estado de Yucatán.



Figura 59. El Dr. Javier Mijangos (línea de Agrobiodiversidad) representó a la Red Académica de la Milpa Maya dentro del evento de la Red Ecos, en Izamal. Asistentes al as mesas de trabajo Dra. Casandra Reyes, Dra. Celene Espadas y M en C. Denisse Morales.

Otro proyecto de incidencia de la URN fue el proyecto **“Monitoreando Ando”**. El objetivo de este proyecto fue fortalecer las capacidades sobre monitoreo ecológico de manglares en los miembros de comunidades locales de la Península de Yucatán, Tabasco y Oaxaca que están desarrollando proyectos de restauración ecológica apoyados por PPD en el marco del proyecto RE3Co, financiado por WRI México. Este proyecto tuvo una gran incidencia social ya que se trabajó en los territorios con diferentes comunidades locales que tiene diferentes niveles de experiencia y conocimientos sobre restauración de manglares. Las actividades realizadas permitieron un conocimiento más profundo de los procesos que se están llevando a cabo en cada comunidad, identificando por medio del diagnóstico socio ecológico aspectos relevantes para el desarrollo de estos proyectos. Además, se fomentó el intercambio de experiencias por medio de diversos talleres y actividades en campo.

Como resultados principales se resaltan: 1) Diagnóstico socioecológico de 7 proyectos de restauración de manglares que se están desarrollando comunidades locales en los estados de Oaxaca, Tabasco, Campeche y Yucatán, 2) Talleres teóricos-prácticos para el fortalecimiento de capacidades para el monitoreo comunitario de manglares, y 3) Generación de materiales de divulgación para las comunidades y público en general: un protocolo de monitoreo biológico de manglares y 4 infografías relacionadas. Estos



materiales fueron distribuidos con todas las comunidades participantes en el proyecto, y están en proceso de ser compartidos a público en general.



Figura 60. Monitoreando ando: protocolo básico sobre evaluación ecológica de manglares” en colaboración con Jade Sociales (agosto 2024-mayo 2025).

Se impartió un taller en la comunidad de Chacsinkin Yucatán, dirigido a milperos pertenecientes a la asociación Guardianes de las Semillas, para explicar los resultados de la tesis de doctorado de Denisse Morales, estudiante de la Dra. Casandra Reyes García. Dicha tesis evaluó la comunidad de cultivos que se establecen en las milpas tradicionales de la comunidad, cuál es su desarrollo mensual, en conjunto con una caracterización del microclima y de la fisiología y morfología de las variedades. Entre los resultados destaca la cuantificación del papel de las especies de maíz, frijol, ibe y calabazas en la regulación del microclima, favoreciendo la facilitación del crecimiento de dichos cultivos. Esto apoya los conocimientos de los milperos que saben que el crecimiento de estas especies en conjunto es favorable, pero que no contaban con una cuantificación de los efectos. La apropiación de estos resultados contribuye a la defensa de la importancia de estos sistemas tradicionales, por parte de los Guardianes de las Semillas. Así mismo, los resultados destacan el valor de cultivos que la comunidad ha generado, los cuales son altamente resistentes a las altas temperaturas y la variabilidad en la disponibilidad de agua.



Figura 61. Taller en la comunidad de Chacsinkin Yucatán



Como parte del compromiso de la URN con la conservación, se firmó un convenio con la Reserva Cuxtal, un Organismo Público Municipal Descentralizado encargado de la Conservación Ecológica Reserva Cuxtal. Este convenio se firmó el 19 de marzo y en la URN quedó como parte del Comité Técnico, representado por su Directora de Unidad la Dra. Casandra Reyes García. Personal de la URN ha visitado la Reserva y se ha acordado entre ambos objetivos de trabajo conjunto de 1) educación ambiental a jóvenes y adultos que viven en la Reserva 2) apoyo técnico para monitoreo de fauna y 3) investigación de servicios ambientales de la Reserva. Como parte de este convenio se han realizado salidas de campo en mayo para el asesoramiento en el monitoreo de fauna y una reunión en julio para el apoyo en el análisis de datos ambas con personal técnico de la reserva Cuxtal. También hemos iniciado con actividades de divulgación a niños, como parte del curso de verano organizado por Cuxtal.



Figura 62. Curso de verano. Dra. Celene Espadas y estudiante de licenciatura Sarahí Cruz impartiendo actividad Pintando con el sol en curso de verano Curso de verano de la Reserva Cuxtal, comunidad de Molas, Yuc.

Adicionalmente, el día 18 de marzo se firmó un convenio de con la organización Jade Propuestas Sociales y Alternativas al Desarrollo A.C. (Jade Sociales) para fomentar oportunidades de acción conjunta frente a los retos asociados al desarrollo sustentable. El contexto actual de las afectaciones socioambientales y del desarrollo regional en su conjunto, invitan a generar alianzas desde la interdisciplina, en este caso con sociedad civil, para abordar los fenómenos sociales, como la desigualdad, las brechas de género y la interculturalidad, como factores que afectan las perspectivas técnicas y científicas para el manejo y uso de los recursos naturales, entre otros temas de interés para el CICY. En este escenario, Jade Sociales con su experiencia en distintos proyectos con mujeres y con comunidades de la Península de Yucatán, aporta bajo enfoques metodológicos en áreas de la educación no formal, de capacitación e incidencia pública. Se espera que a partir de este convenio se puedan desarrollar distintas acciones de incidencia social en la región, desde el trabajo interdisciplinario de las ciencias biológicas y sociales.



La URN se ha encargado de apoyar a la Directora General de CICY, la Dra. Maira Segura, quien funge como presidenta del Comité Asesor del Parque Nacional de Dzibilchaltún. Dicho parque natural constituye una zona protegida de 539.43 hectáreas, que se encuentra ya en la periferia de la zona conurbana de Mérida, y constituye un pulmón fundamental para la ciudad, ayudando también en la regulación de su clima. El Comité Asesor, que tuvo su primera reunión el 10 de abril de 2025, está encargado de apoyar a la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP) para el manejo del área. Está conformado por instituciones científicas, así como gubernamentales, como la PROFEPA, SEMARNAT, CONAFOR y SDS. En su primera sesión, la Dra. Casandra Reyes, directora de la URN, presentó un condensado de los trabajos realizados por la URN durante más de una década en el parque.



Figura 63. Instauración del Comité Asesor del PND en CICY, presentación de los estudios realizados en CICY.

La Unidad de Recursos Naturales se caracteriza por tener acercamiento con la sociedad y hacia el interior de las comunidades. Durante este primer semestre, hemos realizado actividades de divulgación y acercamiento a la ciencia, como las siguientes:

- Foro de Consulta para la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030
- Gestión del convenio de colaboración con el INAH.
- Participación en Conservatorio: “Mujeres en la restauración: claves sobre su participación en la restauración ambiental” organizado por Conservación Internacional México.
- Enlace técnico del CICY y miembro del Grupo Coordinador del Laboratorio Nacional de Biología del Cambio Climático (LANBioCc) de la SECIHTI.
- Participación en las actividades de Conmemoración del día de la Mujer y la Niña en la Ciencia, en la Universidad Tecnológica Regional del Sur en Tekax, Yucatán.
- Participación en las actividades de Conmemoración del día de la Mujer y la Niña en el Instituto Tecnológico Superior de Motul.



- Participación en las actividades de divulgación en la Feria Internacional de Libro (FILEY).
- Participación en el Taller: Programa especial Estatal de Cambio Climático del Estado de Yucatán 2025.
- Actividades de divulgación a través de PECHA KUCHA de la campaña “Semillas de Ciencia”, en el Centro de Asistencia Social para Niñas, Niños y Adolescentes (CASNNAY).
- Taller “Crea tu propio Herbario: Las colecciones Botánicas del CICY” en el marco de la Semana de la Madre Tierra en el Centro Educativo Rodríguez Tamayo (CERT).
- Además de las ya descritas.

2. FORMACIÓN ACADÉMICA MEDIANTE LOS POSGRADOS DE CICY

La formación de comunidades en HCTI a nivel de posgrado es uno de los objetivos estratégicos del Centro y una de sus funciones sustantivas. Esta labor concentra una parte significativa del quehacer de las personas investigadoras, en estrecha articulación con la investigación, el desarrollo tecnológico y la divulgación.

El Centro ofrece siete programas de posgrado registrados en el Sistema Nacional de Posgrado (SNP): la Maestría y el Doctorado en Ciencias Biológicas, con tres opciones terminales (Bioquímica y Biología Molecular, Biotecnología y Recursos Naturales), la Maestría y el Doctorado en Materiales Poliméricos, la Maestría y el Doctorado en Energía Renovable, así como la Maestría en Ciencias del Agua.

Adicionalmente, durante el primer semestre de 2024 el CICY se incorporó al Doctorado Nacional en Agroecología con sede en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). En este marco, en el primer semestre de 2025 el CICY recibió a la primera estudiante en movilidad para cursar una asignatura en el área de Agrobiodiversidad. Asimismo, se prevé que en el segundo semestre del mismo año se concluya la gestión para que el programa con sede en el CICY obtenga el registro correspondiente ante la Dirección General de Profesiones. Actualmente, el programa cuenta con la participación de 10 profesores y 4 profesoras del CICY en calidad de tutores y tutoras.





CONVOCATORIA ABIERTA

Programa Nacional del Doctorado en Ciencia en Agroecología

Generación 2025-2029

Cierre de convocatoria - 30 de abril
Inicio de actividades - Agosto



Escanea el código QR para mayores informes

MAESTRÍAS Y DOCTORADOS EN CIENCIAS

Campus Mérida

CIENCIAS BIOLÓGICAS
 Ingreso semestral. Opciones terminales:
 Bioquímica y Biología Molecular • Biotecnología • Recursos Naturales

MATERIALES POLIMÉRICOS
 Ingreso semestral

Campus Parque Científico y Tecnológico de Yucatán

ENERGÍA RENOVABLE
 Doctorado, ingreso semestral
 Maestría, ingreso anual en agosto

Campus Cancún

MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL AGUA
 Ingreso anual en enero



PROCESO DE ADMISIÓN 2025-II

Curso Propedéutico para maestría en Materiales Poliméricos

Inscripción del 10 al 21 de marzo

Curso Propedéutico en Línea Inicia el 28 de abril

Registro de aspirantes al proceso de admisión 12 al 30 de mayo

Proceso de admisión en línea EXÁMENES (ECG, PSICOMÉTRICOS): 9 al 13 de junio

ENTREVISTAS: 18 al 20 de junio

PUBLICACIÓN DE RESULTADOS: 27 de junio

PRÓXIMA CONVOCATORIA DE ADMISIÓN: OCTUBRE 2025.

Informes: posgrado@cicy.mx
www.cicy.mx



Figura 64. Programas de posgrado que oferta el CICY

Con fundamento en los Lineamientos del Sistema Nacional de Posgrado (SNP), los programas de posgrado del Centro han sido clasificados por la SECIHTI de acuerdo con su naturaleza y orientación en las siguientes categorías: 1) Categoría 1: Posgrados públicos de investigación, que comprende el Doctorado en Ciencias Biológicas, el Doctorado en Materiales Poliméricos, el Doctorado en Energía Renovable, la Maestría en Energía Renovable, la Maestría en Ciencias Biológicas y la Maestría en Materiales Poliméricos; y 2) Categoría 3: Posgrados públicos de profesionalización, en la que se ubica la Maestría en Ciencias del Agua.

Es importante destacar que los planes de estudio de los posgrados del Centro se encuentran orientados a la investigación y han sido diseñados para facilitar la transición de la maestría al doctorado para aquellas y aquellos estudiantes que así lo decidan. Dichos planes contemplan una formación sólida en la realización de investigación científica y en la generación de nuevo conocimiento. Todos los programas se imparten en la modalidad escolarizada y, en el caso de los doctorados, la publicación de los resultados de la investigación constituye un requisito indispensable para la obtención del grado.

Actualmente, cada programa de posgrado cuenta con una planta académica de tiempo completo conformada por al menos 10 profesoras y profesores con reconocimiento vigente en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores



(S.N.I.I). La atención al estudiantado se garantiza mediante el acompañamiento cercano durante su proceso de investigación, asegurando que cada persona docente atienda un máximo de cinco estudiantes por programa.

Cabe señalar que, en cumplimiento de los criterios establecidos en los Lineamientos del SNP, a partir de 2023 todos los programas de posgrado del Centro mantienen el principio de gratuidad, lo que garantiza que las personas becarias queden exentas de cualquier pago de colegiatura o conceptos equivalentes.

Durante el primer semestre de 2025 se programaron un total de 155 exámenes tutoriales y 18 exámenes predoctorales. De los exámenes tutoriales, 41 se llevaron a cabo de manera presencial y 114 en modalidad mixta. En cuanto a los exámenes predoctorales, 5 se realizaron de forma presencial y 13 en modalidad mixta.



Figura 65. Exámenes Predoctorales y Tutoriales

En el transcurso del primer semestre de 2025 se privilegió la modalidad presencial en las actividades docentes de los programas de posgrado del Centro. Estos programas, de carácter escolarizado, incluyen cursos formales impartidos por profesoras y profesores en modalidad presencial o mixta, complementados con algunos cursos o módulos a distancia. En el caso de los cursos mixtos, se emplearon diversas plataformas de videoconferencia y se desarrollaron tanto actividades presenciales como sesiones sincrónicas en las distintas asignaturas.

Se impartieron 43 cursos distribuidos de la siguiente manera: 16 en la Maestría y el Doctorado en Ciencias Biológicas, 10 en el posgrado en Materiales Poliméricos, 12 en el de Energía Renovable y 5 en la Maestría en Ciencias del Agua. Su impartición se hizo con la participación de 57 profesoras(es) del CICY, 21 profesoras(es) externas(os), 10 Investigadoras(es) por México, 23 personas en estancias posdoctorales, 11 candidatas(os) doctorado, 2 ingenieras(os) y 11 técnicas(os) integrantes del personal



académico.



Figura 66. Actividades Docentes de los Posgrados

A lo largo del primer semestre de 2025 se llevó a cabo el seguimiento académico del estudiantado mediante las evaluaciones de trabajo de tesis y de seminario de investigación, realizadas en modalidad presencial o mixta (presencial y por videoconferencia). En estas actividades participaron las y los directores de tesis y los comités tutoriales, integrados por profesoras(es) del CICY y académicos(as) de instituciones externas. Entre estas últimas se encuentran: el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C.; la Universidad de Guanajuato; la Universidad Autónoma de Chapingo; el Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui; la Universidad Autónoma de Campeche; el Instituto Nacional de Medicina Genómica; la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; la Universidad Marista; la Universidad de Colima; la Universidad Autónoma de Querétaro; la Universidad Autónoma de Nuevo León; la Universidad Autónoma del Estado de México; la Universidad Politécnica de Puebla; El Colegio de Postgraduados; El Colegio de Michoacán; el Instituto de Ecología; CICESE; CIATEJ; El Colegio de la Frontera Sur; el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN; el Instituto Tecnológico de Calkiní; el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.; la Universidad de la Ciénega; la Universidad Autónoma de Yucatán; la Universidad de Sonora; el INIFAP; el Centro de Investigación en Química Aplicada; la Universidad de Guadalajara; la Universidad Autónoma de Chihuahua; el Instituto Tecnológico de Conkal; el Instituto Tecnológico de Mérida; el Instituto Tecnológico de Boca del Río; la Universidad de Guerrero; la Universidad Veracruzana; la Universidad Autónoma de Baja California; la Universidad Nacional Autónoma de México; la Universidad Autónoma Metropolitana; la Universidad Autónoma de Aguascalientes; la Northern Illinois University; la University of Arizona y la Texas Tech University.

En total, se contó con la participación de **51** profesoras y **83** profesores externos provenientes de distintas instituciones y regiones: Nuevo León, Chihuahua,



Michoacán, Campeche, Quintana Roo, Jalisco, Colima, Ciudad de México, Guerrero, Veracruz, Baja California, Coahuila, Sonora, Sinaloa y San Luis Potosí, así como de Estados Unidos, Canadá y Francia. Dichas personas colaboraron en comités tutoriales, comités de examen de grado y comités de exámenes predoctorales, lo que permitió mantener un seguimiento puntual al avance del estudiantado, generar ahorros significativos y aprovechar el uso de plataformas virtuales sin detrimento de la calidad académica. Adicionalmente, se dio continuidad a la participación de profesoras(es) externas(os) en los sínodos de exámenes de grado, con un total de 45 integrantes (42 nacionales y 3 internacionales), quienes formaron parte de los comités revisores de tesis. Esta estrategia contribuyó a fortalecer los vínculos de colaboración académica de los programas de posgrado del Centro.

El personal académico participó activamente en las labores docentes dentro de los Consejos Académicos de Profesores de los programas de posgrado, ya sea impartiendo cursos, fungiendo como directores(as) de tesis o desempeñándose como tutores(as). La participación de las y los profesores en la dirección de tesis fue particularmente elevada, alcanzando un 95.4% (83 de 87), con un promedio de tres estudiantes atendidos por cada investigador(a), considerando un total de 286 estudiantes. De este universo, 138 correspondieron a la maestría (48%), con un promedio de 1.7 estudiantes por director(a), y 148 al doctorado (52%), con un promedio de 1.8 estudiantes por director(a).

Los programas de posgrado del CICY reciben aspirantes tanto nacionales como internacionales. Durante el primer periodo de admisión de 2025 se registraron 56 aspirantes, de los cuales cinco fueron extranjeros, provenientes de países como Cuba, Ecuador y Costa Rica, entre otros. En los últimos siete años (periodo 2019-2025-I) se han recibido un total de 707 aspirantes, de los cuales 99 corresponden a personas de nacionalidad extranjera (véase Tabla 3). Cabe destacar que en el semestre 2025-I se mantuvo la modalidad a distancia en los procesos de admisión, lo que permitió a las personas aspirantes participar en todas las etapas desde diferentes regiones geográficas de manera eficiente y eficaz.

Tabla 3. Histórico reciente del registro de aspirantes (2019- junio 2025).

Semestre	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Estudiantes extranjeros
2019-I	43	13	4	9	69	6



Semestre	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Estudiantes extranjeros
2019-II	35	14	18	0	67	7
2020-I	52	12	3	7	74	23
2020-II	34	12	15	0	61	11
2021-I	27	9	4	12	52	4
2021-II	27	3	14	0	44	6
2022-I	19	6	3	10	38	4
2022-II	26	9	11	0	46	4
2023-I	32	4	2	7	45	8
2023-II	29	12	10	0	51	5
2024-I	24	8	7	10	49	9
2024-II	32	9	14	0	55	7
2025-I	31	9	3	13	56	5
Total	411	120	108	68	707	99

En el primer semestre de 2025, el ingreso a los programas de posgrado del Centro estuvo conformado por **47** estudiantes, de los cuales **34** correspondieron a programas de maestría y **13** a programas de doctorado.

En ese mismo periodo, la matrícula total de los siete programas de posgrado del Centro alcanzó los **286** estudiantes, integrada por **138** de maestría y **148** de doctorado (véase Tabla 4). Del total, el **60%** corresponde a mujeres y el **40%** a hombres.

Tabla 4. Histórico reciente de la Matrícula en los Programas de Posgrado 2019- junio 2025.

Año	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Maestría	Doctorado
2019	198	64	66	23	351	196	155
2020	210	65	57	17	349	196	153
2021	203	63	50	23	339	180	159
2022	187	48	51	23	309	149	160
2023	195	46	46	22	309	144	165
2024	184	46	48	27	305	142	163
2025-I	173	47	41	25	286	138	148



Tabla 5. Matrícula en los Programas de Posgrado en 2025-I.

Posgrado	Activos	Graduados	Nuevo Ingreso o 2025-I	Bajas Temporales	Bajas Definitivas	Total Atendidos
Doctorado en Ciencias Biológicas	79	13	8	-	2	102
Maestría en Ciencias Biológicas	43	8	19	-	1	71
Doctorado en Materiales Poliméricos	21	1	2	-	1	25
Maestría en Materiales Poliméricos	14	1	6	-	1	22
Doctorado en Energía Renovable	16	2	3	-	-	21
Maestría en Energía Renovable	16	3	-	-	1	20
Maestría en Ciencias del Agua	14	-	9	2	-	25
Total	203	28	47	2	6	286

En el transcurso del primer semestre de 2025 se atendió un total de **286** estudiantes, de los cuales 47 correspondieron a nuevo ingreso. La distribución de la matrícula por programa de posgrado se presenta en la Tabla 5.

En el mismo periodo se titularon 28 estudiantes: 12 de maestría y 16 de doctorado (véase Tabla 6), lo que equivale a un indicador de 0.32 graduados por investigador(a) (28/87). Los tiempos promedio de titulación fueron de 52 meses para el doctorado y 32 meses para la maestría, lo que evidencia que las y los estudiantes de los programas



del Centro obtienen el grado en un plazo menor a 12 meses posteriores a la conclusión de su plan de estudios.

Tabla 6. Histórico reciente de graduados del periodo 2019 - junio 2025.

Año	Maestría	Doctorado	Total
2019	48	26	74
2020	46	28	74
2021	58	25	83
2022	43	23	66
2023	46	25	71
2024	33	24	57
2025-I	12	16	28



Figura 67. Examen de grado

Es importante destacar que las tesis de las 28 personas graduadas en el semestre 2025-I contribuyen al desarrollo y cumplimiento de los objetivos establecidos en el Programa Institucional. De este total, el 54% (15/28) abordó temas orientados a la mejora de la calidad de vida de la población, en particular de comunidades rurales y de pequeños productores de la región Pacífico-Sur-Sureste, en áreas como seguridad alimentaria, energía y mitigación del cambio climático. Asimismo, el 11% (3/28) de los trabajos de tesis se enfocaron en el cuidado y la protección del acuífero, en beneficio de la sociedad de la península de Yucatán. Estos resultados reflejan la pertinencia e



incidencia de las investigaciones de las y los graduados en la atención de temas prioritarios tanto regionales como nacionales.

