



INFORME SEMESTRAL 2022

Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, CP. 97205, Mérida, Yuc., México.
Tel: (52) 99 9942 8330

www.cicy.mx





Contenido

1. PRESENTACIÓN	1
2. DESARROLLO INSTITUCIONAL	2
3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	2
3.1 Aspectos Relevantes	2
3.2 Resultados Obtenidos de las Unidades académicas	6
3.3 Logros Obtenidos	33
3.4 Impactos Generados	37
3.5 Dificultades superadas	41
4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO	44
4.1 Aspectos Relevantes	44
4.2 Resultados Obtenidos	45
4.3 Logros Obtenidos	55
4.4. Impactos Generados	58
4.5 Dificultades superadas	58
5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN	60
5.1 Aspectos Relevantes	60
5.2 Resultados Obtenidos	61
5.3 Logros Obtenidos	89
5.4 Impactos Generados	92
5.5 Dificultades superadas	94
6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA	96
6.1 Aspectos Relevantes	96
6.2 Resultados Obtenidos	97
6.3 Logros Obtenidos	103
6.4 Impactos Generados	106





**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Segunda sesión del
Consejo Directivo 2022

6.5 Dificultades superadas	107
7. SOPORTE A LA GESTIÓN	108
7.1 Administración	108



1. PRESENTACIÓN

En el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY) realizamos investigación científica, formamos recursos humanos, divulgamos conocimiento, desarrollamos y transferimos tecnología e impulsamos el desarrollo sostenible. Nuestro quehacer sustantivo se desarrolla soportado en las Unidades de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas (UBBMP), Biotecnología (UBT), Recursos Naturales (URN), Materiales (UMAT), ubicadas en Mérida, Yucatán; en la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA), con sede en Cancún, Quintana Roo; así como en la Unidad de Energía Renovable (UER) situada en el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán (PCTY) en la comisaría de Sierra Papacal, Mérida, Yucatán.

El presente informe corresponde a las actividades realizadas durante el primer semestre de 2022, basadas en los ejes sustantivos del CICY: investigación, docencia, gestión tecnológica, y divulgación. En este periodo, el capital humano del CICY estuvo integrado por 333 personas, de las cuales 233 son personal científico y tecnológico (incluyendo 14 investigador(a)s de cátedras), 8 mandos medios y superiores, 57 personal administrativo y de apoyo, 6 honorarios asimilados y 29 eventuales.

De la plantilla del personal, 149 son mujeres (44.75%) y 184 son hombres (55.25%). De este porcentaje de la plantilla de mujeres (44.75%), las investigadoras representan el 8.41%, las ingenieras el 2.4%, las técnicas académicas el 18.92%, en puestos administrativos y de apoyo son el 8.41% y, el 1.5% de éstas ocupan puestos en los mandos medios y superiores.

En actividades científicas y tecnológicas en el CICY, participan 234 personas integradas de la siguiente manera: 81 investigadores(a)s en activo (incluyendo 14 del programa Cátedras CONACYT y al Dr. Pedro Iván González Chi que tiene licencia por cargo administrativo), 24 ingeniero(a)s y 129 técnico(a)s académico(a)s.



2. DESARROLLO INSTITUCIONAL

En el marco del Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación, derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Centro definió su Programa Institucional 2022-2024 con el que contribuye al logro de los objetivos definidos en apego a su misión y al plan estratégico que se encuentra en ejecución. En este orden de ideas, las unidades académicas establecieron sus planes de desarrollo para encausar sus líneas de generación de conocimiento, tomar decisiones estratégicas que atiendan a los componentes para alcanzar los fines trazados, tanto para el crecimiento como para el desarrollo institucional. La sociedad no puede avanzar hacia alcanzar mejores niveles de bienestar, sin el uso y aprovechamiento del conocimiento científico y tecnológico, así como de la innovación, de ahí que la pertinencia de un Centro Público de Investigación como es el CICY resulte relevante por las áreas de conocimiento que gestiona, por la madurez de sus programas de investigación, de sus cuadros académicos, su importante formación de recursos humanos de alto nivel y la capacidad de divulgación, así como de vinculación para lograr, cada vez más, un mayor impacto en sus resultados.

3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

2

3.1 Aspectos Relevantes

Durante el primer semestre del 2022, la investigación científica del CICY estuvo a cargo de 81 investigadores en seis Unidades Académicas. Tres Unidades son del área Biológica: la Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas (UBBMP), la Unidad de Biotecnología (UBT) y la Unidad de Recursos Naturales (URN). Los tres restantes son la Unidad de Materiales (UMAT), la Unidad de Energía Renovable (UER) y la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA).

Durante el periodo enero - junio 2022, el 100% de los Investigadores pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), uno en nivel candidato, 41 en nivel I, 28 en nivel II, 9 en el nivel III y 2 investigadores en el nivel Emérito (Figura 1).