Adicionalmente, el CICY atiende no solo a la comunidad estudiantil de posgrado, sino también a estudiantes provenientes de instituciones externas y a participantes del Programa de Educación Continua. En este sentido, durante el primer semestre de 2025 se atendió un total de 889 personas estudiantes, distribuidas de la siguiente manera: 286 pertenecientes a los programas de posgrado del Centro, **480** al Servicio de Asuntos Estudiantiles (SAE) y 123 al Programa de Educación Continua (PEC) (véase Tabla 7).

Tabla 7. Histórico reciente de la formación de Recursos Humanos 2019- junio 2025 (Personas estudiantes)

Año	Posgrados CICY	Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE)	Programa de Educación Continua (PEC)	Total
2019	351	435	150	935
2020	349	468	80	739
2021	339	294	162	795
2022	309	332	141	782
2023	309	398	193	900
2024	305	468	123	896
2025-I	286	480	123	889

A través del Servicio de Asuntos Estudiantiles (SAE) se atendió un total de **480** personas estudiantes, de los cuales **442** correspondieron al nivel de licenciatura. Este grupo se distribuyó de la siguiente manera: 31 en entrenamiento, 56 en servicio social, 145 en prácticas profesionales, 45 en residencia profesional, 107 en tesis de licenciatura, 1 en el programa Impulso Universitario, 36 en estancias académicas, 7 en apoyo administrativo y 14 en programa dual, así como 6 registros de Técnico Superior Universitario. Por lo que respecta a las personas estudiantes de posgrados externos, se tuvieron 32 registros en las siguientes categorías: 1 en tesina de especialidad, 12 estancias de maestría, 7 tesis de maestría, 7 estancias de doctorado externo y 5 tesis de doctorado.

De los 480 estudiantes atendidos, ocho obtuvieron el grado de licenciatura mediante memoria de residencia. Estas actividades se desarrollaron en las diferentes áreas sustantivas de la institución y contaron con la participación de estudiantes provenientes de 74 Instituciones de Educación Superior externas, de las cuales un 2.7% correspondió a instituciones internacionales.



Desde 2019 y hasta el 30 de junio de 2025 se han graduado un total de **244** estudiantes de licenciatura, lo que representa un promedio anual cercano al 33.66%. El histórico reciente (2019- primer semestre 2025) de estudiantes graduados de licenciatura y de posgrados externos en los que profesoras(es) del CICY participan como asesores se presenta en la Tabla 8. Al cierre de junio de 2025 se registraron 8 personas graduadas de licenciatura.

Las y los estudiantes de licenciatura inscritos en el SAE provienen de diversas instituciones de educación superior, entre las que destacan: el Instituto Tecnológico de Conkal, el Instituto Tecnológico de Mérida, las distintas facultades de la Universidad Autónoma de Yucatán, la Universidad Politécnica de Tapachula, la Universidad de Toulon, la Pontificia Universidad Católica de Chile, el Instituto Tecnológico Superior de Centla, el Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco y el Instituto Tecnológico Superior de Los Ríos, entre otras.

Tabla 8. reciente de personas estudiantes graduadas de programas externos 2019 - junio 2025

Año	Licenciatura	Especialidad	Maestría Externa	Doctorado Externo	Total
2019	59	0	4	1	64
2020	27	0	1	1	29
2021	38	0	1	0	39
2022	44	0	4	1	49
2023	34	0	1	2	37
2024	34	1	3	1	39
2025	8	0	0	0	8

Entre los programas de maestría y doctorado externos de los que provienen las personas en formación inscritas en el SAE se encuentran: el Doctorado en Ciencias en Agricultura Tropical y Sustentable del Instituto Tecnológico de Conkal; el Doctorado en Innovación Biotecnológica del CIATEJ; la Maestría en Ciencias con Orientación en Microbiología Aplicada de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y la Maestría en Ingeniería de la Escuela Superior de Tecnologías Industriales Avanzadas (ESTIA).

En el periodo comprendido entre enero y junio de 2025, el Programa de Educación Continua (PEC) registró una participación de 123 personas capacitadas y generó ingresos propios por un total de **\$277,985 pesos** (véase Tabla 9). En este mismo



periodo, se obtuvieron ahorros institucionales por **\$87,920** pesos, resultado de la asignación de 13.5 becas a personal del Centro, principalmente del área de Metrología, quienes asistieron a cursos y diplomados impartidos a través del PEC. Dichas becas, otorgadas como exenciones de pago parciales o totales, permitieron a las personas beneficiarias fortalecer sus competencias en temas específicos relacionados con las tareas sustantivas que desempeñan. Las áreas que ofrecieron cursos del PEC en el primer semestre de 2025 fueron: Metrología, Gambio, la Unidad de Recursos Naturales, la Unidad de Energía Renovable y la Unidad de Biotecnología.

Tabla 9. Datos históricos del Programa de Educación Continua (PEC) 2020 – junio 2025

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025-I
Cursos	5	11	17	22	17	19
Alumnos	80	162	141	193	123	123
Ingresos	\$95,240	\$248,279	\$234,365	\$369,768	\$350,000	\$277,985

En el primer semestre de 2025, el personal académico del Centro, en atención a las convocatorias emitidas por la Coordinación de Educación Continua y conforme a su calendario de actividades, sometió un número significativo de cursos. Cabe destacar que las personas capacitadas durante este periodo provinieron de instituciones y empresas de gran relevancia e impacto a nivel local, regional y nacional. Entre ellas se encuentran: el Grupo Porcícola mexicano Kekén; la Facultad de Química de la UADY; investigadoras(es) posdoctorales del ECOSUR y del CICY; la Universidad de Quintana Roo (UQROO); la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM); el posgrado del Instituto Tecnológico de Oaxaca; la Universidad Veracruzana; así como empresas como Grupo Provi, Proteínas y Oleicos, Kekén y Molinos Peninsulares. Asimismo, se brindó capacitación como parte del contrato de prestación de servicios con la empresa Especialistas en Papayas S.A. de C.V. de Apatzingán, Michoacán, además de la participación de estudiantes de los propios programas de posgrado del Centro.



2.1. Inserción laboral/productiva de las personas egresadas de los posgrados de CICY

El seguimiento a las personas egresadas de los diferentes programas institucionales constituye uno de los indicadores más relevantes para evaluar el impacto de los programas de posgrado del Centro. Durante el primer semestre de 2025 (véase Tabla 10) se registraron **28** personas graduadas. De este total, el 29% (8/28) se encuentra ocupado, distribuyéndose de la siguiente manera: tres en actividades de docencia e investigación, una en servicios independientes y cuatro en estudios doctorales; en tanto que no se reporta inserción en empresas del sector privado. Asimismo, al cierre del primer semestre de 2025 se reporta un 39% (11/28) de egresadas y egresados sin ocupación, de los cuales el 21% obtuvo el grado en los últimos dos meses del periodo referido.

Tabla 10. Histórico reciente de personas graduadas del periodo 2019 – junio 2025

Año	Maestría	Doctorado	Total
2019	48	26	74
2020	46	28	74
2021	58	25	83
2022	43	23	66
2023	46	25	71
2024	33	24	57
2025-I	12	16	28

De manera histórica, los programas de posgrado del Centro han graduado un total de 1,253 estudiantes: 834 de maestría (67%) y 419 de doctorado (33%). Del total de egresadas y egresados, aproximadamente el 83% (1,043 personas) cuenta con algún tipo de ocupación. De este grupo, alrededor del 61% se desempeña en actividades de docencia y/o investigación, un 18% realiza estudios doctorales o posdoctorales, y el 21% restante se encuentra incorporado en otros sectores: 9% en el sector privado, 7% en el sector público y 5% prestando servicios independientes como asesores.



Figura 68. Ceremonia de inicio de semestre – Generación 2025-I

2.2. Distinciones a estudiantes y egresados de posgrados de CICY

Otro logro relevante de la comunidad estudiantil y de egresados, que refleja la formación con los más altos estándares de calidad, ha sido la obtención de distinciones y premios durante el primer semestre de 2025, derivados de la presentación de trabajos de tesis y avances de investigación en foros nacionales e internacionales. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

Primer lugar en el concurso Sustainable Aviation Fuels México 2025

Felicitemos al personal académico de la Unidad de Energía Renovable del CICY, Dr. Juan Carlos Chavarría Hernández, Dr. Edgar Olgún Maciel, Dr. Gliserio Romell Barbosa Pook, Dra. Beatriz Escobar Morales, Dra. Mónica Arely Lucio García, Dr. Giver Rosero Chasoy, así como a las y los estudiantes de posgrado: Stephanie Michelle Villafán Cáceres, Armando Daquinta Álvarez, Jessica Noemí Barrera Caloreta y Miguel El Hernández Quintero, por haber obtenido el primer lugar en el concurso Sustainable Aviation Fuels (SAF) México 2025. De igual forma, se felicita al Dr. Julio Sacramento, representante del

grupo de la UADY, así como a la Mtra. Mary Angelica Pérez López y su equipo de trabajo. El equipo obtuvo el reconocimiento con el proyecto «Obtención de SAF mediante el proceso ATJ (Alcohol to Jet), partiendo de residuos de industrias mexicanas». El concurso es organizado por el Grupo SAF México, COMEA, AIRBUS, FEMIA, IATA, CANAERO, ICSA México, Volaris, Viva Aerobus, Aeroméxico, Aeropuertos y Servicios Auxiliares y Safran, con el objetivo de incentivar la innovación, investigación e implementación de proyectos de desarrollo de combustibles sostenibles para la aviación.



Hemur Mensual | Año 19, Num. 220, Abril de 2025

Ingeniero Distinguido 2025

Felicitemos a Vanessa Carolina Pat Cetina, estudiante de doctorado del posgrado en Materiales Poliméricos del CICY, por haber sido reconocida como **Ingeniero Distinguido 2025**, en el área de Ingeniería Biomédica.

Este reconocimiento es el máximo galardón otorgado por el Instituto Tecnológico de Mérida a sus egresadas y egresados destacados por su trayectoria laboral, desempeño académico e imagen profesional, que se reflejan en el desarrollo de los sectores social, productivo, investigación, científico y tecnológico.



Hemur Mensual | Año 19, Num. 220, Abril de 2025

Mejor Presentación Oral en el NCBN 2025

Felicitemos a **Ismael Fernando Villegas Acosta**, estudiante de doctorado en Ciencias Biológicas, por haber obtenido el reconocimiento por la Mejor Presentación Oral en el Congreso Nacional en Biotecnología Vegetal y Nanotecnología (NCBN) 2025, organizado por la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM, sede León, Guanajuato.

Esta distinción fue por su trabajo «Diferencias en la actividad citotóxica de cardenolidos de *Nerium oleander*», realizado en colaboración con la Unidad de Biología Integrativa del CICY, el Centro de Estudios Regionales «Héctor Nogueira» de la UADY y el Cinvestav, Unidad Mérida; bajo la dirección del Dr. Luis Manuel Peña Rodríguez, investigador de la Unidad de Biotecnología del CICY, a quien le extendemos la felicitación.



Hemur Mensual | Año 19, Num. 219, Marzo de 2025

Reconocidos en la 20.ª RIIPN

Felicitemos a las y los estudiantes de posgrado que fueron reconocidos en el Congreso Estudiantil de Ciencias durante la 20.ª Reunión Internacional de Investigación en Productos Naturales (RIIPN).

Su destacada participación y la calidad de sus investigaciones les hicieron merecedores de los primeros lugares en las categorías de maestría y doctorado. ¡Felicidades!

Alberto Geovanny Aguilar Santana. Primer lugar, nivel doctorado, por su trabajo «Efecto de la sobreexpresión de los genes CpNAC sobre la acumulación de metabolitos secundarios en plántulas in vitro de *Nicotiana tabacum*».

Luz Mayra González Medina. Segundo lugar, nivel maestría, por su trabajo «Evaluación de especies de la familia Apocynaceae como fuentes de nuevos agentes antioleicos contra el dengue».

Fernando Andrei Dzul Moo. Tercer lugar, nivel maestría, por su trabajo «Aislamiento de metabolitos de la corteza de *Bryonia crepitans* con actividad leishmanicida».



Hemur Mensual | Año 19, Num. 222, Junio de 2025

Figura 69. Ejemplos de Premios Enero – junio 2025



2.3. Incidencia de las tesis desarrolladas en los posgrados de CICY

Las tesis desarrolladas por las personas graduadas de los programas de posgrado del Centro durante el primer semestre de 2025 contribuyeron al cumplimiento de los objetivos prioritarios que atiende la institución. De acuerdo con la información reportada por las Coordinaciones Académicas de los Posgrados del CICY, en el semestre 2025-I, de las 28 personas graduadas, 15 (54%) realizaron sus tesis en temas relacionados con la seguridad alimentaria, la energía y la mitigación del cambio climático. Asimismo, tres de las 28 tesis (11%) se enfocaron en el cuidado y la protección del acuífero, en beneficio de la sociedad en la península de Yucatán (véase Tabla 11).

Tabla 11. Incidencia de los temas de tesis de las personas egresadas de los posgrados del CICY y que contribuyen a los objetivos prioritarios.

Año	Número de estudiantes de posgrado graduados en el año con tesis realizadas en temas de vinculación social o ambiental	Número de estudiantes de posgrado graduados en el año con tesis realizadas en temas sobre el cuidado y la protección del acuífero
2021	55	2
2022	59	14
2023	36	24
2024	27	14
2025-I	15	3



Figura 70. Graduados con tesis con incidencia



2.4. Implementación del Programa de Formación Dual

Durante el primer semestre de 2025, en el marco del convenio con el Instituto Tecnológico de Progreso, el CICY recibió, bajo la modalidad de programa DUAL, a cuatro estudiantes para realizar una estancia de nueve meses en proyectos vinculados con la Unidad de Energía Renovable y el Departamento de Servicios de Operación. Los proyectos atendidos fueron los siguientes: 1) Síntesis de biocarbones con alta área superficial obtenidos de fuentes de biomasa; 2) Producción de hidrógeno verde para almacenamiento de energía; y 3) Mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos especializados (con la participación de dos estudiantes). Cabe destacar que, como resultado de este programa, dos estudiantes del esquema DUAL se incorporaron posteriormente a estudios de maestría en el CICY, y uno adicional fue contratado como parte del personal de apoyo en servicios de operación

2.6. Estudiantes de posgrado que realizaron actividades de retribución social

Las actividades de retribución social constituyen un componente fundamental de la formación académica de las y los estudiantes, ya que, además de fortalecer sus habilidades de comunicación, permiten que el conocimiento generado en el Centro se transfiera a distintos sectores de la sociedad. Estas actividades representan un mecanismo para retribuir a la sociedad el apoyo recibido mediante la beca y, al mismo tiempo, ofrecen un espacio de interacción que enriquece la formación del estudiantado al acercarlo a diversas perspectivas sobre los fenómenos y problemáticas de la península de Yucatán.

Entre las principales actividades de retribución social se encuentran las acciones de divulgación en redes sociales. Durante el primer semestre de 2025, el 7% de la matrícula participó en eventos como Talento CICY, en los cuales las y los estudiantes también colaboraron en la organización de actividades de formación y en la promoción de vocaciones científicas. Es importante señalar que la participación en estas actividades se llevó a cabo de manera voluntaria y proactiva.

En el transcurso del primer semestre de 2025, las y los estudiantes de posgrado participaron en diversas actividades de retribución social. Entre ellas destacan las acciones realizadas en conmemoración del Día de la Mujer y la Niña en la Ciencia en el Instituto Tecnológico Superior de Motul y en la Universidad del Oriente de Valladolid (UNO), organizadas por la SECIHTI Yucatán. Asimismo, impartieron el taller "Identificación de peces" a estudiantes de la Universidad Anáhuac de Cancún,



Quintana Roo, y colaboraron en el evento del Día Mundial del Agua, celebrado en el Planetario Ka'Yok de Cancún, Quintana Roo.

A estas actividades se sumó la participación en el Festival del Coco 2025 y en la Feria del Libro, edición 2025, organizada por la Universidad Autónoma de Yucatán.



Figura 71. Actividades de retribución social

El Reglamento de Estudios de Posgrado establece que las personas que han obtenido la candidatura pueden impartir horas clase en los cursos de posgrado de la institución. En este marco, durante el primer semestre de 2025, once estudiantes con candidatura participaron como docentes en cursos de posgrado, lo que permitió que compartieran los conocimientos adquiridos con la comunidad estudiantil.



3. GESTIÓN TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN

La Dirección de Gestión Tecnológica, tiene entre sus principales encomiendas, la implementación de acciones estratégicas para que el CICY, sea una institución referente a nivel regional y nacional, reconocida por su capacidad de generar sinergias entre la ciencia, sociedad, gobierno y sector productivo, para el desarrollo y aplicación del conocimiento, con soluciones efectivas, atendiendo las demandas en un entorno ambientalmente sostenible.

3.1 Vinculación con Aliados Estratégicos Regionales y Nacionales

Durante el primer semestre de 2025 se firmaron **39** convenios, de ellos: 3 contratos de confidencialidad para negociaciones estratégicas; 3 comodatos de bienes muebles con instituciones de educación superior, como parte de proyectos sociales; 7 convenios para el desarrollo de prácticas profesionales con diversos centros educativos de la Península; 1 contrato de prestación de servicios de asesorías para cultivos, y 27 convenios de colaboración con diversos sectores, tanto nacionales como extranjeros. De los convenios nacionales, la mayor parte de ellos se suscribieron con entidades de la Península: **22** convenios en Yucatán, **4** en Quintana Roo, y el resto, en otras Entidades Federativas, tal como lo muestran en Figuras 72 y 73.



Figura 72. Distribución de los convenios de CICY a nivel nacional.



Figura 73. Distribución en el mapa de los convenios de CICY a nivel nacional.

De los convenios de colaboración firmados en el período que se informa (Tabla 12), **destacan**, sobre todo, por su importancia estratégica, el **Convenio Específico de Colaboración para la Ejecución del Proyecto "Diagnóstico y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Caña De Azúcar en Othón P. Blanco, Quintana Roo"** con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca de Quintana Roo, el cual busca otorgar soporte técnico a las personas productoras de caña de azúcar del Estado y con ello hacer más eficiente el manejo de plagas y enfermedades que afectan las plantaciones comerciales de caña de azúcar de dicho Estado, por lo que tiene un alto impacto social y también sirve como base para continuar generando colaboraciones que permitan transferir conocimiento a la sociedad.

Destacable desde la transferencia de conocimiento y posible generación de derechos de propiedad intelectual es el Acuerdo de Colaboración para Desarrollo Tecnológico suscrito con una empresa yucateca, INDUSMAYA, S.A. de C.V., que tiene un modelo de colaboración importante, ya que el CICY aporta el conocimiento, y la empresa, las instalaciones e insumos, para desarrollar un nuevo producto, donde el CICY será titular de los derechos de propiedad industrial y la empresa tendrá un derecho preferente a ser licenciataria de la tecnología producida.

Asimismo, se estableció un Convenio de Colaboración Estratégica con el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, A.C., con el que establecen las condiciones para implementar un programa de divulgación científica y cultural, haciendo uso de instalaciones, espacios y acervo natural del CICY.



También se firmó el Convenio General de Colaboración con la Cámara Nacional de la Industria de Transformación del Estado de Yucatán, CANACINTRA, para que, mediante la difusión y promoción de los servicios, innovaciones y desarrollos tecnológicos del CICY entre miembros y asociados de CANACINTRA, se puedan realizar proyectos y convenios específicos en áreas de interés de la sociedad.

En el **sector Académico** se logró la firma de un importante Convenio de Colaboración con la Universidad Autónoma de Yucatán, UADY y también se suscribió un Convenio General de Colaboración Académica y Científica con el Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco, Estado de México.

En cuanto a la **colaboración con los Gobiernos Municipales**, se destaca la firma del Convenio Marco de Colaboración con el H. Ayuntamiento de Mérida, el cual está enfocado en el trabajo conjunto en problemas vitales, tales como: el cambio climático, el cuidado del agua, la electromovilidad, la reforestación y uso de especies endémicas, la detección y el manejo integral de plagas en jardines y zonas verdes, entre otros objetivos importantes.

También, se dio continuidad a la vinculación con el H. Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, con la firma del Convenio de Colaboración en Materia Educativa, Promoción de la Investigación, Divulgación Científica y Fortalecimiento Institucional, el cual está enfocado principalmente a proteger y conservar el agua y los ecosistemas de la Península de Yucatán, a través de la Unidad de Ciencias del Agua, UCIA (ubicada en Cancún-Quintana Roo).

De igual manera, se firmó el Convenio Marco de Colaboración Académica, Científica y Tecnológica con el Organismo Público Municipal Descentralizado de Operación y Administración de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Reserva Cuxtal.

En cuanto a la **colaboración con los Gobiernos Estatales**, se concretaron 4 Convenios, de entre los cuales destaca el Convenio de Concertación de Acciones en el Marco del Programa "Inclusión Productiva" en su Proyecto "Emprender Contigo" para el Ejercicio Fiscal 2025, para Fomentar el Proyecto Productivo de Aprovechamiento de la Palma Jipi para el Bienestar Social, firmado con la Secretaría de Bienestar del Poder Ejecutivo del Estado de Campeche, el cual permitirá que el CICY transfiera conocimiento a los productores de este cultivo, a través de capacitación y especialización técnica, con la finalidad de generar mejores oportunidades de vida y bienestar de las familias y los grupos sociales vulnerables mediante el aprovechamiento de la Palma Jipi.