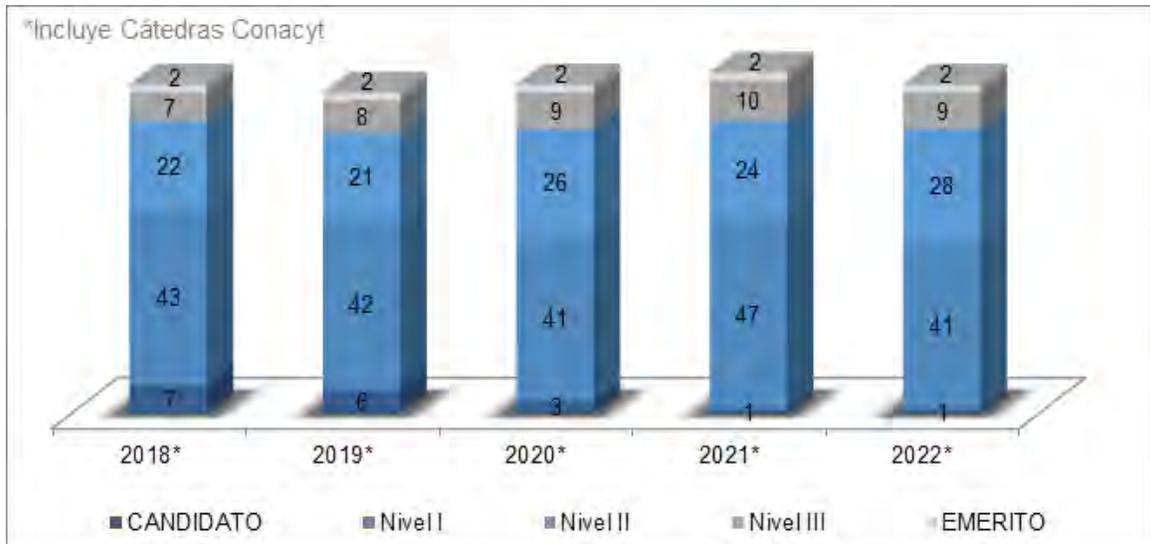


Figura 1. Investigadores en el S.N.I 2018-2022

Derivado del trabajo de las seis Unidades de Investigación, durante el periodo enero-junio 2022, se obtuvieron un total de 93 publicaciones, 88 artículos arbitrados de los cuales 79 fueron artículos indizados con un factor de impacto promedio de 4.66, 2 capítulos de libro y 3 libros. Por consiguiente, se logró un promedio de 1.14 publicaciones por investigador, y un promedio de 0.97 artículos indizados por investigador.

3.1.1 Consecución de Proyectos de Investigación

Durante el periodo enero - junio 2022, el CICY tuvo en ejecución 41 proyectos de investigación, de los cuales 4 concluyeron durante el periodo que se reporta. De acuerdo con el tipo de proyecto, se tuvieron 22 proyectos de Investigación Básica, 19 de Investigación Aplicada, (Figura 2).





Figura 2. Distribución de los tipos de proyectos desarrollados durante el primer semestre 2022.

El 54% de los proyectos realizados fueron proyectos de ciencia básica; en ellos se estudiaron diversos temas orientados al entendimiento, cuidado y conservación de diversos ecosistemas (tanto en tierra como en agua); así como temas relacionados con estudios de cultivos de importancia agrícola y biodiversidad para México. Adicionalmente, se trabajó en la generación de nuevos materiales y fuentes de energía renovables.

La diversificación de las fuentes de financiamiento y el número de proyectos vigentes en el primer semestre se divide de la siguiente manera: 15 proyectos de FOSEC's (Fondos Sectoriales: SEP, SENER); 1 de Fondos Mixtos (FOMIX-Yucatán); 2 FORDECYT, 2 de FOINS; 3 Ciencia de Frontera; 1 PRONACE; 3 Fondos Internacionales-terceros (Tropic Safe-Alma Mater Studiorum Universita Di Bologna, US NAVY, Global Botanic Garden Conservation International); y 14 Nacionales-terceros (CIATEJ, INECOL, CIO, UC-MEXUS, UADY, CINVESTAV, Instituto de energías Renovables, ECOSUR, KEKÉN).

Es importante resaltar que, de los 41 proyectos de investigación obtenidos, 31 de ellos tuvieron participación con otras instituciones tanto nacionales como internacionales, por lo tanto, el indicador: número de proyectos interinstitucionales/número de proyectos de



investigación alcanzó el 75.6%. A continuación, se muestra el porcentaje de proyectos por fuente de financiamiento (Figura 3).

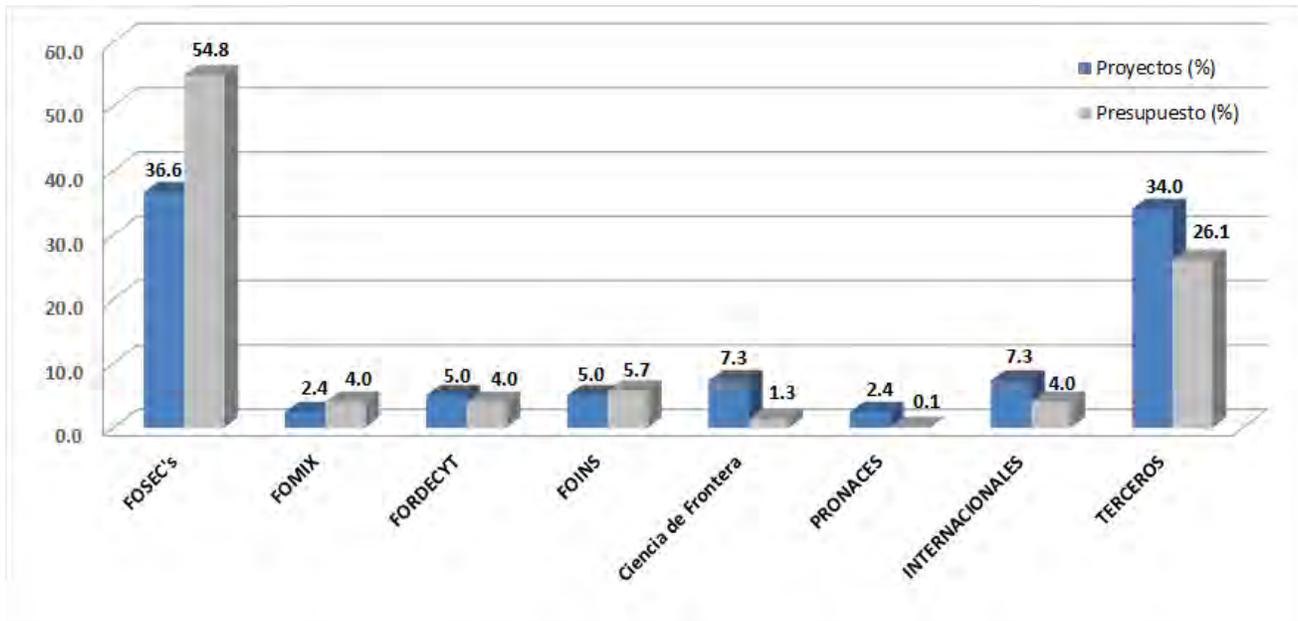


Figura 3. Porcentaje de proyectos y presupuesto obtenido por fuentes de financiamiento.

La diversificación observada de las fuentes de financiamiento de los proyectos muestra que se trabajó para captar recursos económicos de diversas fuentes, encontrándose oportunidades de consecución de recursos para las áreas sustantivas del Centro.

Adicionalmente, durante el periodo que se reporta, el CICY participó en 6 convocatorias de 5 fondos, sometiendo un total de 8 propuestas de proyectos de investigación por un monto total de \$13,240,764.00; de los cuales 1 proyecto fue aprobado en la convocatoria "Fortalecimiento de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos 2022" por un monto de \$2,000,000.00.

Además, se cuenta con 3 proyectos aprobados durante el periodo que se reporta, sometidos a finales del 2021 en la convocatoria de Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera, Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022. Con un monto total de \$1,722,099.00. Cabe mencionar que CICY participa como responsable técnico de los 4 proyectos aprobados.



Es importante resaltar que, dada la reducción de convocatorias a la que el Centro pudo acceder en el primer semestre, se refleja en una disminución en la proporción de propuestas sometidas y el número de proyectos aprobados.

3.2 Resultados Obtenidos de las Unidades académicas

3.2.1 Generación de conocimiento

Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas (UBBMP)

La Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas (UBBMP) tiene la misión de realizar investigación básica y formar recursos humanos de alto nivel, en las áreas de la Bioquímica, la Biología Molecular, la Biología Celular, la Genética y la Fisiología de células vegetales. La UBBMP está avanzando hacia las nuevas tecnologías “ómicas”, procurando realizar proyectos más cercanos a las necesidades sociales y económicas de nuestro país. Para el periodo que se informa se cuenta con 14 investigadores adscritos a la Unidad, 8 proyectos vigentes y 15 publicaciones, 9 de las cuales son indizadas. En la Figura 4 se presentan algunos de los principales resultados de Investigación de la UBBMP publicados durante el primer semestre del 2022.

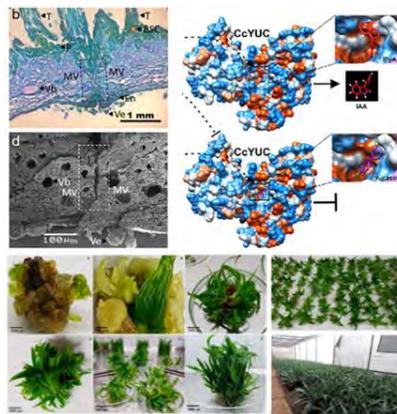


Figura 4. Resultados de investigación en la UBBMP en el 2022

La UBBMP continuó trabajando en la optimización de las investigaciones en las que utilizó herramientas como la proteómica, el uso del microscopio confocal y el microtomo de congelamiento, ya que con éstas se pudo mejorar la calidad de las publicaciones internacionales y tener un mejor impacto en la formación de nuestros egresados, así como, en sus trabajos de tesis. A través del uso de estas herramientas se publicaron en este





semestre artículos de investigación en revistas de alto factor de impacto, por ejemplo: *Frontier in Plant Science* (F.I. 6.62), *Proteins-structure Function and Bioinformatics* (4.08) y *Physiology and Molecular Biology of Plants* (3.02).

Cabe señalar que, debido al fortalecimiento en el 2021 del Laboratorio de Microscopía de la Unidad, a través de la adquisición de un estereomicroscopio Leica modelo M205FA y la modernización del microscopio Confocal FV 1000 de Olympus con la incorporación de una platina motorizada y de un objetivo 4X, se espera diversificar de manera amplia los usos de la microscopia de fluorescencia e, incluso, brindar servicios a la sociedad en esta área. En este semestre la responsable del Laboratorio de Microscopía de la Unidad, la Dra. Ángela Ku, se ha entrenado en el funcionamiento de este nuevo equipo, así como en el uso de la platina motorizada (Figura 5).