Asimismo, la firma con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca de Quintana Roo de un Convenio General de Colaboración, así como el Convenio Específico mencionado anteriormente; y el Convenio Marco de Colaboración y Vinculación Cultural con la Secretaría de la Cultura y las Artes del Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado de Yucatán.

A nivel Nacional, se puede destacar que se lograron convenios específicos de colaboración con dos Centros Públicos de Investigación, uno con el Centro de Tecnología Avanzada, A.C. CIATEQ y el firmado con El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR, y GermoLab, para la conservación de accesiones de semillas de maíz nativo.

Respecto a la vinculación con el sector privado y social, destaca el Convenio de Colaboración con Área 71, como parte de una alianza estratégica para promover el emprendimiento y la innovación.

También el Contrato de Prestación de Servicios con la empresa Especialistas en Papayas, S.A. de C.V. mediante el cual el CICY, a través del Laboratorio Grupo de Estudios Moleculares Aplicados a la Biología (GeMBio), proporcionará soporte técnico para el manejo integral de plagas y enfermedades, lo que constituye una importante ayuda a los productores.

Asimismo, se firmó un Convenio Específico de Colaboración con la Asociación Civil Centinelas del Agua, que tiene como objeto desarrollar, en conjunto, trabajos e investigaciones encaminados a generar información científica que contribuya al conocimiento y manejo del recurso hídrico en la región de la laguna de Yalahau y la zona costera de Holbox, de acuerdo con lo establecido en el proyecto denominado "Fortalecimiento de cooperativas pesqueras del área de protección de flora y fauna en gestión integral del agua de la laguna Yalahau".

Por otro lado, se firmaron convenios de colaboración con tres Asociaciones Civiles: Jade Propuestas Sociales y Alternativas al Desarrollo; Ciencia Cakotanú; y Mérida Ciudad de Gastronomía.

3.2 Vinculación con aliados Internacionales

En el tema de la Vinculación Internacional, se lograron establecer 6 colaboraciones con centros educativos y universidades de prestigio de varios países, como la Carta de Intención firmada con la Universidad de Leeds, del Reino Unido, así como los instrumentos jurídicos suscritos con: el Instituto de Mecánica S.P. Timoshenko de la Academia Nacional de Ciencias de Ucrania; la Escuela Superior de Tecnologías Industriales Avanzadas (ESTIA), de Francia; la Universidad Estatal de Campinas, Brasil;



la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú; y la Universidad Técnica Federico Santa María, en Chile.

Los convenios de colaboración con diferentes actores han contribuido a reforzar el papel del CICY como impulsor del conocimiento y la innovación, con impacto en la sociedad y la economía, no solo de la región de la Península, sino también del país e internacionalmente.

Tabla 12. Convenios de colaboración suscritos en el primer semestre del año 2025

No .	INSTRUMENTO JURÍDICO	RESPONSABLE	CONTRATANTE	OBJETO	SEDE MID	SEDE CANCÚN	SEDE GUERRERO
1	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN	SERGIO DE JESÚS PÉREZ	CIATEQ. A.C., CENTRO DE TECNOLOGÍA AVANZADA	ESTABLECER LAS BASES DE COLABORACIÓN ENTRE LAS PARTES PARA LLEVAR A CABO LA CONTRATACIÓN COLECTIVA DE LOS SERVICIOS DE CONSULTA A LOS ACERVOS CON LAS EMPRESAS TITULARES DE LOS DERECHOS DE CONSULTA A LOS BANCOS DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA QUE REQUIEREN LOS "CPI's" PARA SUS COMUNIDADES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y ACADÉMICAS DURANTE EL EJERCICIO FISCAL 2025	X		
2	CONTRATO DE COMODATO	MTRO. MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ BARRERA	C. NAZARIO POOT/EJIDO XOY	EL CICY, COMODANTE, ENTREGA EN CALIDAD DE COMODATO AL COMODATARIO LOS BIENES QUE SE DESCRIBEN EN EL CONTRATO	X		
3	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN	DR. JAIME MARTÍNEZ CASTILLO	EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR. ECOSUR	EL CICY, A TRAVÉS DE GERMOLAB, RESGUARDARÁ DURANTE 10 AÑOS 17 ACCESIONES DE SEMILLAS DE MAÍZ NATIVO, QUE REPRESENTAN 38 KG DE SEMILLAS, PROPORCIONADAS Y PROPIEDAD DE ECOSUR, DE LAS CUALES, ECOSUR ENTREGA DE MANERA GRATUITA A EL CICY EL 50%, QUE REPRESENTAN 19 KG, MIENTRAS QUE EL 50% RESTANTE CONTINUARÁ BAJO EL RESGUARDO DE EL CICY Y A DISPOSICIÓN DE ECOSUR PARA CUANDO ÉSTE ASÍ LO REQUIERA	X		
4	ACUERDO TRIPARTITA DE SERVICIO SOCIAL	DR. GERMÁN CARNEVALI FERNÁNDEZ-CONCHA	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PROGRESO	EL ALUMNO RESIDENTE DEBERÁ REALIZAR SU SERVICIO SOCIAL DURANTE UN LAPSO DE 500 HORAS	X		



5	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA PRÁCTICAS PROFESIONALES	DR. ENRIQUE CASTAÑO DE LA SERNA	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UADY	"LA ALUMNA" REALICE SU PRÁCTICA PROFESIONAL EN "EL CICY" EN UN LAPSO NO MAYOR DE 5 MESES DURANTE EL PERIODO ESCOLAR 2024-2025, CUBRIENDO UN MÍNIMO DE 480 HORAS	X		
6	ACUERDO TRIPARTITA DE SERVICIO SOCIAL	DRA. BEATRIZ ESCOBAR MORALES	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PROGRESO	EL ALUMNO RESIDENTE DEBERÁ REALIZAR SU SERVICIO SOCIAL DURANTE UN LAPSO DE 500 HORAS	X		
7	ACUERDO TRIPARTITA DE SERVICIO SOCIAL	DR. GLISERIO ROMELI BARBOSA POOL	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PROGRESO	EL ALUMNO RESIDENTE DEBERÁ REALIZAR SU SERVICIO SOCIAL DURANTE UN LAPSO DE 500 HORAS	X		
8	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA PRÁCTICAS PROFESIONALES	DRA. BLANCA MARINA VERA KÚ	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UADY	"LA ALUMNA" REALICE SU PRÁCTICA PROFESIONAL EN "EL CICY" EN UN LAPSO NO MAYOR DE 5 MESES DURANTE EL PERIODO ESCOLAR 2024-2025, CUBRIENDO UN MÍNIMO DE 480 HORAS	X		
9	CONVENIO DE COLABORACIÓN ESTRATÉGICA	MTRA. VANESSA BURGOS	PARQUE CIENTÍFICO TECNOLÓGICO DE YUCATÁN, A.C.	CONSISTE EN QUE "LAS PARTES" ESTABLEZCAN LAS CONDICIONES PARA IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y CULTURAL, HACIENDO USO DE INSTALACIONES, ESPACIOS Y ACERVO NATURAL DEL "CICY"	X		
10	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN	DR. RAÚL TAPIA TUSSELL	CIENCIA CAKOTANÚ, A.C.	ESTABLECER LAS BASES Y CRITERIOS DE COLABORACIÓN SOBRE LOS CUALES "LAS PARTES" REALIZARÁN ACCIONES CONJUNTAS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA, DE FOMENTO DE VOCACIONES CIENTÍFICAS Y/O INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA O TECNOLÓGICA DE INTERÉS CUMÚN PARA Ellas.	X		
11	CARTA DE INTENCIÓN PARA ACUERDO DE COLABORACIÓN	DR. RAÚL TAPIA TUSSELL	UNIVERSIDAD DE LEEDS, REINO UNIDO	LA UNIVERSIDAD DE LEEDS Y EL CICY EXPRESAN SU INTENCIÓN MUTUA DE ESTABLECER UNA COLABORACIÓN FORMAL DESTINADA A FOMENTAR LA EXCELENCIA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN	X		



12	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN	MTRA. VANESSA BURGOS	MÉRIDA CIUDAD DE GASTRONOMÍA, A.C.	ESTABLECER LAS BASES Y CRITERIOS DE COLABORACIÓN SOBRE LOS CUALES "LAS PARTES" REALIZARÁN ACCIONES CONJUNTAS EN EL DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA O TECNOLÓGICA DE INTERÉS CUMÚN PARA ELLAS Y ES EL PRIMER PASO PARA ESTABLECER UN PLAN ANUAL DE COLABORACIÓN, CON OBJETIVOS ESPECÍFICOS MEDIBLES, EL CUAL SERÁ ACORDADO POR "LAS PARTES" DENTRO DE LOS 60 DÍAS POSTERIORES A LA FECHA DE FIRMA DEL CONVENIO Y FORMARÁ PARTE INTEGRANTE DEL MISMO MEDIANTE LA RESPECTIVA ADENDA QUE SE FIRME POR "LAS PARTES".	X		
13	ACUERDO DE COLABORACIÓN PARA DESARROLLO TECNOLÓGICO	DR. JAVIER GUILLÉN MALLETTTE	INDUSMAYA, S.A. DE C.V.	"INDUSMAYA" Y "EL CICY" UNIRÁN ESFUERZOS PARA OBTENER UN PAQUETE DE ADITIVOS GENÉRICO, BASADO EN COMPUESTOS DE CALCIO-ZINC, QUE PUEDA ADAPTARSE A PRODUCTOS ESPECÍFICOS DE TUBERÍAS DE CPVC Y/O PVC EXISTENTES EN EL MERCADO, Y QUE DEBERÁ TENER UN DESEMPEÑO SIMILAR Y UN MENOR COSTO QUE LOS PAQUETES ACTUALES DE ADITIVOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA. EN ESTA COLABORACIÓN "EL CICY" APORTARÁ EL <i>KNOW HOW</i> E "INDUSMAYA", LAS INSTALACIONES, LOS MATERIALES Y LOS INSUMOS NECESARIOS PARA EL TRABAJO. "EL CICY" SERÁ EL TITULAR DE LOS DERECHOS PATRIMONIALES SOBRE EL PRODUCTO QUE SE OBTENGA DE LA COLABORACIÓN E "INDUSMAYA" TENDRÁ EL DERECHO PREFERENTE AL LICENCIAMIENTO DEL USO DE ESTE PRODUCTO.	X		
14	CONVENIO DE COLABORACIÓN	MTRA. VANESSA BURGOS	ÁREA71, S.A. DE C.V.	ESTABLECER UNA ALIANZA ENTRE "LAS PARTES" PARA DESARROLLAR DE MANERA CONJUNTA, ACCIONES O PROYECTOS, PARA PROMOVER EL EMPRENDIMIENTO Y LA INNOVACIÓN, ASÍ COMO OFRECER SERVICIOS A LA SOCIEDAD, DENTRO DE SUS ÁREAS DE CONOCIMIENTO	X		



15	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA PRÁCTICAS PROFESIONALES	DR. ENRIQUE CASTAÑO DE LA SERNA	FACULTAD DE MATEMÁTICAS DE LA UADY	EL ALUMNO REALIZARÁ SU PRÁCTICA PROFESIONAL EN EL CICY, EN UN LAPSO NO MAYOR DE 6 MESES, CUBRIENDO UN MÍNIMO DE 320 HORAS	X		
16	COOPERATION AGREEMENT	DR. FRANCIS AVILES CETINA	S.P. TIMOSHENKO INSTITUTE OF MECHANICS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE	UNIR ESFUERZOS PARA ORGANIZAR Y DESARROLLAR ACTIVIDADES Y PROYECTOS ACADÉMICOS EN ÁREAS DE SUS COMPETENCIAS, ASÍ COMO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE INTERÉS PARA AMBAS PARTES	X		
17	CONVENIO DE COLABORACIÓN Y COOPERACIÓN	DRA. CASANDRA GARCÍA REYES	DR. ROGER ARMANDO ORELLANA LANZA	ESTABLECER LAS BASES DE COLABORACIÓN PARA QUE EL CICY OTORQUE LAS FACILIDADES Y APOYO INSTITUCIONAL AL INVESTIGADOR HONORARIO, PARA QUE ÉSTE A SU VEZ LLEVE A CABO DIVERSAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DE INVESTIGACIÓN Y DIFUSIÓN.	X		
18	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA PRÁCTICAS PROFESIONALES	DR. LUIS CARLOS RODRÍGUEZ ZAPATA	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UADY	"EL ALUMNO" REALICE SU PRÁCTICA PROFESIONAL EN "EL CICY" EN UN LAPSO NO MAYOR DE 5 MESES DURANTE EL PERIODO ESCOLAR 2024-2025, CUBRIENDO UN MÍNIMO DE 480 HORAS	X		
19	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN	DRA. PILAR ANGÉLICA GÓMEZ RUIZ	JADE PROPUESTAS SOCIALES Y ALTERNATIVAS AL DESARROLLO	ESTABLECER EL MARCO GENERAL, PARA REALIZAR ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CONJUNTAS DESARROLLAR PROYECTOS Y ACTIVIDADES ACADÉMICAS, DE INVESTIGACIÓN, SERVICIOS, Y COORDINAR ESFUERZOS EN EL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS, Y EN GENERAL, CUALQUIER ACTIVIDAD DE INTERÉS PARA AMBAS INSTITUCIONES Y QUE LES SEA ÚTIL PARA ALCANZAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CADA UNA DE ELLAS	X		



20	CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN ACADÉMICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	DRA. CASANDRA REYES GARCÍA	EL ORGANISMO PÚBLICO MUNICIPAL DESCENTRALIZADO DE OPERACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA ZONA SUJETA A CONSERVACIÓN ECOLÓGICA RESERVA CUXTAL	ESTABLECER LAS BASES Y MECANISMOS DE COLABORACIÓN ENTRE LAS PARTES PARA REALIZAR EN EL ÁMBITO DE SUS RESPECTIVAS COMPETENCIAS, ACTIVIDADES QUE PROPICIEN EL MÁXIMO DESARROLLO INSTITUCIONAL A TRAVÉS DE LA FORMACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN DE RECURSOS HUMANOS, ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CONJUNTA, DESARROLLO DE PROGRAMAS TECNOLÓGICOS Y ACADÉMICOS, ASESORÍAS TÉCNICAS O ACADÉMICAS, INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN, PUBLICACIONES EN LOS CAMPOS AFINES DE INTERÉS, IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE EDUCACIÓN DUAL, ASÍ COMO AQUELLAS ACCIONES RELACIONADAS CON ACTIVIDADES ACADÉMICAS QUE DE MANERA CONJUNTA ACUERDEN, CUYOS COMPROMISOS Y TÉRMINOS SE DEFINIRÁN EN CONVENIOS ESPECÍFICOS DE COLABORACIÓN DERIVADOS DEL PRESENTE INSTRUMENTO	X		
21	CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN Y VINCULACIÓN CULTURAL		SECRETARÍA DE LA CULTURA Y LAS ARTES DEL PODER EJECUTIVO DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATÁN	ESTABLECER LAS BASES GENERALES DE COLABORACIÓN POR MEDIO DE LAS CUALES LAS PARTES SE COMPROMETEN A SUMAR ESFUERZOS Y CAPACIDADES EN EL ÁMBITO DE SUS RESPECTIVAS COMPETENCIAS PARA IMPULSAR CONJUNTAMENTE DIVERSAS ACCIONES EN EL ÁMBITO CULTURAL EN SUS DIVERSAS MANIFESTACIONES, ASÍ COMO PROYECTOS AFINES DE INTERÉS Y EN BENEFICIO MUTUO	X		
22	CONVENIO MARCO DE COLABORACIÓN	MTRA. VANESSA BURGOS	MUNICIPIO DE MÉRIDA, YUCATÁN	ESTABLECER LAS BASES Y CRITERIOS DE COLABORACIÓN SOBRE LOS CUALES "EL MUNICIPIO" Y "EL CICY" REALIZARÁN ACCIONES CONJUNTAS DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y CULTURAL DE INTERÉS COMÚN	X		
23	MEMORANDO DE ENTENDIMIENTO	DR. VÍCTOR MANUEL RAMÍREZ RIVERA	ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES AVANZADAS. ESTIA	PROMOVER LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL Y FOMENTAR LOS INTERESES MUTUOS EN LA EDUCACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN EN LOS CAMPOS DE LA INNOVACIÓN, LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y EL DISEÑO COLABORATIVO	X		



24	CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS	ING. RODOLFO MARTÍN MEX	ESPECIALISTAS EN PAPAYAS, S.A. DE C.V.	A SOLICITUD DE ESPECIALISTAS EN PAPAYAS, EL CICY PROPORCIONARÁ SOPORTE TÉCNICO PARA EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVO DE PAPAYA ESPECÍFICAMENTE CON LOS CLIENTES DE ESPECIALISTAS EN PAPAYAS.	X		
25	ACUERDO GENERAL DE COLABORACIÓN ACADÉMICA Y CIENTÍFICA	DR. FULGENCIO ALATORRE COBOS	UNIVERSIDAD ESTATAL DE CAMPINAS, BRASIL	UNIR ESFUERZOS PARA ORGANIZAR Y DESARROLLAR ACTIVIDADES Y PROYECTOS ACADÉMICOS EN EL ÁMBITO DE SUS COMPETENCIAS, ASÍ COMO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN E INTERÉS ÁREA A,BAS INSTITUCIONES EN LOS SIGUIENTES TEMAS RELACIONADOS AL GÉNERO AGAVE: BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS, MEJORAMIENTO GENÉTICO, MANEJO AGRÍCOLA, FERMENTACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONVERSIÓN DE BIOMASA Y BIOFÁBRICAS	X		
26	CONTRATO DE COMODATO	DR. GONZALO CARRILLO BAEZA	CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ÓPTICA. CIO	EL CICY, COMODATARIO, RECIBE EN CALIDAD DE COMODATO DE CIO, COMODANTE LOS BIENES QUE SE DESCRIBEN EN EL CONTRATO	X		
27	CONVENIO DE COLABORACIÓN	MTRA. MARGARITA CLARISA JIMÉNEZ BAÑUELOS	C.ROBERTO DANIEL MARÍ CABRERA	LAS PARTES ESTABLECEN LAS CONDICIONES PARA IMPLEMENTAR EN CONJUNTO UN SERVICIO DE CAFETERÍA EN EL CENTRO DE ATENCIÓN AL VISITANTE DEL JARDÍN BOTÁNICO REGIONAL "ROGER ORELLANA" DONDE EL CICY APORTARÁ LAS INSTALACIONES Y ESPACIOS Y "EL COLABORADOR" SE ENCARGARÁ DE LA OPERACIÓN DE LA CAFETERÍA Y DE LA PROMOCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS DEL JBR-RO, TODO LO CUAL EN ARAS DE FORTALECER EL VÍNCULO ENTRE LA COMUNIDAD, LA NATURALEZA Y EL CONOCIMIENTO	X		



28	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN	DR. RAÚL TAPIA TUSSELL	SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, RURAL Y PESCA DE QUINTANA ROO	ESTABLECER LAS BASES DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA ENTRE LAS PARTES, QUE PERMITAN LLEVAR A CABO ACTIVIDADES CONJUNTAS EN EL ÁMBITO DE SU COMPETENCIA Y SUS ATRIBUCIONES TENDIENTES A MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y EL DESARROLLO EN MATERIA AGRÍCOLA, MISMAS QUE SE SUJETARÁN A LOS COMPROMISOS Y TÉRMINOS QUE SE ESTABLEZCAN EN LOS CONVENIOS ESPECÍFICOS QUE DE ESTE INSTRUMENTO EMANEN.	X		
29	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN	MTRA. VANESSA BURGOS	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS	ESTABLECER LAS LÍNEAS PRINCIPALES Y MECANISMOS DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL, PARA AUNAR ESFUERZOS EN ACCIONES DE INTERÉS RECÍPROCO EN EL ÁMBITO DE SUS COMPETENCIAS Y FUNCIONES	X		
30	CONTRATO DE COMODATO	MTR. MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ BARRERA	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL	ENTREGAR EN COMODATO LOS BIENES QUE SE DESCRIBEN, COMO CONTINUACIÓN DEL PROYECTO DE LA MILPA MAYA	X		
31	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN ACADÉMICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	DRA. DANIELA ESPERANZA PACHECO CATALÁN	UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA, CHILE	UNIR ESFUERZOS PARA ORGANIZAR Y DESARROLLAR ACTIVIDADES Y PROYECTOS ACADÉMICOS, CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS EN EL ÁMBITO DE SUS COMPETENCIAS, ASÍ COMO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN, DE INTERÉS PARA AMBAS INSTITUCIONES	X		
32	CONVENIO DE COLABORACIÓN EN MATERIA EDUCATIVA, PROMOCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	DR. ANTONIO ALMAZÁN BECERRIL	H. AYUNTAMIENTO DE BENITO JUÁREZ	ESTABLECER LAS BASES DE COLABORACIÓN EN ACTIVIDADES DE MUTUO INTERÉS POR SU TRASCENDENCIA SOCIAL, CIENTÍFICA Y EDUCATIVA. DE MANERA ENUNCIATIVA MÁS NO LIMITATIVA, EL PRESENTE INSTRUMENTO TIENE COMO OBJETIVO GENERAL IMPULSAR EL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN Y PERSPECTIVAS, ASÍ COMO LA GESTIÓN CONJUNTA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN EL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO, PARTICULARMENTE, EN LAS ÁREAS DE RECURSOS NATURALES, BIODIVERSIDAD Y LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN, CON		X	