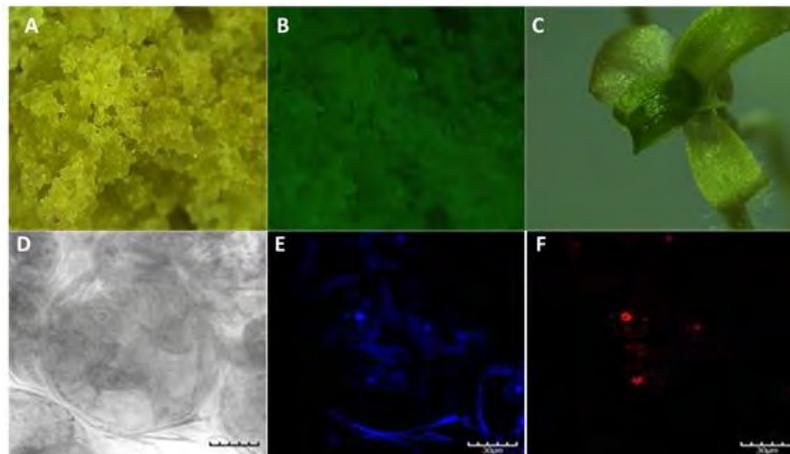


Figura 5. Fortalecimiento de las capacidades en técnicas de fluorescencia. A-C. Imágenes tomadas con el estereomicroscopio Leica modelo M205FA. D-E. Imágenes tomadas con el microscopio Confocal FV 1000 Olympus.

Los Doctores Enrique Castaño y Ángela Ku presentaron en el 2021 la propuesta de proyecto “Connecting the mexican biomaging community throug an educational workshop” en la Convocatoria “Chan Zuckerberg initiative”, en colaboración con el Dr. Christopher Wood (Instituto de Biotecnología, UNAM), Director del laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada-UNAM, la cual fue aprobada e inició sus actividades en este año. Es importante destacar que nuestra Unidad es la única comunidad de microscopía de la región sureste del país que participa en este proyecto. Los principales objetivos del mismo son: iniciar alianzas de colaboración entre las instituciones importantes de microscopía existentes, a





través de la creación de un programa de talleres conjuntos, mejorar la capacitación del personal de estas instituciones en los aspectos técnicos y académicos, crear una plataforma para la expansión futura de la comunidad de microscopía y ampliar la integración internacional, así como registrar formalmente alianzas mexicanas de bioimagen como un grupo de apoyo sin fines de lucro, entre otras. En el semestre, la Dra. Ángela ha participado en los dos primeros talleres que se han realizado dentro del proyecto, el primero (Fundamentos de Microscopía) desarrollado en Cuernavaca, y el segundo (Microscopía Avanzada: iniciación a la microscopía avanzada) desarrollado en la Facultad de Ciencias de la UNAM. El tercer taller (Fundamentos de Microscopía) lo organizará nuestra Unidad y se llevará a cabo en octubre de este año.

De igual manera y en seguimiento a la adquisición del instrumento UHPLC Ultimate 3000RS en el 2021, las técnicas responsables de los HPLC, M.C. Rosa María Galaz y Adriana Canto, así como las técnicas M.C. Ligia Brito y M.C. Miriam Monforte recibieron entrenamiento especializado en el manejo del software de este equipo y están organizando el curso para impartir a los usuarios en el segundo semestre del año. Se espera que este fortalecimiento del área de microscopía de fluorescencia y de cromatografía de líquidos logre atraer a estudiantes de la región, del país y del extranjero, lo cual permitiría que el posgrado del CICY se vea favorecido.

En colaboración con la Secretaría de la Cultura y las Artes del Estado de Yucatán (SEDECULTA) se realizó el Taller de Economía Creativa en la Casa de la Cultura del municipio de Halachó, Yucatán, donde participaron más de 20 artesanos dedicados a la elaboración de estas artesanías (Figura 6). A través de esta propuesta de solución, basada en el análisis del diagnóstico (aplicación de encuestas), se esperan obtener los siguientes impactos: 1. En el marco de la puesta en marcha del Tren Maya, ofrecer una alternativa metodológica integral que considere diversos aspectos (biología, agua, materiales, emprendimiento y turismo alternativo) de la cadena de valor, susceptibles de ser aplicables a otros entornos, 2. Contribuir al beneficio de cerca de 4,000 familias dedicadas a la elaboración de las artesanías en la región de estudio determinada, 3. Otorgar argumentos a las instituciones federales, estatales y municipales, las cuales ofrecen su financiamiento para la creación y desarrollo de micro negocios artesanales que les permitan definir o redefinir normas que ayuden a una mejor aplicación de los recursos destinados a estos apoyos y 4. Contribuir al desarrollo personal y económico de las actividades que coadyuve al desarrollo económico de la región.





Figura 6. Taller de Economía Creativa en la Casa de la Cultura del municipio de Halachó, Yucatán

Adicionalmente, se avanzó en el proceso de reestructuración de las líneas de investigación de la Unidad, teniendo siempre presente las demandas actuales de política pública para México. En el semestre, la comisión de reestructuración de la Unidad, integrada por los miembros del Comité Académico de la Unidad (CAU), además de dos profesores de la Unidad, integró todas las recomendaciones realizadas por el pleno de los investigadores de la UBBMP a la propuesta inicial de reestructuración, y elaboró una nueva propuesta. Cabe señalar que esta reestructuración de las líneas de investigación implica un cambio profundo, que abarca desde un cambio de nombre, misión y visión de la Unidad, hasta un nuevo esquema de trabajo (líneas de investigación). Esta propuesta se estará presentando ante el Consejo Técnico Consultivo Interno para su análisis en el segundo semestre del año. Esta reestructuración se encuentra dentro del plan de desarrollo de la Unidad y está alineada al Programa Institucional y a la Planeación Estratégica Institucional, así como al programa Especial de Ciencia y tecnología e Innovación (PECITI) y el Programa Nacional de Desarrollo (PND).

La producción científica que se generó en la UBBMP durante el semestre fue de 15 publicaciones, divididas en 10 artículos, 9 de ellos en revistas indexadas con un factor de impacto promedio de 4.2, un capítulo de libro como autor de correspondencia y 4 artículos de divulgación.



Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las cuatro líneas de investigación de la UBBMP para el primer semestre de 2022 fueron los siguientes:

Interacción planta-ambiente

Esta línea de investigación contó con la participación de 7 investigadores y 2 proyectos en ejecución. La Dra. Luisa López Ochoa continuó con el proyecto “Diseción molecular de los componentes genómicos de PMeV-Mx, un virus similar a umbravirus asociado a meleira de la papaya en México” y de igual forma el Dr. Ignacio Islas continuó trabajando en el proyecto “Análisis de semillas de cocotero (*Cocos nucifera* L.) con diferente grado de madurez para determinar el efecto del proteoma y el metaboloma en la calidad del endospermo líquido y sólido”.

Metabolismo secundario e ingeniería metabólica

Esta línea de investigación contó con 4 investigadores y 2 proyectos de investigación vigentes. Los proyectos ejecutados durante este primer semestre fueron el del Dr. Enrique Castaño titulado “Análisis bioquímico y molecular de la biosíntesis de betalainas en *Stenocereun queretaroensis*, una cactácea mexicana” y del Dr. Felipe Vázquez Flota titulado “Localización de los sitios de síntesis y acumulación de alcaloides bencilisoquinólicos en *Argemone mexicana* L. (chicalote)”.

Morfogénesis y regulación génica

En esta línea de investigación se contó con la participación de 5 investigadores y tuvo 3 proyectos de investigación. El Dr. Víctor M. Loyola Vargas fue responsable del proyecto “Generación de estrategias científicas, tecnológicas con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para afrontar la amenaza que representan los complejos ambrosiales en los sectores agrícolas y forestales de México”, el cual concluyó en el semestre. Igualmente, se encuentran en ejecución el proyecto del Dr. Victor Aguilar Hernández, investigador catedrático de nuestra Unidad, titulado “Establecer las bases de la tolerancia a la sequía mediada por ATL78 de *Arabidopsis thaliana*, una E3 ubicuitin ligasa del tipo RING”. La Dra. Nancy Santana continuó trabajando en el proyecto de Problemas Nacionales, titulado “Establecimiento de una tecnología para la producción eficiente y el establecimiento en campo de propágulos de piña (*Anana comosus* Berk) de alta calidad integrando métodos biotecnológicos con los métodos tradicionales de manejo de cultivos empleados en las áreas de producción”. El impacto de este proyecto se relaciona con el papel de la sociedad



de productores de piña en la península de Yucatán; con pequeños productores (mujeres y hombres). Este proyecto, que concluye el 4 de julio, se consideró un caso de éxito, no sólo por su impacto social, sino también porque generó una tecnología de micropropagación de piña (Figura 7), donde se integra la biotecnología con el manejo tradicional del cultivo y se publicó por primera vez la embriogénesis somática indirecta de piña como una alternativa altamente eficiente y genéticamente confiable para la propagación clonal de esta especie



Figura 7. Tecnología para la micropropagación de la piña (*Anana comosus* L. Merr.).

Genética vegetal

En esta línea de investigación se contó con la participación de 2 investigadores y 1 proyecto vigente de Ciencia de Frontera, cuyo título es “Determinación de la función de los tres genes de la ruta de biosíntesis de Bixina en organismos heterólogos” a cargo de la Dra. Renata Rivera Madrid, cuyo objetivo fue conocer la función de los genes propuestos de la ruta de síntesis de Bixina BoCCD, BoADH y BoMTH en dos tipos de organismos heterólogos *Escherichia coli* y plantas (*Solanum lycopersicum* y *Carica papaya*). Se destaca el artículo publicado por la Dra. Renata Rivera en la revista Frontier in Plant Science, una de las de mayor impacto en nuestra área (Figura 8).