				ESPECIAL ATENCIÓN AL RECURSO HÍDRICO DEL MUNICIPIO.			
33	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN ACADÉMICA Y CIENTÍFICA		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN	UNIR ESFUERZOS PARA ORGANIZAR Y DESARROLLAR ACTIVIDADES Y PROYECTOS ACADÉMICOS EN EL ÁMBITO DE SUS CIOMPETENCIAS, ASÍ COMO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN E INTERÉS PARA AMBAS INSTITUCIONES	X		
34	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN	MTRA. VANESSA BURGOS	CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN DEL ESTADO DE YUCATÁN	ESTABLECER LAS BASES DE COLABORACIÓN ENTRE "LAS PARTES" PARA QUE, A TRAVÉS DE LA DIFUSIÓN Y PROMOCIÓN DE LOS SERVICIOS, INNOVACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS DE "EL CICY" ENTRE LOS MIEMBROS Y ASOCIADOS DE "CANACINTRA" SE PUEDAN LLEVAR A CABO PROYECTOS Y CONVENIOS ESPECÍFICOS EN ÁREAS DE INTERÉS DE "LAS PARTES", EN BENEFICIO DE LA SOCIEDAD	X		
35	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO "DIAGNÓSTICO Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CAÑA DE AZÚCAR EN OTHÓN BLANCO, QUINTANA ROO"	ING. RODOLFO MARTÍN MEX	SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, RURAL Y PESCA DE QUINTANA ROO	ESTABLECER LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES DE COLABORACIÓN ENTRE "EL CICY" Y "LA SEDARPE" PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO "DIAGNÓSTICO Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CAÑA DE AZÚCAR EN OTHÓN BLANCO, QUINTANA ROO", EN ADELANTE, "EL PROEYCTO", ESTO CON LA FINALIDAD DE OTORGAR SOPORTE TÉCNICO A LAS PERSONAS PRODUCTORAS DE CAÑA DE AZÚCAR DEL ESTADO DE QUINTANA ROO U CON ELLOS HACER MÁS EFICIENTE EL MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES QUE AFECTAN LAS PLANTACIONES COMERCIALES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.	X		



36	CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN	DR. GILBERTO ACOSTA GONZÁLEZ	CENTINELAS DEL AGUA, A.C.	COLABORAR PARA DESARROLLAR, EN CONJUNTO, TRABAJOS E INVESTIGACIONES ENCAMINADOS A GENERAR INFORMACIÓN CIENTÍFICA QUE CONTRIBUYA AL CONOCIMIENTO Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA REGIÓN DE LA LAGUNA DE YALAHAU Y LA ZONA COSTERA DE HOLBOX, DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN EL PROYECTO DENOMINADO "FORTALECIMIENTO DE COOPERATIVAS PESQUERAS DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA (APFF)N YUM BALN EN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA DE LA LAGUNA YALAHAU".		X	
37	CONVENIO GENERAL DE COLABORACIÓN ACADÉMICA Y CIENTÍFICA	DR. MANUEL AGUILAR VEGA	TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TIANGUISTENCO	UNIR ESFUERZOS PARA ORGANIZAR Y DESARROLLAR ACTIVIDADES Y PROYECTOS ACADÉMICOS EN EL ÁMBITO DE SUS COMPETENCIAS, ASÍ COMO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE INTERÉS PARA AMBAS PARTES.	X		
38	CONVENIO DE CONCERTACIÓN DE ACCIONES EN EL MARCO DEL PROGRAMA "INCLUSIÓN PRODUCTIVA" EN SU PROYECTO "EMPRENDER CONTIGO" PARA EL EJERCICIO FISCAL 2025, PARA FOMENTAR EL PROYECTO PRODUCTIVO DE APROVECHAMIENTO DE LA PALMA JIPI PARA EL BIENESTAR SOCIAL	DR. FULGENCIO ALATORRE COBOS	SECRETARÍA DE BIENESTAR DEL PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE CAMPECHE	ESTABLECER LAS BASES Y EL MECANISMO DE CONCERTACIÓN DE ACCIONES, PARA QUE "LAS PARTES" COORDINEN ESFUERZOS EN BENEFICIO DE LAS PERSONAS, LAS FAMILIAS Y LOS GRUPOS SOCIALES VULNERABLES, A TRAVÉS DE LA VINCULACIÓN Y LA OFERTA DE CAPACITACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN TÉCNICA, CON LA FINALIDAD DE GENERAR MEJORES OPORTUNIDADES DE VIDA Y BIENESTAR MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE PALMA JIPI Y EL OTROGAMIENTO DE APOYOS DIRECTOS DE ACUERDO CON EL PROGRAMA "INCLUSIÓN PRODUCTIVA" EN SU PROYECTO "EMPRENDER CONTIGO".	X		



Ciencia y Tecnología | CICY

Ciencia y Tecnología | CICY

La ciencia y la industria unen esfuerzo para el desarrollo de Yucatán

Canacintra Yucatán y CICY firman convenio de colaboración



#Orgullo CICY

Trabajo en equipo en pro del medio ambiente de Cancún

Firman convenio CICY y Ayuntamiento de Benito Juárez



#Orgullo CICY



Figura 74. Firma de convenios de colaboración estratégicos en la Península de Yucatán

3.3 Transferencia de tecnología, derechos de autor

La gestión de los activos de propiedad intelectual del CICY es llevada a cabo por la Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual (OPPI) de la Dirección de Gestión Tecnológica (DGT). Actualmente, el Centro cuenta con un portafolio de patentes en diversas áreas, incluyendo agrobiotecnología, energía renovable, materiales compuestos, composiciones farmacéuticas, electrónica y tratamiento de agua.

Durante el primer semestre de este año 2025, la propiedad industrial generada en el centro consta de lo siguiente: se otorgaron 6 títulos de patentes nacionales (ver tabla 13), dentro de estos registros se encuentra la patente MX 421614 B titulada "Factores de transcripción aislados de carga papaya y su aplicación para obtener plantas tolerantes a temperaturas extremas". Esta patente consiste en una herramienta biotecnológica con gran potencial de transferencia ya que les confiere a las plantas tolerancia a estrés abiótico, especialmente a altas y bajas temperaturas, esta tecnología es de gran importancia para las actividades agroeconómicas de la región. Cabe mencionar que, actualmente hay 8 solicitudes en examen de fondo, por lo que se espera contar con al menos 2 títulos más otorgados a final de año.



Es pertinente señalar que se ingresaron 2 solicitudes de patentes nacionales al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), (ver tabla 14) la solicitud MX/a/2025/015526 relacionada con la electromovilidad, la cual se refiere a un vehículo eléctrico que incorpora más de una fuente de energía renovable como la energía fotovoltaica y almacenamiento electroquímico. La solicitud MX/a/2025/003443 que fue solicitada en alianza con el Tecnológico de Champotón, relacionada con el aprovechamiento de bagazo de caña para obtener carbón activado y usarlo en nanofiltración.

Por otra parte, la OPPI durante este periodo ha impartido pláticas de propiedad intelectual a universidades y ha brindado servicios a la Industria, como en la búsqueda fonética y figurativa de marcas, y su posterior registro. También ha asesorado a empresarios en la búsqueda del estado del arte, y en la redacción de su patente.

Con respecto al derecho de autor, se ha gestionado la renovación de la reserva de derechos al uso exclusivo “Desde el herbario CICY”, publicación periódica donde se publican ensayos sobre especies vegetales.

La tendencia del Centro en el tiempo en cuestión de propiedad intelectual es creciente, como se observa en la (Figura 75). Hasta el primer semestre de 2025, el CICY cuenta con un portafolio de 47 patentes que ha conseguido a lo largo de estos años. Su impacto a nivel nacional e internacional se ve reforzado también por su cartera de patentes, ya que el CICY tiene patentes en países como Colombia, Chile, Perú, Brasil y Estados Unidos, como se observa en la (Figura 76). Por otra parte, a nivel estatal, el centro participa activamente en la contribución a la producción estatal de patentes, como se muestra en la (Figura 77).

Tabla 13. Títulos de Patentes concedidas entre enero y junio de 2025.

Número	Fecha de Concesión	Número de Registro	Título de la Invención
1	12/02/ 2025	MX 421614	FACTORES DE TRANSCRIPCIÓN AISLADOS DE CARICA PAPAYA Y SU APLICACIÓN PARA OBTENER PLANTAS TOLERANTES A TEMPERATURAS EXTREMAS
2	18/03/2025	MX 422848	EXTRACTO DE <i>Alvaradoa amorphoides</i> , MÉTODO DE OBTENCIÓN Y USO EN EL TRATAMIENTO DE CÁNCER.
3	28/04/2025	MX 426688	MEMBRANA CATALÍTICA COMPUESTA PARA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL



4	16/05/2025	MX424623	DITERPENOS DEL TIPO MULINANO EN EL TRATAMIENTO DE TUBERCULOSIS RESISTENTE A FÁRMACOS.
5	20/05/2025	MX 424176	TURBINA HÍBRIDA CON AUTOARRANQUE PARA LA EXTRACCIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE CORRIENTES DE FLUJO DE AGUA O AIRE
6	23/06/2025	MX 426706	SISTEMA DE ELECTROLUMINISCENCIA DE ALTA SENSIBILIDAD PARA INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE CELDAS Y PANELES FOTOVOLTAICOS.

Tabla 14. Solicitudes de Patentes en el periodo de enero a junio de 2025

Fecha	Número de solicitud	Título de la Invención
12/05/2025	MX/a/2025/005533	Solicitud de Patente: "SISTEMA DE PROPULSION ELÉCTRICA PARA VEHÍCULO ALIMENTADO POR MULTIFUENTES DE ENERGIA RENOVABLE
24/03/2025	MX/a/2025/003443	Solicitud de Patente: PROCESO DE CARBONIZACIÓN DE CELULOSA DE BAGAZO INDUSTRIAL DE CAÑA DE AZÚCAR PARA LA OBTENCIÓN DE MESOPOROS PARA DIVERSAS APLICACIONES INDUSTRIALES

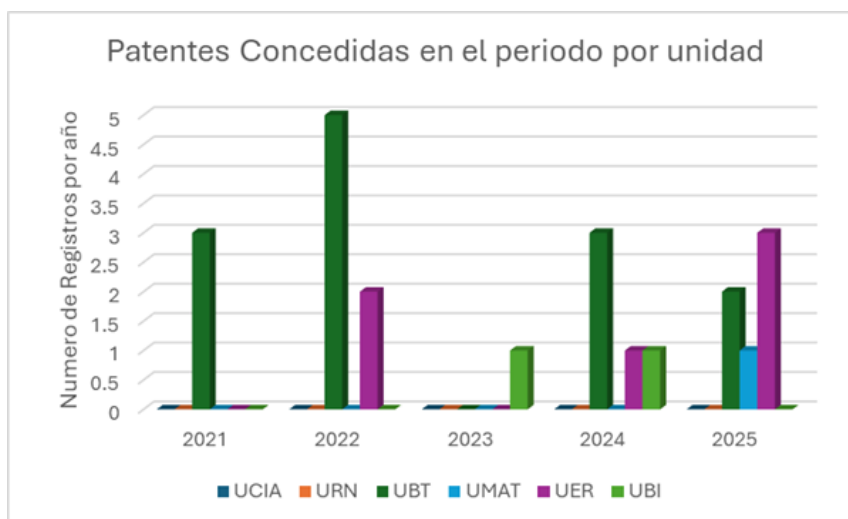


Figura 75. Patentes concedidas por unidad en los últimos años.

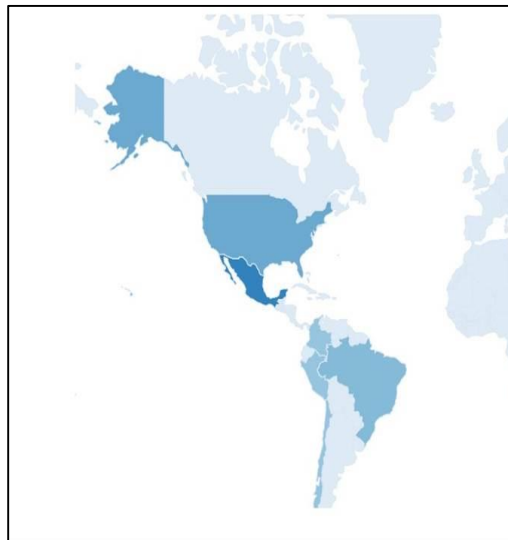


Figura 76. Países donde el Centro de Investigación Científica de Yucatán cuenta con patentes otorgadas.

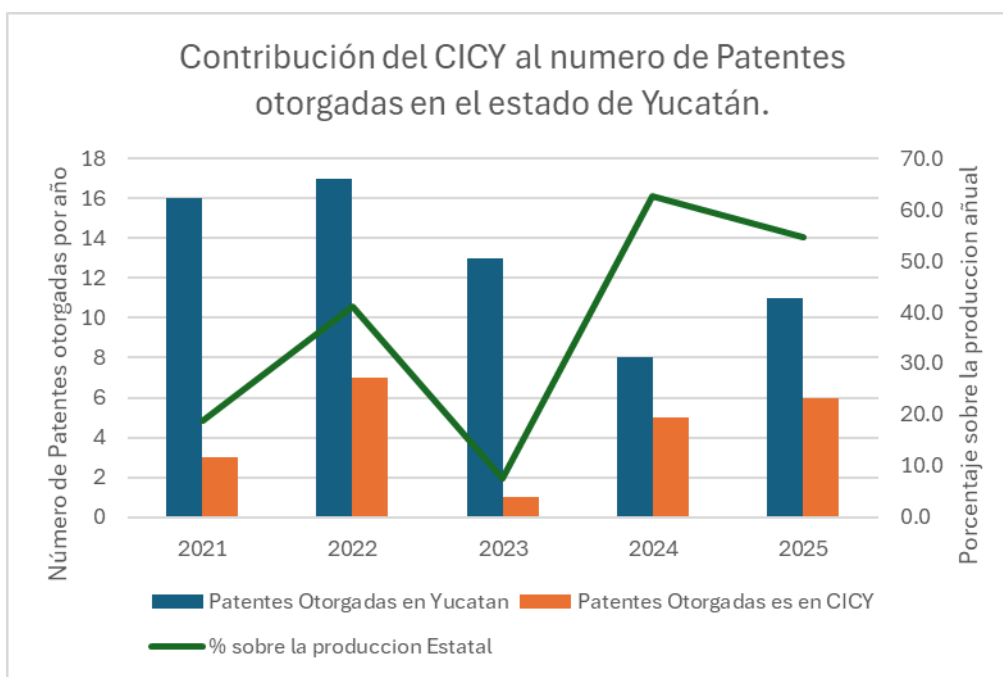


Figura 77. Comparativo del estatus del número de patentes otorgadas en Yucatán y el CICY en los últimos 5 años.

Nuestro Centro de investigación repercutido en un 37% en promedio de la producción estatal en los últimos años.



3.4 Portafolio de proyectos del Centro

A inicios del presente año se realizó una actualización de los proyectos de la cartera, observando que **16** de los proyectos reportados en el 2024 habían concluido o no presentaban avances relevantes en los últimos años, por lo que fueron dados de baja, lo anterior para dar prioridad a aquellos proyectos con mayor demanda y potencial de transferencia. Los proyectos dados de baja podrán ser reintegrados a la cartera cuando las condiciones para continuar su maduración sean propicias o exista una demanda del mercado por dicho proyecto. Derivado de ello los proyectos de desarrollo tecnológico que se contemplan en el portafolio de proyectos tecnológicos de la DGT suman un total de 40, los cuales han sido registrados en este portafolio debido a su potencial de transferencia o a que dichos proyectos han tenido algún interés por parte del sector productivo o social, así como clasificados de acuerdo al semáforo que indica el estatus de los desarrollos tecnológicos (Tabla 15).

Tabla 15. Tecnologías con potencial de transferencia que conforman el portafolio de la Dirección de Gestión Tecnológica.

Clave de proyecto	Nombre del proyecto
CP-001	El uso de fibrilarina como ribonucleasa en organismos eucariontes
CP-002	Defensina recombinante J1 como péptido antimicrobiano
CP-003	Mejoramiento genético de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jap.) Híbridos
CP-004	Mejoramiento genético de chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jap.) - Semillas
CP-005	Nanofertilizante
CP-006	Escrutinio, expresión y caracterización de lipasas microbianas.
CP-007	Dispositivo Base soporte para la multiplicación in vitro de plantas
CP-008	Promotor inducible del Gen CrGPDH3 de <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> y uso para la expresión de proteínas recombinantes
CP-009	Micropropagación de Cocotero por inflorescencia
CP-010	Evaluar potencial productivo de Kanput y Chakput
CP-011	Garrapaticida. Composición farmacéutica que comprende un extracto estandarizado de <i>Lonchocarpus longistylus</i> como control natural larvicida e inhibidor de la eclosión de larvas de garrapata



	<i>rhipicephallus</i> (Boophilus) microplus susceptibles y resistentes a organofosforados, piretroides y amidinas
CP-012	Sistemas de micropropagación de plantas hermafroditas de papaya (<i>Carica papaya</i>) maradol
CP-013	Factores de transcripción aislados de <i>Carica papaya</i> y su aplicación para obtener plantas tolerantes a temperaturas extremas
CP-014	Micropropagación por embriogénesis somática de cocotero
CP-015	Micropropagación a escala de Henequén <i>Agave fourcroydes</i> Lem.
CP-016	Micropropagación de agaves mezcaleros para contrarrestar el desabasto de plantas para la producción de mezcal
CP-017	Diseño no convencional de una mili celda de combustible tipo PEM
CP-018	Producción de etanol a partir del árbol del ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>)
CP-019	Proceso para la obtención de bioturbosina (SKA) a partir de bioetanol
CP-020	Estación móvil marina (Cheem kiin I) de generación de energía empleando un generador tidal y generadores solares.
CP-021	Fosa Séptica con un Stack de celdas de combustible microbiana para el tratamiento y obtención de energía renovable en casa habitación.
CP-022	Trial-UM Laminado Sandwich posformable con núcleo de material reciclado
CP-023	Madera Plástica
CP-024	Termistor
CP-025	Turbina híbrida con autoarranque R.D.C.(THARDC)
CP-026	Sistema de transmisión de energía inalámbrica empleando un inversor tipo heric (STEH)
CP-027	Usos de los extractos botánicos de <i>Alseis yucatanensis</i> en el control de parásitos de cultivos agrícolas
CP-028	Módulo de membranas de fibras huecas para separación de gases
CP-029	Mezcla de esteroides para su uso preventivo en el tratamiento de influenza AH1N1
CP-030	Reactor de laboratorio de lecho fijo con configuración ajustable.



CP-031	Sistema de Electroluminiscencia de Alta Sensibilidad, basado en Esquema Lock-in y Transformada de Fourier Temporal, Para Inspección y Diagnóstico de Celdas y Paneles Fotovoltaicos"
CP-032	Proceso de obtención de harina de ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>) de uso comestible
CP-033	Sistema agrobiotecnológico para la micropropagación y el establecimiento en campo de vitroplantas de Piña.
CP-034	Medio de Cultivo para Microorganismos a partir de harina de ramón (<i>Bromisum Alicastrum</i>)"
CP-035	Impulso bio-sustentable a la cadena de valor de las artesanías de jipi japa, mediante el aprovechamiento de la afluencia turística que brindará el proyecto "Tren Maya" en la Península de Yucatán: ETAPA 1. DIAGNÓSTICO DEL Estado actual de las artesanías de jipi japa y avances experimentales iniciales dirigidos hacia la sostenibilidad de esta actividad
CP-036	Uso de naftoquinonas para el tratamiento de la influenza
CP-037	Circuito electrónico para cosecha de energía de fuentes de ultra baja potencia
CP-038	Obtención de colágena de la medusa <i>Cassiopea Andromeda</i> y sus aplicaciones en la ingeniería de tejidos
CP-039	Material Polimérico con actividad anticancerígena y antimicrobiana
CP-040	Proceso oxidativo para la reducción de metales y deslignificación de <i>Sargassum spp.</i>

De los 40 proyectos, 25 se encuentran en el estatus de desarrollo con retos y 6 se encuentran detenidos. El resto de ellos están en un estatus de desarrollo sin retos (Tabla 16).

Tabla 16. Resumen del estatus de proyectos de acuerdo con el semáforo

Estatus	No. Total de proyectos
Detenido o cancelado	6



En desarrollo sin retos	9
En desarrollo con retos	25

Aquellos proyectos que se encuentran con estatus “verde” son aquellos cuyos resultados de investigación ya han sido aplicados o que son factibles de ser transferidos tal y como se encuentran. Aquellos en “amarillo” son proyectos en desarrollo y para los cuáles hace falta realizar más investigación o escalar a otros niveles. Finalmente, aquellos proyectos en “rojo” se encuentran detenidos, su avance no ha podido ser posible derivado de la falta de financiación o a que estos no han presentado una demanda o posible vinculación para realizar su transferencia, sin embargo, si presentan potencial de mercado.

Para identificar en qué nivel de TRL se encuentra un proyecto se tomaron en cuenta los criterios que proporciona la Guía para el Diagnóstico del Nivel de Madurez Tecnológica, publicado por la Secihti.