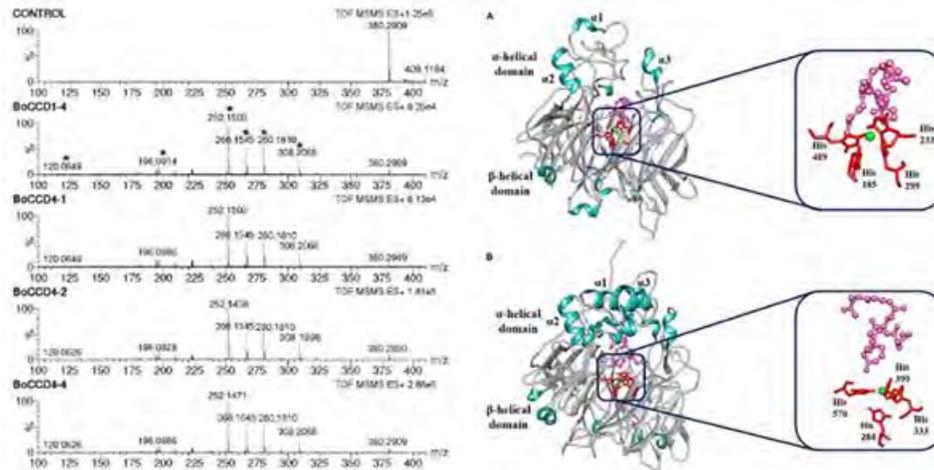


Figura 8. Algunos de los resultados de investigación publicados por el grupo de la Dra. Renata Rivera Madrid en *Frontiers in Plant Science* (doi:10.3389/fpls.2022.829089).

Unidad de Biotecnología (UBT)

La UBT lleva a cabo proyectos de investigación, en el área biotecnológica, orientados a producir bienes o servicios de relevancia para la sociedad mexicana, la protección del medio ambiente y el crecimiento económico del país. Para el periodo que se informa se cuenta con 16 investigadoras e investigadores adscritos a la Unidad.

Como acciones de mejora continua y con base en la planeación estratégica institucional, se elaboró el Plan de Desarrollo de la Unidad, el cual se discutió y consensuó en el seno del colegio de profesores y profesoras; el resultado del análisis originó la necesidad de fortalecer el desempeño de las Líneas de Generación y/o Aplicación y del Conocimiento (LGAC).

En lo que corresponde a proyectos de investigación, durante el primer semestre de 2022 la UBT tuvo 15 proyectos con un enfoque biotecnológico. Asimismo, la UBT registró 24 publicaciones, de las cuales 18 fueron artículos indizados en revistas con un factor de impacto mayor a 5 (de acuerdo al Journal Citation Reports) tales como “Journal of Fungi”, “Frontiers in Microbiology” y “Frontiers in Plant Science”.



Figura 9. Investigación en la Unidad de Biotecnología

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las líneas de investigación de la UBT para el primer semestre de 2022 fueron los siguientes:

Agrobiotecnología

Esta línea de investigación tiene la participación de 11 investigadoras e investigadores y una investigadora por México; contó con siete proyectos con enfoque agrobiotecnológico, destacando proyectos vigentes durante el periodo como “Estrategias multidisciplinares para incrementar el valor de las cadenas productivas de café, frijol, mango, agave mezcalero y productos acuícolas (tilapia) en la región pacifico sur, a través de la ciencia, la tecnología y la innovación” de la convocatoria FORDECYT, teniendo como responsable técnico al Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer, además de los proyectos “La participación de las auxinas en la metilación de novo en el ADN de Agave Angustifolia Haw: Una vía para la formación de somaclonas albinas” de la Convocatoria Ciencia Básica que tiene como responsable técnica a la Dra. Clelia De la Peña, y el proyecto de Ciencia Básica, “Estudio del desarrollo de cloroplastos mediante dispositivos optofluídicos”, que se realiza en colaboración con el CIO y donde la Dra. Clelia de la Peña Seaman funge como responsable técnica del CICY. También durante este primer semestre se aprobaron dos proyectos de la convocatoria Ciencia Básica y/o Ciencia de Frontera. Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia





2022: “Estudio bioinformático del proceso de domesticación de *Carica papaya* y el papel de los factores de transcripción involucrados en su respuesta a cambio climático” y “Predicción de efectores no canónicos: trascendiendo los límites de la efectorómica”, siendo los responsables el Dr. Jorge Santamaría Fernández y la Dra. Blondy Canto Canché respectivamente. Por otra parte, durante el primer semestre de 2022 finalizaron los proyectos “Caracterización funcional de factores de transcripción de plátano con potencial para generar resistencia contra la enfermedad de la Sigatoka negra”, de la convocatoria FOSEC, bajo la responsabilidad técnica del Dr. Santy Peraza, y “Insect-borne prokaryote-associated diseases in tropical and subtropical perennial crops” de la convocatoria internacional de la Comunidad Europea, que tiene al Dr. Carlos Oropeza como responsable técnico.

Biología de productos naturales

En esta línea de investigación contribuyen cuatro investigadoras e investigadores y durante el primer semestre de 2022 contó con tres proyectos centrados en la identificación de metabolitos secundarios para su aplicación en el tratamiento de enfermedades con incidencia en humanos, a nivel agrícola y a nivel bovino y pecuario; entre los proyectos vigentes se puede mencionar el proyecto “Aislamiento y evaluación antiviral de los componentes presentes en *Diospyros anisandra* y *Caesalpinia yucatanensis*” de la convocatoria de Investigación Científica Básica, que tiene como responsable técnica a la Dra. Rocío de Lourdes Borges Argáez y el proyecto “Incorporación de productos biorracionales de la flora regional en el manejo integrado de enfermedades en condiciones protegidas y en cultivos hortícolas de traspatio” bajo la responsabilidad técnica de la Dra. Marcela Gamboa Angulo. Asimismo, durante este periodo concluyó el proyecto “Valoración de los recursos vegetales, naturales y renovables de la península de Yucatán”, de la convocatoria SEP-CONACYT-ANUIES-ECOS NORD, realizado por el Dr. Luis Manuel Peña Rodríguez.

Biología de microorganismos

Esta línea de investigación tuvo la participación de siete investigadoras e investigadores con cinco proyectos vigentes dirigidos a la obtención y la caracterización de macromoléculas con potencial aplicación industrial, utilizando herramientas moleculares y bioquímicas, incluyendo el proyecto de Ciencia Básica “Edición de los promotores de CrGPDH2 y CrGPDH3 mediante CRISPR/Cpf1, para investigar el mecanismo de respuesta al



estrés abiótico en la microalga verde *Chlamydomonas Reinhardtii*”, liderado por la Dra. Virginia Aurora Herrera Valencia y el proyecto “Efecto de la domesticación en árboles multipropósito de la Península de Yucatán: Ecología y genómica funcional de *Cordia Dodecandra*” (Ciencia Básica), realizado en colaboración con la UADY, con la Dra. Ingrid Aileen O’Connor Sánchez como responsable técnica del CICY. Este grupo también cuenta con dos proyectos de la convocatoria de Ciencia de Frontera: “Estudio de la composición de la microbiota genital en hombres y su relación con la infección por el virus de papiloma humano: generando conocimiento de frontera con impacto en la salud”, con la Dra. Aileen O’Connor Sánchez como colaboradora principal del proyecto por parte del CICY y “Filogenómica, bioquímica y papel biológico de las sintasas de ácido hialurónico en hongos filamentosos”, siendo el Dr. Jorge Humberto Ramírez Prado colaborador principal del proyecto por parte del CICY. El Dr. Ramírez Prado obtuvo, como responsable técnico, el proyecto aprobado a finales del 2021 en la convocatoria Área de Conservación Kekén “Inventario de la diversidad de hongos macromicetos del área de conservación Kekén”.

Unidad de Recursos Naturales (URN)

La Unidad de Recursos Naturales realiza estudios que contribuyen a la conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales de Mesoamérica, en particular de México y muy especialmente, de la península de Yucatán. Los estudios de la biodiversidad se realizan a diferentes niveles: ecosistemas, paisajes, especies, poblaciones y genes de diversos grupos de organismos (Figura 10), dentro de las áreas geográficas antes señaladas.



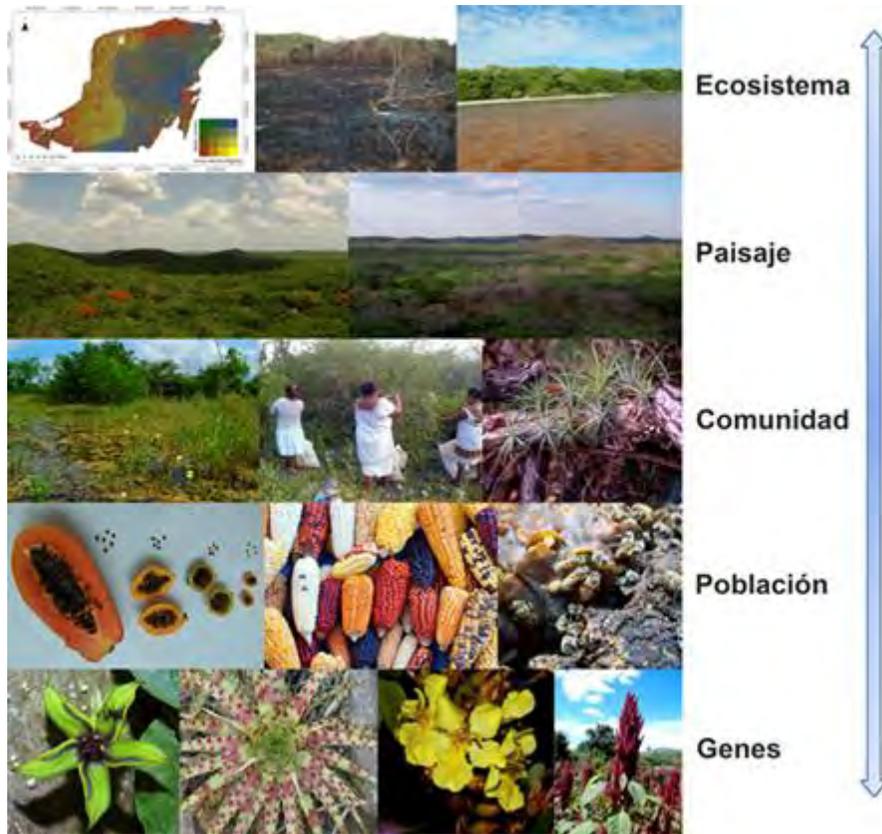


Figura 10. Diferentes niveles de investigación en la URN

La URN cuenta con cuatro líneas de investigación: Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural, Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales, Servicios Ambientales de la Biodiversidad y Sistemática y Florística. La URN también tiene a su cuidado la mejor colección de plantas herborizadas de toda la península de Yucatán (Herbario CICY), el herbario más grande del Sureste de México y el noveno en el país de casi 60 activos. Asimismo, creó y mantiene la Flora Digital de la península de Yucatán (https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php) y el órgano de divulgación de la ciencia, Desde el Herbario CICY (https://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario), creado en el año 2009, con publicaciones de divulgación semanales y arbitradas (ISSN: 2395-8790).