Respecto a los proyectos que avanzan del ámbito de la ciencia (1-4) al del desarrollo tecnológico e innovación (5-9), es importante mencionar que la Dirección de Gestión Tecnológica ha apoyado para la maduración de dichos proyectos a través de diversas estrategias, una de ellas es mediante la incursión de las tecnologías derivadas de dichos proyectos en programas de emprendimiento o aceleración, para incrementar su desarrollo tecnológico con la finalidad de propiciar su transferencia. Los investigadores líderes de la tecnología titulada “Sistema de electroluminiscencia de alta sensibilidad para inspección de celdas y paneles solares” (CP-031) desarrollada en la Unidad de Energía Renovable se encuentra en un programa de aceleración organizado por Parque TecniA de la Universidad Anáhuac Mayab; en el marco de este programa se busca preparar a los investigadores para obtener financiamiento, vinculaciones estratégicas y establecer las bases para el emprendimiento científico a través de la conformación de una empresa de base científica y tecnológica.

En lo que corresponde a programas de emprendimiento, durante este primer semestre del año 3 tecnologías ingresaron al programa de aceleración Deep Tech de la RedOTT México, el cual tiene como finalidad preparar a los participantes en la elaboración de pitch para su presentación ante inversionistas, los proyectos de la cartera que están dentro de este programa son (CP-017) Diseño no convencional de



una mili celda de combustible tipo PEM y (CP-040) Proceso oxidativo para la reducción de metales y deslignificación de *Sargassum* spp, además del proyecto Microencapsulado a base de *Chrysophyllum cainito* y su uso en la alimentación funcional, el cual está por ingresar a la cartera.

Para la preparación de los estudiantes que participan en dicho programa, la OTT ha brindado apoyo para reforzar los conocimientos adquiridos, así como ha llevado a cabo una serie de entrevistas, mediante la metodología “*Customer Discovery*” para identificar su potencial de mercado (Figura 78). Para el proyecto CP-017 se ha realizado una entrevista a una empresa transnacional dedicada a la producción de celdas PEM industriales, para la tecnología CP-040 se han realizado 3 entrevistas con diferentes actores de la cadena de valor, dos de ellos dedicados a la recolección de sargazo y uno dedicado a la fabricación de un producto a partir de sargazo. Para la tecnología del Microencapsulado a base de *Chrysophyllum cainito*, se han realizado 2 entrevistas ambas a fabricantes de bebidas a base de frutas.

Por otro lado, la tecnología “Biomoléculas para el campo contra cambio climático” desarrollada en la Unidad de Biotecnología, concluyó su participación en el programa FARO de Grupo Bimbo, aunque la tecnología no logró su presentación ante los Directivos de dicho consorcio, se logró avanzar en la definición de una ruta tecnológica, así como establecer el financiamiento requerido para las siguientes etapas de maduración.

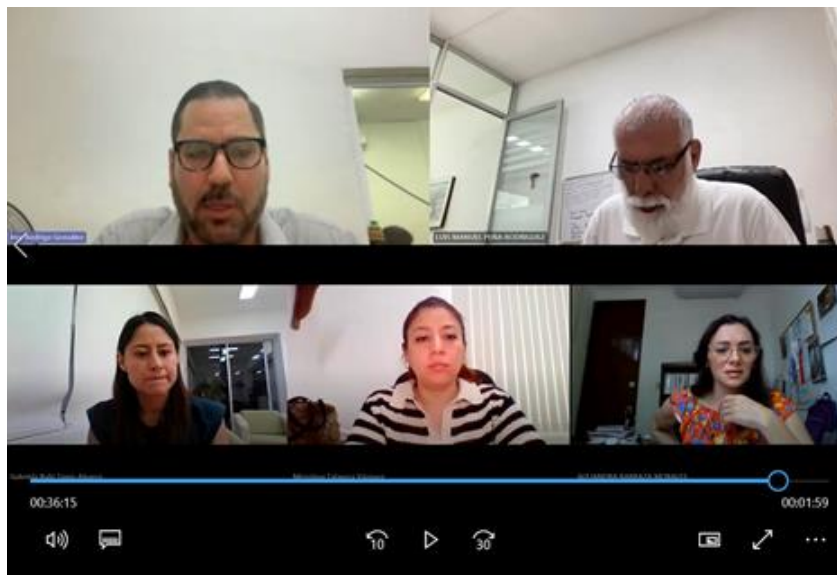


Figura 78. Equipo de la OTT realizando una entrevista y siguiendo la metodología “*Customer Discovery*”.



Es importante destacar la participación en los programas NODESS (Nodos de Impulso a la Economía Social y Solidaria) que ha permitido la interacción de los diferentes actores de la pentahélice, donde el CICY ha aplicado varios proyectos de la cartera en particular aquellos relacionados con el mejoramiento genético de chile habanero (CP-003 y CP-004), los proyectos de cocotero (CP-009 y CP-014), así como el de palma Jipi-Japa (CP-035); con los proyectos bajo este programa se ha beneficiado a varias comunidades y productores tanto a nivel regional como nacional.

Otra de las estrategias canalizadas a través de la DGT del CICY ha sido el apoyo brindado para la transferencia de tecnologías de nuestras áreas de investigación a nuestras áreas productivas como la Biofábrica “Manuel L. Robert”, que han permitido la puesta en práctica de diversos protocolos de micropropagación, en este primer semestre se está preparando el material y protocolos requeridos para el escalamiento de la micropropagación de diversas variedades de banano como son: FHIA-01 (*Goldfinger*), *Kluai Namwa Khom*, *Tani*, Bárbaro, Manzano y Pome, tecnología desarrollada en la Unidad de Biotecnología por el grupo de investigación del Dr. Santy Peraza, se espera que dicha transferencia de materiales se realice a principios del segundo semestre.

3.5 Patentes licenciadas


Respecto a los licenciamientos, es importante mencionar que una empresa extranjera, DeeJay Group, retomó comunicación con la OTT para la transferencia de la tecnología de cocotero (CP-009), derivado de ello se realizó la valuación de la tecnología y se propuso a la empresa un esquema general de licenciamiento.

3.6 Convenios o actividades de gestión tecnológica con impacto social-territorial

A través de la coordinación de la Oficina de Vinculación de Bienes y Servicios (OVBS), el área de Inteligencia de Mercado, la Unidad Productora de Semillas, la Unidad de Biología Integrativa, en conjunto con los miembros de las alianzas voluntarias que conforman los Nodos para el Impulso de la Economía Social y Solidaria (NODESS), se logró la reacreditación de los 3 NODESS en donde el CICY está participando como parte del órgano rector; 1) NODESS iik habanero, destinado a fortalecer la cadena de valor de chile habanero de gran relevancia en la región; 2) NODESS CocoSan, para el fortalecimiento de los productores de cocotero en temas de comercialización en la



comunidad de San Marcos en el estado de Guerrero; 3) NODESS “Camino Real tejiendo jipi japa” para apoyar a resolver las problemáticas de toda la cadena de valor de estas artesanías. Esta reacreditación permite que el INAES reconozca la continuidad de esta iniciativa como parte de la Red Nacional de Nodos para el Impulso de la Economía Social y Solidaria, lo cual permitirá continuar realizando acciones para el beneficio de las comunidades. (Figura 79).



Dirección General del Instituto Nacional de la Economía Social
Ciudad de México, a 30 de Julio de 2025

Asunto: Acreditación de NODESS
Folio de registro: N122000001

CooSan
Estado de GUERRERO
PRESENTE

Felicidades el tiempo, el compromiso y el esfuerzo dedicado para responder los reactivos del sistema de actualización de información para conocer el estado de su NODESS.


La información amablemente proporcionada por ustedes en las cuatro secciones (Datos del NODESS; Gobernanza, inter-cooperación y resultados; Acciones del NODESS y Fortalecimiento del NODESS), permitirá el diseño de nuevos mecanismos para coordinar, fortalecer y acompañar las acciones del NODESS, con el propósito de potenciar su intervención en el desarrollo del ecosistema de economía social y solidaria en su territorio.

En este contexto, el INAES reconoce la continuidad del CooSan como parte de la Red Nacional de Nodos para el Impulso de la Economía Social y Solidaria bajo el Folio de registro: N122000001 cuya labor se encuentra en GUERRERO, SAN MARCOS.

Agradecemos también la revisión y actualización de datos de los aliados que integran el NODESS CooSan, y se reconocen a continuación:

Actor	Tipo de instancia
PRESENCIA BIENESTAR LOS 32 AYUNTAMIENTOS DE SAN MARCOS	Instancia de Gobierno (Instituciones parastatales o empresas de naturaleza) / Cooperativas
Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.	Institución de Educación
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SAN MARCOS	Institución de Educación
Comandancia Estatal de San Marcos	Organismo del Sector Social de la Comunidad

2025 La Mujer Indígena
2do Consejo de Gobierno (Derriguel) 40, Cal. Del Carmen, 04100 Ciudad de México. Tel: (55) 5554 5300 www.gob.mx/bienestar



Dirección General del Instituto Nacional de la Economía Social
Ciudad de México, a 18 de Agosto de 2025

Asunto: Acreditación de NODESS
Folio de registro: N121000033

NODESS uk hahusero
Estado de YUCATÁN
PRESENTE

Felicidades el tiempo, el compromiso y el esfuerzo dedicado para responder los reactivos del sistema de actualización de información para conocer el estado de su NODESS.


La información amablemente proporcionada por ustedes en las cuatro secciones (Datos del NODESS; Gobernanza, inter-cooperación y resultados; Acciones del NODESS y Fortalecimiento del NODESS), permitirá el diseño de nuevos mecanismos para coordinar, fortalecer y acompañar las acciones del NODESS, con el propósito de potenciar su intervención en el desarrollo del ecosistema de economía social y solidaria en su territorio.

En este contexto, el INAES reconoce la continuidad del NODESS uk hahusero como parte de la Red Nacional de Nodos para el Impulso de la Economía Social y Solidaria bajo el Folio de registro: N121000033 cuya labor se encuentra en YUCATÁN: CHEMAX, TEXÁN.

Agradecemos también la revisión y actualización de datos de los aliados que integran el NODESS NODESS uk hahusero, y se reconocen a continuación:

Actor	Tipo de instancia

2025 La Mujer Indígena
2do Consejo de Gobierno (Derriguel) 40, Cal. Del Carmen, 04100 Ciudad de México. Tel: (55) 5554 5300 www.gob.mx/bienestar



Dirección General del Instituto Nacional de la Economía Social
Ciudad de México, a 10 de Junio de 2025

Asunto: Acreditación de NODESS
Folio de registro: N042000005

Camino Real Tejiendo Jipi Japa
Estado de CAMPECHE
PRESENTE

Felicidades el tiempo, el compromiso y el esfuerzo dedicado para responder los reactivos del sistema de actualización de información para conocer el estado de su NODESS.

La información amablemente proporcionada por ustedes en las cuatro secciones (Datos del NODESS; Gobernanza, inter-cooperación y resultados; Acciones del NODESS y Fortalecimiento del NODESS), permitirá el diseño de nuevos mecanismos para coordinar, fortalecer y acompañar las acciones del NODESS, con el propósito de potenciar su intervención en el desarrollo del ecosistema de economía social y solidaria en su territorio.

En este contexto, el INAES reconoce la continuidad del Camino Real Tejiendo Jipi Japa como parte de la Red Nacional de Nodos para el Impulso de la Economía Social y Solidaria bajo el Folio de registro: N042000005 cuya labor se encuentra en CAMPECHE: CALK'INÉ, YUCATÁN: HALACHO.

Agradecemos también la revisión y actualización de datos de los aliados que integran el NODESS Camino Real Tejiendo Jipi Japa, y se reconocen a continuación:

Actor	Tipo de instancia
Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado de Campeche	Instancia de Gobierno (Instituciones parastatales o empresas de naturaleza) / Cooperativas
Centro de Investigación Científica de Yucatán	Institución de Educación
Instituto Tecnológico Superior de Calixtlahuacán	Institución de Educación
EDUCACIÓN SANTA CRUZ	Organismo del Sector Social de la Comunidad

2025 La Mujer Indígena
2do Consejo de Gobierno (Derriguel) 40, Cal. Del Carmen, 04100 Ciudad de México. Tel: (55) 5554 5300 www.gob.mx/bienestar

Figura 79. Constancias de Reacreditación de los NODESS



3.7 Vinculación de la Propiedad intelectual con la atención a problemas nacionales prioritarios

El CICY, es un referente a nivel regional en la península de Yucatán como centro de investigación, ha otorgado diversos servicios de asesoría en cuestión de propiedad intelectual en Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Actualmente, el Centro tiene convenio con la Universidad Autónoma de Yucatán para brindar asesoría y seguimiento en este tema de patentes. Por otra parte la vinculación con sectores de la industria es importante para nuestro centro de investigación, así como la vinculación con el gobierno de México, en este sentido la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) ha convocado a las Instituciones de Educación Superior (IES), Centros Públicos de Investigación (CPIs), institutos tecnológicos, micro y pequeñas empresas de base científica y tecnológica, y personas físicas dedicadas al desarrollo tecnológico e innovación a participar en la convocatoria de “Maduración de tecnologías, mejoramiento de la inventiva y retos tecnológicos para la atención de problemáticas nacionales prioritarias” en el cual 2 de nuestras tecnologías con patentes han sido seleccionadas.

3.8 Transferencia Tecnológica

Transferencia tecnológica en cultivos de interés comercial (agaves, cafeto, cocotero, banano, henequén, chile habanero, achiote) a través de Unidad Productora de Semillas y Biofábrica:

Durante el primer semestre del 2025, se realizó la validación en campo de 4 variedades de semillas de chile habanero: Mayan Ba'alché, Kisin, Mayan K'iin y Mayan Chac. Cuyo objetivo principal fue comprobar el comportamiento agronómico, el rendimiento y la adaptación de las variedades bajo las condiciones agroclimáticas de la zona oriente del estado de Yucatán. La validación se realizó en el marco de los convenios de colaboración firmados en años anteriores con 2 asociaciones de productores: Usuarios de Temozón, A.C. y Mu'uch Meyaj Laak'in Chemax, A.C., ambas integradas en las Asociaciones Civiles de Usuarios (ACU's) de los distritos de temporal de riego de la CONAGUA en la zona oriente. En conjunto, estas organizaciones representan a 74 productores, ubicados en los municipios de Temozón y Chemax, Yucatán (Figura 80).



Figura 80. Validación de las variedades de chile habanero en la zona oriente del estado de Yucatán (Chemax y Temozón).

Durante el mismo semestre se realizó el lanzamiento comercial de **dos nuevas variedades** de semillas de chile habanero: **Mayan K'iin®** y **Mayan Chac®**, el cual marcó el inicio de su disponibilidad en el mercado para los productores de la región, fortaleciendo la oferta de semillas de chile habanero mejoradas. Para respaldar este lanzamiento y posicionar a Mayan K'iin® y Mayan Chac® como nuevas alternativas productivas para los agricultores, se llevaron a cabo diversas estrategias de promoción y difusión en conjunto con el área de Inteligencia de Mercado, entre las que destacan:

- Campaña de difusión en medios de comunicación locales y regionales para dar a conocer las características y ventajas competitivas de las nuevas variedades (Figura 81).



Figura 81. Entrevistas en radio y diferentes medios.



- Boletines de prensa, como apoyo para dar a conocer a los medios de comunicación las ventajas de las variedades lanzadas al mercado y a través de ellos, generar el interés por parte de los productores.
- Participación de la UPS en distintos eventos para promoción y venta de semillas, lo que permitió establecer contacto directo con productores y usuarios interesados (Figura 82).



Figura 82. FILEY, Expo Foro Ambiental y Mercado Agroecológico.

En colaboración con la Oficina de Inteligencia de Mercado, se desarrollaron catálogos, que integran las características de las variedades de semillas de chile habanero disponibles. (Figura 83).



Figura 83. Catálogo de variedades de Semillas Chile Habanero

Se concretaron 160 ventas de semillas, alcanzando un monto de **\$42,650.00** pesos, así como un curso de capacitación "Manejo y conservación de semillas criollas" (10 de abril 2025) en el marco de Educación Continua del CICY y en colaboración con



GEMBIO, en el cual asistieron 10 participantes y representó un ingreso de recursos propios para la UPS por \$9,000.00 (Figura 84).



Figura 84. Curso de capacitación "Manejo y conservación de semillas criollas"

Por otra parte, se realizaron donaciones de semillas tanto al sector productivo como académico y se enlistan a continuación:

- Asociación de productores MA'-ALOB LU-UMIL NOHOL A.C. en Tekax: 16 gramos de Kisin®, 16 gramos de Mayan Ba'alché® y 16 gramos de Mayan Kiin®, con el objetivo de evaluar el rendimiento de las 4 variedades en la zona sur del estado de Yucatán (Figura 85).



Figura 85. Donación de 3 variedades de semillas a la asociación MA'-ALOB LU-UMIL NOHOL A.C.



- Unidad de Biología Integrativa (UBI), en el marco del proyecto de investigación Sistema SOS, posible mecanismo de extrusión de sodio citoplasmático en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense*): 100 gramos de Mayan Ba'alché®, 50 gramos de Mayan Kiin®.

En cuanto al impacto de la UPS derivado a las diferentes acciones realizadas en el semestre se ha beneficiado a **12 comunidades de Yucatán**, las cuales se mencionan a continuación:

1. Ayim, Tekax
2. Cukul, Mérida
3. Chemax
4. Cuzama
5. El escondido, Tzucacab
6. Hunuku, Temozón
7. Mac yam, Tekax
8. Sudzal, Tekax
9. Sudzal Chico, Tekax
10. Tekax
11. Temozón
12. Thacabo Calotmul

Con respecto al fortalecimiento de la infraestructura de la Unidad Productora de Semillas, durante el primer semestre se alcanzó un avance del 70% en la restauración de 9 invernaderos destinados a la producción de semillas (Figura 86). Asimismo, se iniciaron las labores de pintura y reparación de pisos del edificio principal de la Unidad, para mejorar las condiciones operativas y garantizar un espacio adecuado para el desarrollo de las actividades productivas (Figura 87).



Figura 86. Invernaderos restaurados en la UPS



Figura 87. Inicio de los trabajos de pintura de la fachada principal de la UPS.

Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”

Actualmente la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” del CICY se enfoca en la producción y comercialización de cultivos como banano y varias especies de agaves. Para diversificar los bienes vendibles de la Unidad, se evalúan cultivos de interés comercial para introducirlo, multiplicarlo y comercializarlo en los diferentes modelos.

Banano

A finales del 2024, se estableció una importante alianza con la Red de Viveros de Biodiversidad (REVIVE) del estado de Veracruz para la comercialización de 20,000 plantas *in vitro* de banano Enano, derivado de lo anterior, en el mes de enero se iniciaron las entregas de este material vegetal, realizando envíos de plantas de manera mensual. Hasta el momento, se han enviado **15,900** plantas *in vitro* de banano Enano y en los próximos meses se cumplirá con la entrega total de plantas (Figura 88)



Figura 88. Envío de plantas in vitro de banano a Red de Viveros de Biodiversidad (REVIVE).

Con respecto a la venta de bananos aclimatados, se vendieron 60 unidades de las cuales 50 fueron adquiridas por un viverista de Mérida y utilizadas para el establecimiento de un corredor verde en un parque de la ciudad, las restantes se adquirieron por otro cliente particular, de la misma localidad (Figura 89).

El 26 de junio, se realizó una visita al vivero REVIVE en la localidad en Coatepec, Jalapa Veracruz, para establecer estrategias del nuevo convenio de compraventa entre el CICY y REVIVE de diferentes variedades de plátanos (Figura 90).



Figura 89. Venta de plantas aclimatadas de banano: A) y B) Cliente viverista y C) Cliente particular



Figura 90. Visita del Ing. Gabriel Ojeda, responsable de la biofábrica a las instalaciones del vivero REVIVE en Xalapa, Veracruz.

Agaves

Con respecto a los cultivos de agaves, se cuenta con material *in vitro* de las especies: *Agave tequilana*, *Agave potatorum* y *Agave cupreata*. Los cultivos están en fases de multiplicación y de crecimiento. Además, se tienen bancos de biomasa *in vitro*, por lo que se cuenta con plantas disponibles para futuras ventas.

En fase de aclimatación, se cuenta con plantas de *Agave fourcroydes*, *Agave tequilana*, *Agave angustifolia*, *Agave americana*, *Agave potatorum* y *Agave cupreata*. Las cuatro primeras variedades se han comercializado, bajo el concepto de plantas ornamentales tipo *souvenirs*; en diversos eventos donde la Biofábrica ha participado (Figura 91).



Figura 91. Plantas aclimatadas tipo souvenirs de agaves

Actividades de promoción de la Biofábrica

En cumplimiento a la vocación de esta unidad de producción y comercialización se participó en los siguientes eventos:

Citar los nombres de los eventos y número de plantas vendidas y montos recaudados. Todo con viñetas y al final todas las imágenes.

Como parte de la participación de la Biofábrica, en la venta anual de plantas del Jardín Botánico Regional Roger Orellana (JBR-RO), se vendieron plantas ornamentales tipo "souvenirs" de las variedades de *A. fourcroydes*, *A. americana*, *A. angustifolia* y *A. tequilana* así como vitroplantas aclimatadas de banano (Figura 92).



Figura 92. Venta de plantas de agaves tipo "souvenirs" y de banano durante la venta anual de plantas del JBR-RO.

También, se participó en el *stand* Institucional que se estableció en la Feria Internacional de la Lectura Yucatán 2025 (FILEY). Dentro del marco de este evento, se



presentaron actividades demostrativas cuya finalidad consistió en divulgar los procesos que se llevan a cabo en la unidad para la producción y escalamiento de plantas *in vitro* elite (Figura 93).



Figura 93. Participación de la Biofábrica en la FILEY 2025

Además, el mes de abril se asistió al Festival de Coco celebrado en Progreso; en el cual personal técnico de la Biofábrica exhibió los cultivos micropropagados de coco y explicó la tecnología empleada para la generación del material *in vitro*, así mismo se vendieron plantas de cocotero (Figura 94).



Figura 94. Festival de Coco en Progreso

Posteriormente, la Biofábrica estuvo presente en *stand* Institucional de la 9° Expo Foro Ambiental, evento organizado por la Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo de Mérida (Canaco Servytur Mérida). A través de este espacio se difundieron las actividades que se llevan a cabo en la Unidad a la par que se comercializaron plantas ornamentales de agaves *souvenirs* y plantas de banano variedad Enano (Figura 95).



Figura 95. Presencia de la Biofábrica en el stand institucional en la 9° Expo Foro Ambiental

Como parte de los eventos organizados por el CICY se participó en la primera edición del Mercado Agroecológico, donde se realizó la venta de plantas ornamentales de agaves y de banano producidas en la Unidad (Figura 96).



Figura 96. Venta de plantas producidas en la Biofábrica en el evento del Mercadito Agroecológico.



Como resultado de las ventas realizadas en el primer semestre del año 2025, se alcanzaron ingresos de **\$146,070.00** pesos, correspondientes a cultivos Vitroplanta de banano *in vitro* (\$127,320); Vitroplantas aclimatadas de banano (\$9,880); Plantas ornamentales de agave tipo souvenirs (\$8,270) y Vitroplanta aclimatada de coco (\$600).

Visitas estudiantiles a la Unidad

En este semestre, la Biofábrica recibió la visita de un grupo de estudiantes de la Unidad Regional Universitaria Sur Sureste, de la Universidad Autónoma Chapingo, quienes realizaron un recorrido por las instalaciones a cargo del personal técnico y conocieron el proceso de producción de plantas elite a través del uso de técnicas de cultivo *in vitro* así como aspectos relacionados con las formas de comercialización de las vitroplantas (Figura 97).

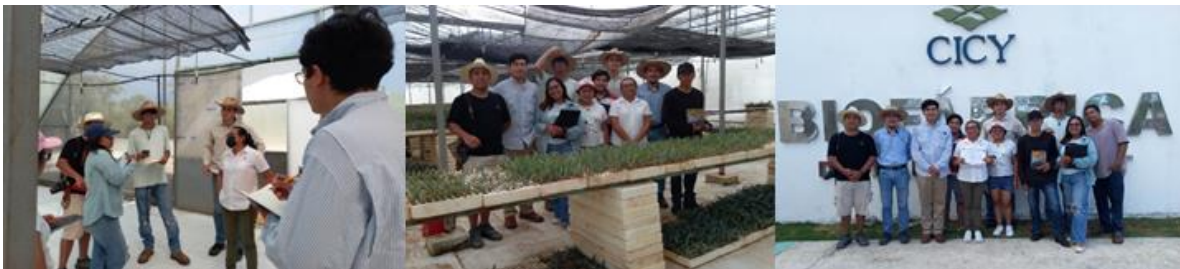


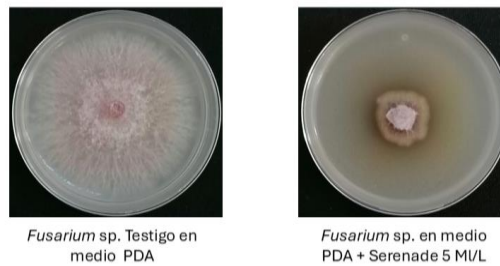
Figura 97. Visita de estudiantes de la Unidad Regional Universitaria Sur Sureste, de la Universidad Autónoma Chapingo a la Biofábrica.

El Grupo de Estudios Moleculares Aplicados a la Biología (GeMBio)

Tiene dos funciones principales:

- Ofrecer servicios de calidad a sociedades agrícolas, productores independientes, instituciones de educación superior, centros de investigación y público en general, en las áreas de fitosanidad y genética de plantas, y
- Hacer investigación aplicada para resolver problemas puntuales en materia fitosanitaria y/o de caracterización genética de plantas y microorganismos.

Del 6 de enero al 30 de junio de 2025, se brindaron **42 servicios externos** (con diferentes números de pruebas y ensayos cada uno). En las Figuras 98, 99 y 100 se dan ejemplos de los servicios.



Fusarium sp. Testigo en medio PDA

Fusarium sp. en medio PDA + Serenade 5 MI/L

Figura 98. Evaluación de la efectividad *in vitro* del fungicida Serenade contra una cepa de *Fusarium* sp. aislada de la raíz de caña de azúcar, estudio incluido en el convenio específico de colaboración del CICY con la SEDARPE de Q. Roo.

DIAGNÓSTICO PCR PUNTO FINAL

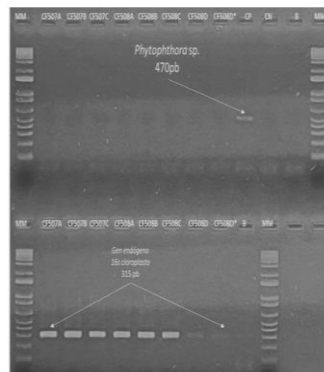


Figura 99. Diagnóstico molecular de *Phytophthora* sp para la Compañía Agrícola Valle del Sur S. de R.L.

HUELLA GENÉTICA

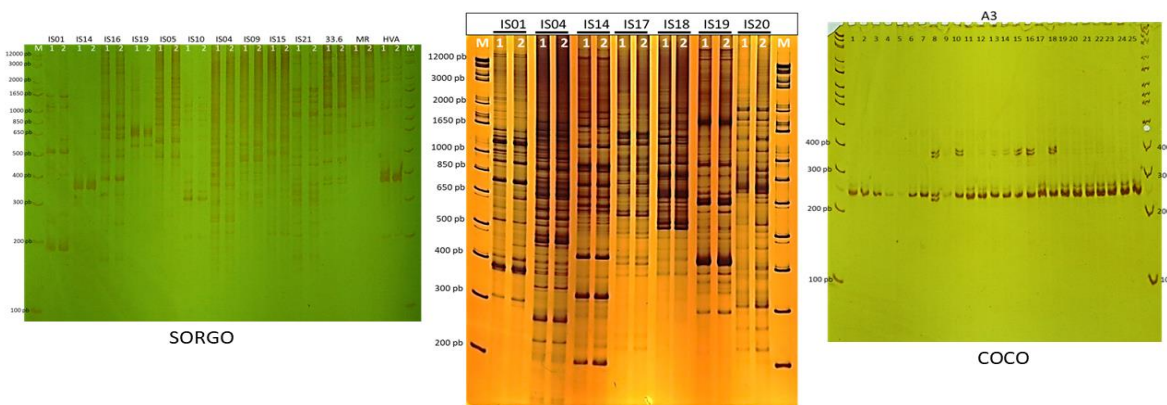


Figura 100. Geles con diferentes marcadores para los servicios de determinación de huellas genéticas en sorgo y cocoto.



La Tabla 17 presenta los resultados del ejercicio de enero a junio de 2025 del laboratorio GeMBio.

Tabla 17. Servicios y proyectos realizados por GeMBio al sector social y productivo en el primer semestre del año 2025 (del 8 de enero al 30 de junio).

Servicios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diagnóstico y detección de fitopatógenos por métodos moleculares y/o morfo-fisiológicos; ➤ Pruebas de efectividad biológica <i>in vitro</i> de insumos agrícolas para el control de plagas y enfermedades; ➤ Asesorías de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos comerciales; ➤ Determinación de huellas genéticas de sorgo; ➤ Dos cursos de capacitación (Educación continua); 	\$337,150.00
Proyectos de transferencia de conocimientos	<p>Proyecto de Soporte técnico de manejo integrado de plagas y enfermedades de cultivos a la Empresa Especialistas en Papaya SA de CV</p> <p>Proyecto de determinación de huellas genéticas de híbridos de cocotero</p>	\$ 518,000.00
Total de ingresos		\$ 855,150.00

Se iniciaron las actividades del convenio firmado entre el CICY y la SEDARPE de Quintana Roo, con la asistencia a una reunión con productores de caña, líderes de grupos cañeros, personal técnico del Ingenio San Rafael Pucté y el subsecretario de la SEDARPE Dr. Antonio Rico Lomelí, dicha reunión se realizó el 3 de junio de 2025, en las oficinas del ejido Sac-Xan en Ucum, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, para exponer los alcances del proyecto. Posteriormente se realizó un recorrido de



campo el 4 de junio de 2025, para la toma de muestras de plantas de caña de azúcar con síntomas de enfermedades para su diagnóstico en el laboratorio GeMBio (Figuras 101, 102 y 103).



Figura 101. Reunión con los productores de caña de azúcar de Q. Roo



Figura 102. Otro momento de la reunión con los productores de caña de azúcar en Q. Roo



Figura 103. Toma de muestras en campos de caña de azúcar en Q. Roo

Adicionalmente, se prestaron servicios internos (**46**) que, si bien no representaron ingresos para este laboratorio, constituyen una importante contribución de GeMBio al desarrollo científico y tecnológico de la institución. El monto estimado de servicios internos en el período fue de **\$38,200.00**, los cual se enlistan a continuación:

- Manejo agronómico (riego, podas, nutrición y fitosanidad) de las plantas de la casa del Desierto y de la Casa Tropical \$ 25,000.00 (Figura 104).
- Tres servicios de diagnóstico general de hongos y bacterias para la Biofábrica, \$ 4,950.00.
- Un servicio de diagnóstico de fitoplasmas y virus para la (UBI), \$ 8,250.00.



Figura 104. Manejo Fitosanitario de la Casa del Desierto y la Casa Tropical por GeMBio.

Se ofrecieron 3 cursos de capacitación en el marco de Educación Continua de CICY que se enlistan a continuación:

- Curso “Enfermedades de hongos en papaya y su manejo integrado” (10 de abril de 2025) (14 participantes).
- Curso “Manejo de jardines y plantas ornamentales” (16 de mayo 2025) (4 participantes).
- Curso de educación continua “Manejo y conservación de semillas criollas” (10 de abril 2025) Colaboración GeMBio y UPS (10 participantes) (Figura 105).



Figura 105. Curso de educación continua “Manejo y conservación de semillas criollas”.



Respecto al impacto que ejerce el Laboratorio GeMBio en la sociedad, específicamente en el ámbito de la producción agrícola, en la Tabla 18, se presentan los productores y usuarios que han sido beneficiados por los servicios de GeMBio en la Península de Yucatán y en otras localidades.

Tabla 18. Impacto de GeMBio en el primer semestre de 2025 (Corte al 30 de junio de 2025).

Pequeños productores (en cualquier localidad)	Pequeños productores de la Península de Yucatán	Productores agrícolas (de cualquier tamaño) en la Península de Yucatán	Comunidades rurales impactadas de la Península de Yucatán	Número Total de usuarios beneficiados
3,363	2,760	2,760	57	8,680

Este impacto específico de GeMBio en las localidades de la Península de Yucatán listadas (Tabla 19) se produce a través de diversos enfoques como pláticas, conferencias, materiales impresos de difusión, evaluación de la efectividad biológica de productos biofungicidas, bioinsecticidas y fungicidas químicos, para hacer más eficiente su uso en el manejo fitosanitario, mejorar sus técnicas de aplicación en campo.

Tabla 19. Impacto social de comunidades en la Península de Yucatán por GeMBio en el primer semestre de 2025 (corte al 30 de junio de 2025).

Yucatán	Campeche	Quintana Roo
1. Alfonso Caso	1. Alfredo V. Bonfil	1. Álvaro Obregón
2. Ayim	2. Cankí	2. Corazal
3. Becanchén	3. Cayal	3. Juan Sarabia
4. Catmís	4. Chilib	4. Pucté
5. Chacsinkín	5. Crucero de Oxa	5. Ramonal
6. Chan Cenote	6. Crucero de San Luis	6. Sabidos
7. Dzan	7. Emiliano Zapata	7. Sacxán
8. Dzonot Aké	8. Ich-Ek	8. Santa Elena
9. Kancabchén	9. Holcatzin	9. Sergio Butrón Casas
10. Nohalal	10. Iturbide	10. Ucum
11. Oxkutzcab	11. Katab	
12. Sahcahmucuy	12. Komchén	
13. San Antonio Yaaxhom	13. Los Laureles	
14. Santo Domingo	14. Nilchi	
15. Santa Elena	15. Nohahal	
16. San Juan Bautista Tabí	16. Nuevo Progreso	
17. Sudzal Chico	17. Pueblo Nuevo	



18. Tahdziú	18. San Antonio Xkix	
19. Temozón	19. Santa Rosa	
20. Tigre Grande	20. Suc-Tuc	
21. Tixcuytún	21. Tikinmul	
22. Tizimín	22. Xcupil	
23. Yaxcabá	23. Yalnón	
24. Yaxche		

Cabe destacar que en el semestre de enero a junio de 2025 además de las localidades impactadas en la Península de Yucatán se incidió en diferentes localidades de Colima (13), Michoacán (8) y Zacatecas (9) (Tabla 20).

Tabla 20. Comunidades impactadas por GeMBio en otros estados de la República fuera de la Península de Yucatán

Colima	Michoacán	Zacatecas
1. Tecomán	1. Apatzingán	1. Calvillo
2. La Gloria	2. Buena Vista Tomatlán	2. Ejido Ojuelos
3. Guadalupe	3. Jirasoles	3. El Tiaste
4. La Roblera	4. La Huerta	4. Guadalupe Victoria
5. Las Placetas	5. La Nopalera	5. Huanusco
6. Coquimatlán	6. Santa Ana Amatlán	6. Jalpa
7. Ixtlahuacán	7. Tazumbos	7. La Pitahaya
8. Los Asmoles	8. Tepalcatepec	8. Palmillo
9. Rincón de López		9. Tabasco
10. Madrid		
11. El Colomo		
12. El Palapo		
13. Agua Zarca		

En la Figura 106 se presenta un mapa de México donde se señalan los estados y municipios (listados anteriormente) donde ha impactado GeMBio en el primer semestre de 2025



Figura 106. Estados y municipios impactados por GeMBio en el primer semestre

Se presenta evidencia de algunas de estas actividades:

- ✓ Recorrido con productores en plantación de chile habanero en la comunidad de Tinum, Campeche (17 enero 2025), Figura 107.



Figura 107. Interacción y capacitación a productores en recorrido en Tinum, Campeche, enero 2025.



- ✓ Salida de campo a Hopelchen, Campeche para toma de muestras en plantaciones de sandía con daños severos en la fruta (13 marzo 2025), Figura 108.



Figura 108. Capacitación a productores en recorrido en Hopelchen, Campeche, marzo 2025.

Además, en la interacción con comunidades agrícolas, en el marco del proyecto de servicios con Especialistas en Papaya S.A. de C.V., se llevaron a cabo diferentes actividades (Figuras 109, 110, 111, 112 y 113):

- ✓ Feb. 13, 2025. Servicio Agrotécnico – Especialistas en papayas S.A. de C.V. Hopelchén, Campeche. Conferencias:
 - Control de plagas y enfermedades de importancia económica en papaya: Fitoplasmas y virosis
 - Manejo de vectores y ácaros en papaya
- ✓ Feb. 21, 2025. Coepapaya – Especialistas en papayas S.A. de C.V. Tecomán, Colima. Conferencia:
 - Estrategias de manejo integrado de fitoplasmas en papaya
- ✓ Mar. 07, 2025. Agrotecza. Jalpa, Zacatecas. Conferencia:
 - Manejo de plagas y enfermedades de cultivos de la región de Jalpa



- ✓ Abr. 08, 2025. Coepapaya – Especialistas en papayas S.A. de C.V. Tecomán, Colima. Conferencia:
 - Enfermedades por hongos de papaya y su manejo integrado
- ✓ Abr. 10, 2025. Coepapaya – Especialistas en papayas S.A. de C.V. Apatzingán, Michoacán.
 - CURSO “Enfermedades por hongos de papaya y su manejo integrado”

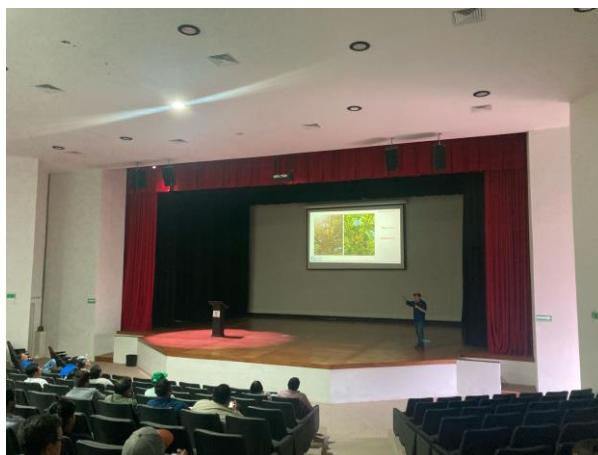


Figura 109. Conferencias en Hopelchén, Campeche, febrero 13 de 2025.



Figura 110. Conferencias en Tecomán, Colima, febrero 21 de 2025.



AGROTECZA

1^{er} Feria del agricultor 2025

SE COMPLACE EN INVITARTE A:

Ponentes
Ing. José Inés Bazán Mota
M.C. Rodolfo Martín Mex

Viernes
07 de Marzo de 2025

Horario:
10:00 AM - EXPO EMPRESAS
16:00 PM - CONFERENCIAS

Ubicación:
Auditorio Municipal General
J. Isabel Robles, Jalpa, Zac.

¡Esperamos contar con tu presencia!

Sponsors: LIDA, VALENT, KDOOR, Biokrone, FMC



Figura 111. Conferencias en Jalpa, Zacatecas, marzo 7 de 2025.

GOEPAPAYA colima

"ENFERMEDADES POR HONGOS DE PAPAYA Y SU MANEJO INTEGRADO"

Ponente: M.C. RODOLFO MARTÍN MEX
Auditorio de COEPAPAYA, 50 Legislatura #558
Col. Benito Juárez Tecomán Col.

MARTES 8 DE ABRIL DEL 2025
8:00 AM - 12:00 PM

SE TRASMITIRÁ EN LA PAGINA DE COEPAPAYA

Sponsors: Semillas del Caribe, CICY

Contact: 33326069, Coepapaya@hotmail.com, 50 Legislatura #558 Col. Benito Juárez CP. 28550



Figura 112. Conferencias en Tecomán, Colima, abril 8 de 2025.



Figura 113. Conferencias en Apatzingán, Michoacán. abril 10 de 2025.

Actividades de divulgación de la ciencia:

- El 15 de mayo de 2025, se recibieron en GeMBio 15 estudiantes de Texas A&M University en el marco del IRAP (Introduction to Research Abroad Program), para que conocieran el diagnóstico morfológico y molecular de especies fungosas (Figura 114).



Figura 114. Estudiantes de Texas A&M University (IRAP) en el laboratorio de Micología de CICY.

Como conclusión a continuación mostramos el histórico de ingresos de GeMBio de 2022 a junio de 2025 (Figura 115)

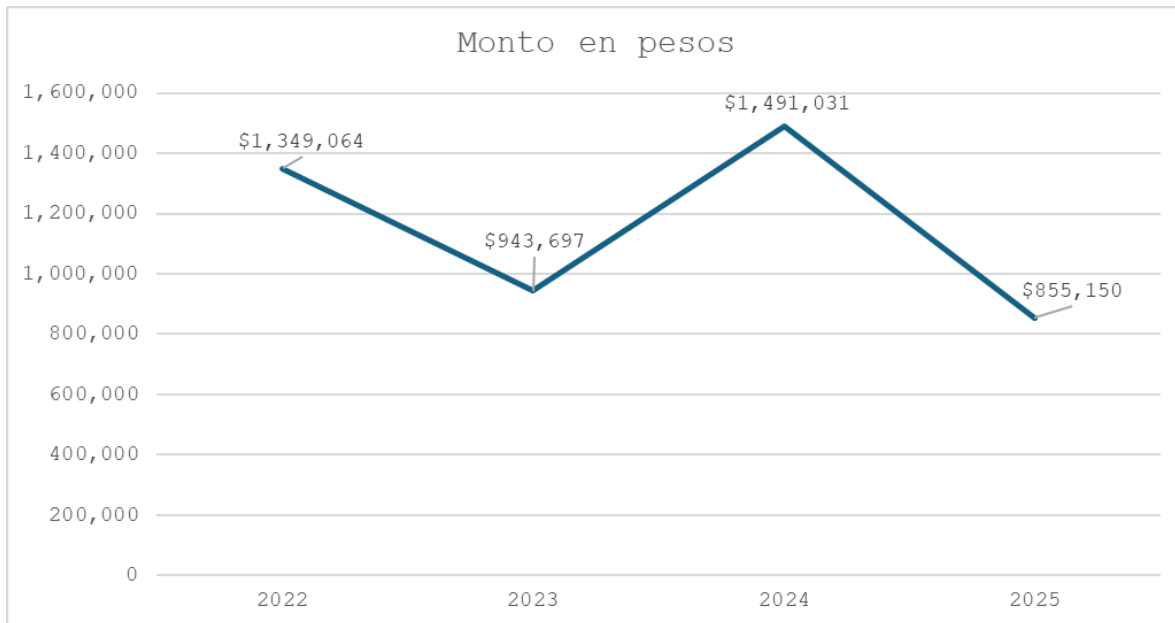


Figura 115. Ingresos de recursos propios de GeMBio en los últimos 4 años.

3.9 Laboratorio de Metrología

Los principales resultados del primer semestre de 2025 del Laboratorio de Metrología son:

- I. Renovación de la acreditación de las 5 magnitudes ante la entidad acreditadora, (una acreditación pendiente por acciones de corrección).
- II. Cumplimiento de fechas compromiso para entrega de certificados en un 87 %, a 3 % de cumplir la meta de 90 %.
- III. Se establecieron acciones para mejorar los tiempos de entrega de certificados, principalmente para reducir el intervalo de días entre la calibración y la entrega de certificados, el tiempo estimado ha sido que el 95 % de los certificados emitidos se entregaron en menos de 15 días. En la tabla siguiente se muestra el número de servicios atendidos (Tabla 21).



Tabla 21. Número de servicios atendidos

MAGNITUD	1er sem. 2025
FLUJO - Acreditado	68
MASA - Acreditado	231
VOLUMEN - Acreditado	55
OPTICA - Acreditado	13
PRESIÓN - Acreditado	97
QUÍMICA - Trazable	21
TEMPERATURA - Acreditado	253
MTTO_PREV	67
CURSOS - DIPLOMADO	6
Total de servicios	811

IV. La evaluación del indicador por ingreso de recursos propios muestra un ingreso al 30 de junio fue \$ **2,701,633.27**, lo cual, comparado con lo ingresado en el mismo periodo 2024 donde lo ingresado fue \$ 2,239,084.96, refleja un aumento del 16 %. En la Figura 116 se muestra un comparativo de ingreso desde 2020.

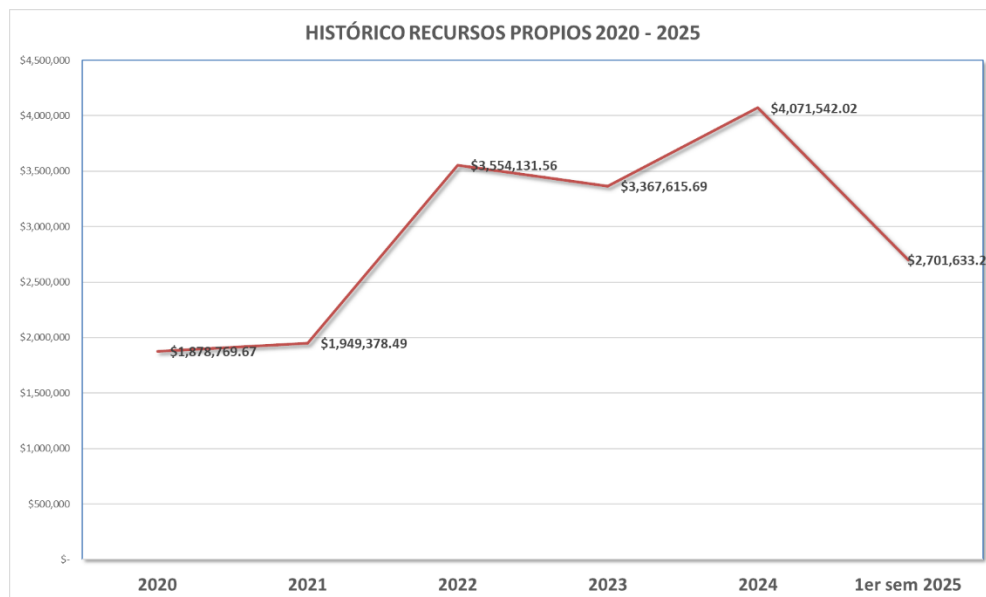


Figura 116. Comparativo histórico de recursos propios desde 2020



Entre otras actividades derivadas del plan de trabajo, se han realizado mejoras en los medios de comunicación con los clientes, se ha puesto a disposición de los clientes un número de teléfono para comunicación vía WhatsApp *Business*, en donde puede preguntar sobre el proceso de cotización, programación y estado de su servicio, a la fecha se han atendido por esta vía 36 clientes.

Las actividades del Laboratorio de Metrología durante el primer semestre de 2025 (Figura 117), impactaron en algunos sectores económicos de la Península, entre los que destacan la Industria de Alimentos (consumo humano y animal) con un 49 %; el sector de servicios profesionales, científicos y técnicos con un 40 %, que incluye servicios de venta de instrumentos, distribución de medicamentos, entre otros; la comercialización de productos del mar con un 29 % y también se destaca el sector de energía con un 20 %. La confiabilidad de las mediciones de los diferentes sectores ayuda a un mejor control de las temperaturas de proceso, asegurar la confiabilidad de mediciones ambientales, de aguas, prevención y manejo de la contaminación de los recursos naturales, mediciones en transacciones comerciales, entre otros.

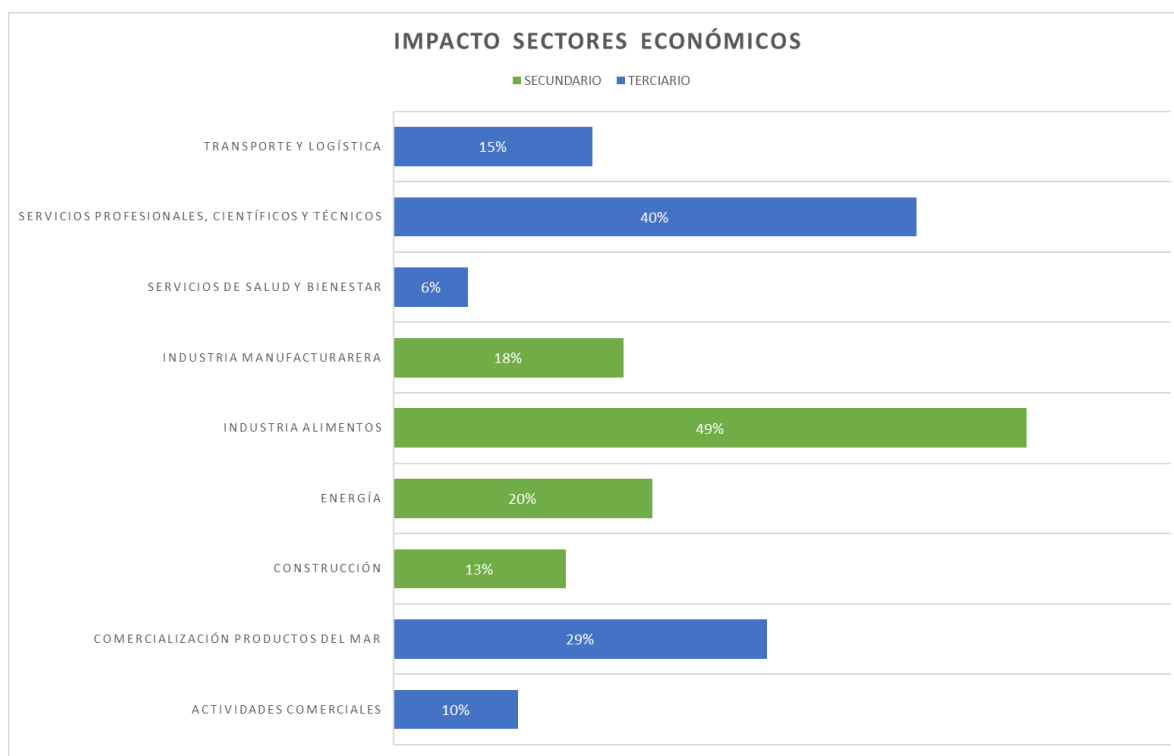


Figura 117. Sectores impactados por el Laboratorio de Metrología en el 2025



Entre los beneficios por servicios internos de metrología se ha logrado generar ahorros importantes a la institución, ejemplo de ello es el mantenimiento preventivo que se brindó a equipos de medición del laboratorio, y la realización de calibraciones internas de equipo propio, con lo que se generó un ahorro por **\$ 324,695.00**.

Dentro de las acciones de promoción de los servicios del Laboratorio de Metrología, asistimos a una entrevista en el noticiero “A primera hora” en el Telesur Radío, para promoción del evento de celebración del Día Mundial de la Metrología en CANACINTRA.

Dentro de las acciones de promoción de los servicios del Laboratorio de Metrología, en conjunto con la Oficina de Vinculación de Bienes y Servicios, durante el mes de mayo de 2025 se organizó un evento para celebrar el Día Internacional de la Metrología en el marco de la firma del convenio entre CICY y CANACINTRA (Figura 118). En este evento, el personal impartió dos talleres a los asistentes sobre interpretación de certificados de calibración y el sistema internacional de unidades de medida y el de calibración de espectrofotómetros, con 74 participantes. También se realizó la mesa panel sobre el impacto de las mediciones en la industria a la cual asistieron 50 personas, y se contó con la participación de 5 invitados expertos en la industria que compartieron sus experiencias.





Figura 118. Firma de Convenio CICY – CANACINTRA

El laboratorio participó en la Inauguración del Día Estatal de la Mujer y la Niña en la Ciencia en el Instituto Tecnológico Superior de Motul, para conmemorar el Día Estatal de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Este evento tuvo como objetivo reconocer a las mujeres y niñas que contribuyen al desarrollo científico y tecnológico. Se impartió la plática “Las Mujeres en la Metrología” (Figura 119).



Figura 119. plática “Las Mujeres en la Metrología”

Distribución de empresas atendidas

El mapa siguiente (Figura 120) muestra la distribución de las empresas atendidas en el primer semestre de 2025. En donde se observa que la mayor parte se encuentra en el estado de Yucatán.

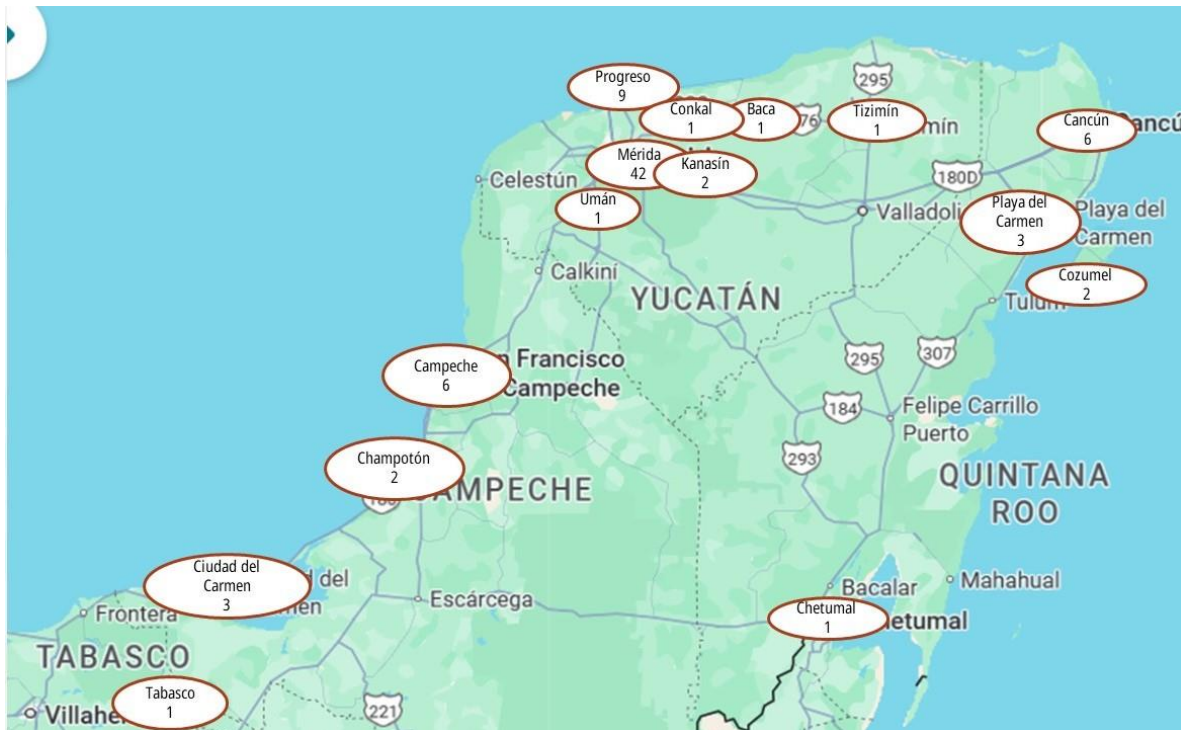


Figura 120. Distribución de las empresas atendidas en el primer semestre de 2025 por el Laboratorio de Metrología en la Península de Yucatán

3.10 Centro de Innovación Tecnológica (CIT)

En el marco del acuerdo de colaboración estratégica con la empresa INDUSMAYA, se iniciaron los trabajos para la transferencia de conocimiento y posible generación de derechos de propiedad intelectual de un aditivo demandado por la industria del PVC. Este Acuerdo se generó bajo un modelo de colaboración denominado: “transferencia tecnológica de *know how*” en la que el CICY aporta el conocimiento, y la empresa, las instalaciones e insumos, para desarrollar un nuevo producto.

3.11 Oficina de Vinculación de Bienes y Servicios

En el período comprendido entre los meses de enero a junio del 2025, la Oficina de Vinculación de Bienes y Servicios, se enfocó en el desarrollo de trabajos orientados a posicionar al CICY, como una institución referente a nivel nacional,



reconocida por su capacidad de generar sinergias entre la ciencia, sociedad, gobierno y mercado, para el desarrollo y aplicación del conocimiento, y de soluciones efectivas, que atiendan las demandas de los entornos productivo, social y ambiental, para el aprovechamiento y generación de recursos.

Con base en el marco conceptual para direccionar el desarrollo del CICY, y en apego al objetivo de la institución orientado a que ésta, pueda **contribuir a articular y fortalecer las capacidades científicas, humanísticas y tecnológicas del país**; las tareas emprendidas a través de esta Oficina se han enmarcado en cuatro ejes temáticos:

1. **CICY**, institución reconocida por su impacto positivo en la sociedad.
2. **CICY**, institución con capacidad de promover sinergias para dar respuesta a las demandas de los entornos productivo, ambiental y social.
3. **CICY**, institución eficiente en el uso y aprovechamiento de los recursos.
4. **CICY**, institución con capacidad para generar ingresos propios.

A continuación, se presenta el detalle de las acciones implementadas en el marco de los ejes temáticos previamente enlistados, y los resultados derivados de la implementación de dichas acciones (Tabla 22):

Tabla 22. 1 **CICY**, institución reconocida por su impacto positivo en la sociedad.

Acciones	Resultados
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realizaron trabajos enfocados a identificar y contactar organismos públicos y privados que cuentan con programas para el impulso de comunidades rurales o en situación de vulnerabilidad. 2. Se diseñaron e implementaron campañas de difusión de algunas de las acciones que el CICY desarrolló en pro de las comunidades rurales o en situación de vulnerabilidad. 3. Se gestionaron alianzas estratégicas con organismos públicos y privados enfocados al impulso de las comunidades rurales o en situación de vulnerabilidad. 	<p>Se cuenta con las siguientes alianzas estratégicas formalizadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derivado de las acciones de seguimiento y difusión a la donación de semillas (finales del 2024) de chile habanero de variedades mejoradas, con el fin obtener información sobre el rendimiento de los frutos de la cosecha, se ha mantenido una estrecha relación de colaboración durante el semestre que se reporta con: <ol style="list-style-type: none"> 1. Asociación Muúch Meyaj Laakin Chemax A.C. (60 productores beneficiados) 2. Módulo de riego para el desarrollo rural Temozón A.C. (45 unidades de riego beneficiadas)



- El 13 de febrero del presente ejercicio fiscal, se estableció un convenio de colaboración con “Mérida Ciudad de Gastronomía AC”, y como resultado de ello, el CICY ha conseguido espacios para productores miembros del proyecto PRONAI 2024-104 Red ALISA Yucatán: Producción/Consumo basados en Maíces Nativos; para que éstos puedan presentar y comercializar sus productos en foros, ejemplo de ello, fue la participación en el concurso de gastronomía “Fermentos en la Cocina”, en donde tomaron parte las Sras. Anselma Chalé Euan y María Rosalía Couh, quienes ofrecen productos de miel melipona bajo la marca Kuchil Kaab.

Así mismo, es importante destacar la colaboración activa de esta asociación en acciones de difusión del Mercado Agroecológico del CICY que tuvo lugar el 12 de junio del año en curso.

Por otra parte, en el semestre que se reporta, se han entablado gestiones y están próximas a concretarse alianzas con:

- Asociación Ma’ Alob Lu-Umil Nohol A.C. (convenio próximo a firmarse en el mes de septiembre del presente año, a través del cual se sentarán las bases de colaboración que permitirán generar acciones en beneficio de más de 30 productores de la zona de Tekax).
- Proyecto Nodess Ikk Chile Habanero (el mes de junio del año en curso, se concluyó la gestión para la reacreditación de este Nodess, y se han realizado gestiones con el Ayuntamiento de Tekax Yucatán, la Secretaría de Desarrollo Rural y el Instituto Yucateco del Emprendedor para confirmar su participación en este proyecto.
- Gestiones como parte del grupo de trabajo del proyecto “Traspatio Maya”, el cual se encuentra enfocado a la recuperación del solar maya en comisarías de Mérida y es liderado por la Diputada Sayda Rodríguez Gómez, (es importante destacar que a inicios del mes de junio del año en curso, miembros de la comunidad científica del CICY hicieron llegar a la



líder del proyecto, las acciones con las que la institución puede coadyuvar en el marco del proyecto que se impulsa (Unidad de Unidad de Energía Renovable y Unidad de Recursos Naturales).



Figura 121. Reunión de integración del NODESS iik habanero en el Instituto Yucateco del Emprendedor.



Figura 122. Reunión de seguimiento de resultados con la Asociación Muúch Meyaj Laakin Chemax A.C.



Tabla 23. 2 CICY, institución con capacidad de promover sinergias para dar respuesta a las demandas de los entornos productivo, ambiental y social.

Acciones	Resultados
<ol style="list-style-type: none"> 1. De manera conjunta con las unidades de investigación y de servicios del CICY, se emprendieron actividades enfocadas a definir las líneas de trabajo y servicios que la institución a través de éstas puede ofertar. 2. Se trabajó en el diseño y actualización del material de difusión sobre los servicios que el CICY puede ofertar. 3. Se diseñaron e implementaron campañas de difusión enfocadas a posicionar los servicios del CICY en los entornos productivo y social. 4. Se realizaron acciones enfocadas a promover alianzas estratégicas con organismos públicos, privados, cámaras empresariales para promover y posicionar los servicios del CICY en los entornos productivo y social. 5. Se implementaron servicios y soluciones pertinentes a las demandas del entorno productivo y social, todos ellos en apego al Procedimiento para la gestión de los servicios científicos y tecnológicos externos. 6. Se llevó a cabo la gestión y coordinación de la participación del CICY en la Expo Foro Ambiental 2025. 	<ul style="list-style-type: none"> • Información actualizada y material de difusión sobre servicios de las áreas de la Dirección de Gestión Tecnológica y de las siguientes unidades de investigación: <ol style="list-style-type: none"> 1. Unidad de Materiales 2. Unidad de Energía Renovable 3. Unidad de Ciencias del Agua • Implementación de campañas de difusión sobre los servicios y productos del CICY de febrero a junio del presente ejercicio fiscal. • Alianzas estratégicas formalizadas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Mérida Ciudad de Gastronomía AC (13 de febrero): <ul style="list-style-type: none"> Impactos: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Participación de productores miembros del proyecto PRONAI 2024-104 Red ALISA Yucatán: Producción/Consumo basados en Maíces Nativos, en el concurso gastronómico “Fermentos en la Cocina”, convocado por la Universidad Anáhuac Mayab. 2.1 Impulso de las gestiones para entablar posibles colaboraciones con la Universidad La Salle de Ruen, Francia. 3.1 Integración del CICY al consejo consultivo de la Asociación, lo que abre espacios para tomar parte en foros para el posicionamiento y difusión del CICY y sus servicios. 4.1 Aliado para la organización y promoción del Mercado Agroecológico del CICY del 12 de junio. 2. Indusmaya S.A. de C.V. (19 de febrero): <ul style="list-style-type: none"> Primer acuerdo de colaboración estratégica derivado de una transferencia tecnológica de Know How, del cual se espera puedan derivarse gestiones para concretar un Licenciamiento. 3. Área 71 S.A. de C.V. (24 de febrero):



	<p>1.1 Derivado de este convenio de colaboración se está trabajando en la integración de un programa para impulsar servicios de aceleración de negocios y organizaciones de base científica y/o tecnológica.</p> <p>2.1 Se otorgaron servicios a través de la OPPI para dar respuesta a requerimientos de dos marcas.</p> <p>4. H. Ayuntamiento de Mérida (28 de marzo):</p> <p>1.1 Derivado de este convenio ya se realizó el servicio diagnóstico de 6 calesas eléctricas y derivado de ello se proporcionaron dos propuestas de solución.</p> <p>2.1 Se integró y presentó una propuesta técnica económica para la puesta en marcha de una calesa, lo cual implica una restauración total del equipamiento actual, actualmente se espera respuesta.</p> <p>3.1 Se integró y presentó una propuesta para coadyuvar en el proyecto "Corredor Verde de Cd. Caucel", en el mes de junio se definirá el programa de trabajo y participación del CICY en este proyecto.</p> <p>5. Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas (13 de mayo): Se estableció este convenio con el fin de plantear proyectos conjuntos del área de investigación entre la Universidad y el CICY, y poder gestionar recursos para su desarrollo a través del Consejo de Ciencia de Perú.</p> <p>6. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, Delegación Yucatán (CANACINTRA: 20 de mayo/348 miembros activos):</p> <p>1.1 En el marco de la celebración de este convenio, se realizó en conjunto con la CANACINTRA, un evento enfocado a conmemorar el día internacional de la metrología, evento para el cual se desarrolló una mesa panel y dos talleres impartidos por personal del Laboratorio de Metrología del CICY, y en los cuales se</p>
--	--



obtuvieron los siguientes registros de participación:

Mesa panel: Impacto de la metrología en las mediciones de la industria (83 participantes)

Taller: Interpretación de certificados de calibración y del sistema internacional de unidades de medida (43 participantes)

Taller: Calibración de espectrofotómetros (28 participantes)

- Como resultado de la implementación del Procedimiento para la gestión de los servicios científicos y tecnológicos externos, a junio del 2025, se realizaron un total de 23 servicios, o actividades vinculadas con el sector de bienes y servicios, y se generaron ingresos por \$2'165,172.00
- Como resultado de la participación del CICY en la Expo Foro Ambiental 2025, se generaron ingresos por la venta de productos varios por \$30,565.00. Es de destacar la participación de áreas como el Jardín Botánico, UPS, Biofábrica, Vivero Experimental y Divulgación en la zona de ventas. Y en la zona de negocios y difusión destacan la participación de la DGT, GeMBio, y la UER.



Fig123. Actividades de capacitación con empresas afiliadas a la CANACINTRA



Figura 124. Expo Foro Ambiental 2025

Tabla 24. 3 **CICY**, institución eficiente en el uso y aprovechamiento de los recursos.

Acciones	Resultados
<p>1. Se trabajó en el análisis de los requerimientos y necesidades de la Unidad Productora de Semillas, para la integración de un plan de acción orientado a la habilitación de este espacio de trabajo, y actualmente se explora la posibilidad de integrar un plan alternativo para la puesta en marcha de la Unidad Productora de Semillas, a través alianzas estratégicas con el sector gubernamental o privado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se iniciaron los trabajos de restauración de los invernaderos de la Unidad Productora de Semillas, y se han hecho las gestiones para la restauración del sistema de fertirriego. • Se estableció un convenio de colaboración estratégica con el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán (4 de febrero), el cual está enfocado a implementar un programa de divulgación científica entre el PCTY y el CICY, haciendo uso de las instalaciones y espacios de este centro de



2. Se han establecido acuerdos para el uso de instalaciones del CICY para la puesta en marcha de proyectos impulsados por el Gobierno del Estado.

investigación, correspondientes al predio marcado con el tablaje catastral 33930. Actualmente el PCTY ha hecho reparaciones y adecuaciones al edificio del predio indicado para dar inicio a las actividades planificadas.



Figura 125. Invernaderos de la UPS restaurados



Figura 126. Restauración de la infraestructura del inmueble ubicado en el lote 33930 a cargo de la Dirección del PCTY



Tabla 25. 4 CICY, institución con capacidad para generar ingresos propios.

Acciones	Resultados
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ha actualizado e implementado el Procedimiento para la gestión de los servicios científicos y tecnológicos externos, así como el formato correspondiente. 2. Se ha desarrollado y difundido material acerca de los servicios de las áreas de la DGT y de las Unidades de Investigación. 3. Se trabajó en el diseño e implementación de una campaña para la difusión de los servicios institucionales y de las áreas de la DGT 	<ul style="list-style-type: none"> • Como resultado de la implementación del Procedimiento para la gestión de los servicios científicos y tecnológicos externos, a la fecha se han otorgado un total de 23 servicios, o actividades vinculadas con el sector de bienes y servicios, y se han generado ingresos por \$2'165,172.00 • En el primer semestre del año, las unidades de servicio de la DGT generaron ingresos por \$3'754,503.27

4. ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Acorde al Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 y a la directriz de la nueva SECIHTI, se busca acercar la ciencia y las humanidades a la sociedad, fomentando una cultura de conocimiento y tecnología. Entre sus principales iniciativas se encuentran la publicación de materiales educativos y de divulgación de la ciencia como libros, revistas y boletines, la organización de eventos académicos y talleres, y la implementación de proyectos de divulgación como ferias científicas y exposiciones. Estas acciones tienen como objetivo fortalecer la colaboración científica y humanística, promover la educación y la innovación, y hacer accesible el conocimiento a toda la ciudadanía.

Como parte de las funciones esenciales del CICY, durante el primer semestre del 2025, el Centro ha impulsado acciones para hacer llegar el conocimiento que se genera a diferentes segmentos de la sociedad.

El Centro ha promovido activamente, la **CAPACITACIÓN DE LA COMUNIDAD HCTI** en materia de acceso universal al conocimiento y divulgación de la ciencia. Durante el periodo se capacitaron a **53** participantes de la comunidad CICY. Ello permitió que las personas adquirieran nuevos conocimientos para divulgar la ciencia en eventos y



ferias. Las capacitaciones fueron: **Transformando la educación : técnicas modernas para la divulgación** y **Transformando la educación: habilidades docentes para clases exitosas** (Figura 12727), impartidos por la Lic. Vania Pérez Couoh, coordinadora de proyectos especiales de la SECIHTI Yucatán. Estos cursos estuvieron orientados a brindar herramientas a quienes participaron acerca de cómo comunicar sus temas en diversas estrategias y plataformas. Se contó con una asistencia de **53 personas**, incluyendo personal de investigación, técnico, investigadores e investigadoras por México, posdoctorantes y estudiantes de posgrado.



Figura 127. Capacitación en materia de Divulgación

Es **importante recalcar** que el impacto territorial de las acciones de divulgación, fomento a las vocaciones y difusión realizadas fueron en Yucatán, sedes de Mérida y Parque Científico y Tecnológico en Sierra Papacal y en la sede de Cancún, Quintana Roo.



4.1. Transferencia y apropiación de conocimiento

En materia de agroecología, se capacitó a 72 jóvenes en el estado de Guerrero, a través de la impartición de las pláticas de apropiación: “Células en Acción: Explorando la División Celular” y “El ADN como Arquitecto de la Vida”, a través del personal adscrito al CICY-Guerrero.

Como parte de los objetivos de difundir y sensibilizar a la población de las grandes ciudades en relación con temas de interés ambiental, como el cambio climático y la importancia de la vegetación urbana, el Jardín Botánico Regional Roger Orellana (JBR-RO) realizó 19 recorridos temáticos y guiados por el jardín botánico, donde se registraron 363 visitantes (Figura 128).



Figura 128. Recorridos temáticos del JBR-RO

Igualmente, el JBR-RO como integrante de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos (Renajeb), se encuentra generando contenidos y actividades para promover la conservación de los recursos vegetales, la recuperación del conocimiento etnobiológico y la revalorización de la cultura en la zona maya. En esta cuarta fase, con el proyecto “Fortalecimiento del papel etnobiológico del JBR-RO en el Contexto Biocultural de Yucatán”, se realizó la Expo bordado Naturaleza en un hilo, que fue visitada por más de **1,500** personas en este semestre (Figura 129). Asimismo, se realizaron 2 visitas a la comunidad a fin de realizar un intercambio de saberes entre el CICY y las y los habitantes de Kimbilá, Yucatán.



Figura 129. Actividades de apropiación del proyecto Renajeb Yucatán.

4.2. Divulgación del conocimiento

El Centro comunicó a la sociedad el conocimiento que se produce a través de **23** artículos de divulgación, **28** boletines de prensa, **249** notas en medios, **80** entrevistas en medios de comunicación. Así como, **95** eventos y pláticas de divulgación, éste último con un alcance cercano a las tres mil personas.

Asimismo, la editorial CICY se encuentra en producción editorial de tres libros de divulgación y difusión de la Ciencia todos con registro ISBN.



Figura 130. Libros de editorial CICY con ISBN

Cabe destacar que el CICY cuenta con una publicación semanal de divulgación, denominada **“Desde el Herbario CICY”** con ISSN:2395-8790, en donde las publicaciones son arbitradas por pares y citados en artículos de revistas indizadas, mismas que son escritas por personal de CHTI (investigadores, estudiantes, posdoctorantes, IxM), siendo esta publicación una de las que más alcance consigue en las redes institucionales, alcanzando **22,015 mil visualizaciones** (Figura 131).

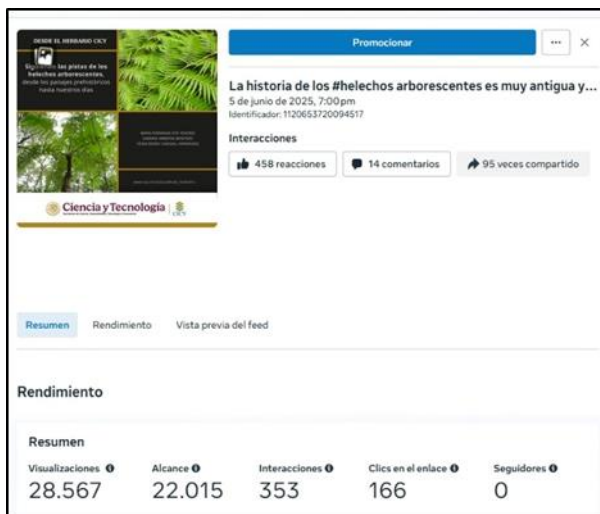


Figura 131. Publicación Desde el Herbario CICY con mayor alcance en redes sociales en el periodo.

Con una participación en **126** eventos de divulgación de la ciencia, así como conferencias, talleres o pláticas y visitas guiadas o escolares el CICY compartió con la sociedad temas de su quehacer científico en un lenguaje accesible para públicos diversos y no especializados.

Particularmente, con el fin de eliminar las brechas de género entre hombres y mujeres, el CICY impulsó en este periodo 2025-I eventos de divulgación y vocaciones como: **Panel: La niña y la Mujer en la ciencia. Perspectivas desde distintas generaciones y Mujeres científicas cambiando al mundo.** Asimismo, se sumó a iniciativas estatales y nacionales donde incentivo que su personal y estudiantes divulgarán la ciencia entre niñas, niños y jóvenes en eventos como: **Programa del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia (Ciencia Cakotanú); Feria de ciencia - Día Estatal Niña y la Mujer en la ciencia - Secihti Yucatán; y Mujeres en la biotecnología,** llegando a un público de 1,160 personas (Figura 132).



PANEL: **La niña y la mujer en la ciencia**
PERSPECTIVAS DESDE DISTINTAS GENERACIONES

12 de febrero de 2025
10:00 h / Auditorio principal del CICY

10:00 h Bienvenida
10:05 h Presentación de la dinámica
Dra. Maira Rubi Segura Campos
Moderadora del panel

10:10 h Panel
Paola Dzib Moguel, estudiante de secundaria (Talento CICY) y ganadora de Experiencias Yucatán 2024.
Gladdys Alejandra Uribe Casamil, estudiante de preparatoria (Talento CICY).
Lucy Fuentes Sánchez, estudiante de posgrado en Materiales Poliméricos.
Dra. Liliana Alzate Gaviria, investigadora UER.

10:50 h Preguntas del público
11:00 h Mensaje de cierre y entrega de constancias
Dra. Maira Rubi Segura Campos
Directora General del CICY

11 Febrero



Ciencia y Tecnología | **CICY**
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



Dra. Blondy Beatriz Canto Canché
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.



Mujeres científicas cambiando el mundo: experiencias y reflexiones

Ciencia y Tecnología | **CICY**
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación

Figura 132. Actividades de divulgación en el marco del Día y la mujer y la niña en la ciencia.



Café de letras

Invitado especial:

Dr. Adrián Curiel Rivera

Narrador, ensayista y crítico literario mexicano

Jueves
11 de septiembre de 2025
16:00 h / Biblioteca CICY
Entrada libre, público en general

Café de letras

Invitada especial:

DRA. CRISTINA PUGA ESPINOSA

Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales (CEPHCIS)
Universidad Nacional Autónoma de México

Jueves
10 de abril de 2025
16:00 h
Biblioteca CICY



Figura 133. Eventos de divulgación de la ciencia en conferencias, talleres o pláticas.

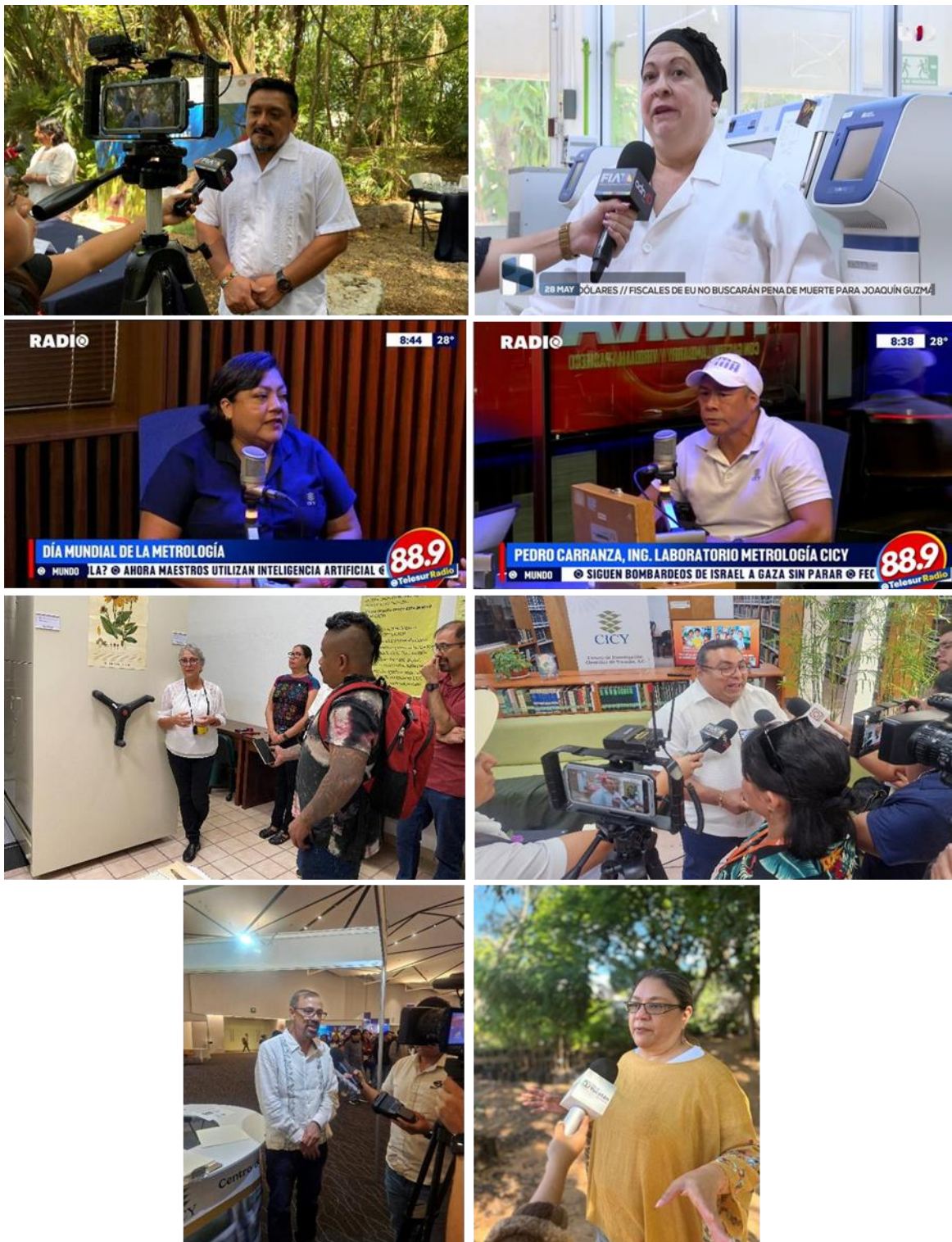


Figura 134. Entrevistas a medios por parte de las diferentes áreas del CICY



Figura 135. Actividades de divulgación en la FILEY 2025

Cabe destacar la participación del CICY en la Feria **Fortaleciendo lazos en el marco curricular común de la nueva escuela mexicana**, evento organizado por la Secundaria Gonzalo Navarro Báez y donde apoyó nuestro Centro para que, a través de actividades de divulgación, se brinde a las y los estudiantes un espacio para reflexionar acerca de la importancia de la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas presentes en los entornos donde se desarrollan. **En este evento masivo participaron 600 personas** quienes escucharon dos pláticas: *SAF: la nueva ruta aérea contra el calentamiento global*; y *Olas de calor: la nueva normalidad*.

En lo que respecta a **redes sociales**, como se observa en la figura 136, durante el 2025 se continuó con el incremento en el número de personas seguidoras, alcanzando **64,827 personas, registrando un crecimiento del 8.2% con respecto al periodo anterior** (59,454 personas seguidoras). Estas métricas son obtenidas de analytics de Google y Meta de Facebook, Instagram, X y Youtube, herramientas proporcionadas por las mismas plataformas que permite a los usuarios medir y analizar.



Figura 136. Seguidores en redes sociales 2025-I y 2024

Tuvimos presencia en los medios digitales para difundir eventos institucionales y relatoría del quehacer institucional en las sedes de Guerrero, Quintana Roo y Yucatán, así como difusión de campañas, pláticas, conferencias, seminarios, etc., logrando llegar a nuevos públicos y tener alcances masivos en nuestros posts. Nuestras publicaciones llegan a tener alcances de más de **34,279** visualizaciones (Figura 137).

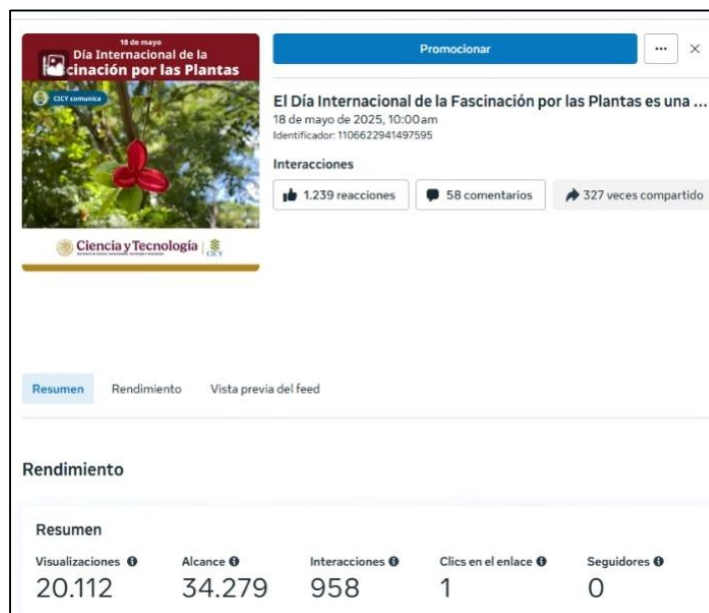


Figura 137. Publicación de mayor alcance en redes.

Al tener como principal aliado las plataformas digitales y los medios de comunicación masiva, la divulgación del Centro obtuvo un avance significativo pues en este 2025-I



se registró un total 450,347 personas alcanzadas en las redes sociales, manteniendo la tendencia y consistencia en el nivel de posteos. No obstante, el nivel de visitantes se incrementó pues, en 2024-I, 77, 193 personas vieron el perfil del CICY, en comparación del mismo periodo del 2025, donde **97,689 personas ingresaron al perfil del Centro**. Gracias a esto, diversos medios masivos establecieron contacto con el Centro para solicitar entrevistas o realizar reportajes, ampliando así la cobertura lograda.

4.3. Difusión del conocimiento

Fomento a la vocación científica

Como parte de las acciones enfocadas al fomento de las vocaciones científicas, durante este 2025-I se realizó la planeación de **Talento CICY 2025** con cinco modalidades: Preparatoria, Secundaria, Docentes, Ruta de la Ciencia y Ruta Urbana de la ciencia, con una expectativa de más de **3,800** jóvenes de nivel secundaria y preparatoria que estarían participando en el programa (Figura 138).



Figura 138. Jóvenes participantes del programa Talento CICY en su modalidad Preparatoria

Destacan como logros la extensión de la **Ruta de la ciencia** a nivel estatal y también en Mérida, en las zonas periurbanas, lo anterior con la colaboración institucional entre la SEGEY y el Ayuntamiento de Mérida. Este 2025 se contempla la ejecución de estas



modalidades en 10 sedes: Seyé, Conkal, Chacsinkin, Abalá, Tekax y Valladolid, en Yucatán; y Dzununcán, Héroes, Caucel y Chablekal, en las comisarías de Mérida.



Figura 139. Convocatoria TALENTO CICY 2025

Para nuestro programa insignia en Vocaciones científicas **“TALENTO CICY”**, es un orgullo que los jóvenes Yucatecos Paola Sofía Dzib Moguel y Leandro Carrillo Angulo, egresados de la modalidad de **secundaria**, fueron ganadores en la ExpoCiencias Nacional 2024, celebrada en Tabasco. Gracias a este logro, obtuvieron la acreditación para participar y representar a México en el evento internacional **Monstratec Novo Hamburgo**, en **Brasil**, con el proyecto **“Mi libreta artesanal: reciclando Tetra Brik®”**, desarrollado en la Unidad de Materiales del CICY bajo la tutoría del Lic. Santiago Duarte Aranda (Técnico académico) y el Dr. Gonzalo Canché Escamilla (Investigador).



Figura 140. Jóvenes egresados de Talento CICY representan a México en el evento internacional Monstratec Novo Hamburgo, en Brasil