Como acciones de mejora continua y con base en la planeación estratégica institucional, se elaboró el Plan de Desarrollo de la Unidad, el cual se discutió y consensuó en el seno del





colegio de profesores; el resultado del análisis originó la necesidad de fortalecer el desempeño de las Líneas de Generación y/o Aplicación y del Conocimiento (LGAC).

Para el periodo que se informa, la URN cuenta con 13 investigadores adscritos y 9 proyectos vigentes.

A partir del primer semestre del 2022, contamos con 13 investigadores, ya que en el año 2021 un investigador falleció y otro renunció; nuestra planta de personal técnico incluye 17 académicos, ya que en diciembre 2021 se jubiló uno de ellos. En el primer semestre, se comenzó el proceso de contratación de un investigador en el área de restauración ecológica, dentro de la línea de Servicios Ambientales, contratación que debe concretarse en el segundo semestre del año.

En este primer semestre, publicamos un promedio de un artículo indizado por investigador(a) (13 artículos), y un promedio de 1.6 de artículos por investigador(a) (21 en total), incluyendo seis artículos de divulgación. El factor de impacto promedio de los artículos indizados subió en este primer semestre en comparación con el del año 2021 (de 4.96 a 7.605). Es importante destacar que adicionalmente dos técnicos académicos y un ingeniero publicaron dos artículos de divulgación y uno de investigación.

La URN cuenta con cuatro posdoctorantes, gracias a la Convocatoria de Estancias Posdoctorales por México, de los cuales tres ya tienen renovación por un año, mientras que la cuarta someterá a finales de septiembre.

Con relación a los nueve proyectos vigentes representan un promedio de 0.7 proyectos/investigador, y adicionalmente se obtuvo financiamiento para tres proyectos más dentro de: PRONACES, Paradigmas y Controversias de la Ciencia, y uno de recursos propios con la Universidad de Edimburgo.

Es importante hacer notar, que investigadores de la URN participan en proyectos de alto impacto científico, social y ambiental en colaboración con otras instituciones (razón por la cual los responsables técnicos y administrativos son de otras instituciones y, por lo tanto, no figuran en los indicadores del CICY). Estos proyectos son dos:

El proyecto donde CICY en general y la URN en particular ha tenido un rol activo, es en el proyecto “El impacto de megaproyectos en sistemas socioecológicos desde una perspectiva transdisciplinaria: el programa de desarrollo integral en los territorios del Tren Maya” siendo la Dra. Casandra Reyes la responsable técnica en CICY, [Tren maya-ECOSUR].





El responsable técnico del proyecto es el Dr. Miguel Ángel Díaz de El Colegio de la Frontera Sur (Tabasco). Investigadores y técnicos de las unidades de Recursos Naturales y de Ciencias del Agua del Centro, tienen una fuerte participación en el proyecto (15 participantes en total), contribuyendo en el análisis de los cambios en la biodiversidad en la zona, los usos de la naturaleza, los servicios ambientales, así como en estudios de los mantos freáticos y la calidad del agua. La primera reunión de trabajo presencial del equipo se llevó a cabo en el Jardín Botánico Roger Orellana del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), con la participación de 18 investigadores pertenecientes a CICY, ECOSUR-Unidades Tabasco, Campeche y Chiapas), la Junta Intermunicipal biocultural del PUUC-JIBIOPUUC y la Asociación Investigación y Soluciones Socioambientales (Sur Verde) A.C. los días 28 y 29 de junio del 2022.

El Proyecto Tren Maya comprende un profundo reordenamiento del sureste mexicano, impactando sobre un área que aún presenta una gran diversidad biológica y donde hay alta presencia del pueblo Maya. El proyecto fortalece la capacidad de organización y empoderamiento de los diferentes actores sociales que habitan los territorios que serán impactados por el megaproyecto asociado al Tren Maya, a partir de información independiente y certera generada por un monitoreo que favorezca la autogestión del territorio con la finalidad de co-fortalecer la salvaguarda de la biodiversidad y patrimonio biocultural con un enfoque de desarrollo orientado a la sustentabilidad. Esto a partir de procesos participativos, co-generativos para la producción de conocimiento independiente, confiable, continuo, accesible y asequible que permita reconocer y alertar sobre las condiciones de cambio del sistema de estudio durante los próximos tres años. El proyecto comprende a un grupo transdisciplinario de biólogos, antropólogos, historiadores e ingenieros ambientales que trabajarán con dos comunidades situadas en el paso del tren, en los municipios de Calakmul y Puerto Morelos para llegar a ordenamientos comunitarios donde se construya conocimiento conjunto acerca de la relación de las comunidades con los recursos naturales a través de sus actividades productivas y sociales, propiciando el empoderamiento consciente ante escenarios de riesgo en los próximos 3 años.

La participación del personal académico (investigadores y técnicos) en programas de alta relevancia regional, ha sido igualmente notable. La URN ha tenido una participación activa en los talleres del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY). La contribución de los datos del proyecto “Estimación de Biomasa aérea en bosques tropicales de la península de Yucatán, utilizando datos de campo y sensores





remotos”, han sido remarcable, tal es así que la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado, responsable de la coordinación de la actualización del POETY, solicitó las Bases de Datos Regionales sobre Densidad de Masa Aérea y sobre Riqueza de Especies de la Flora, para ser incorporados en la actualización. Asimismo, la metodología empleada para mejorar la precisión de los mapas, se usó para calcular factores de corrección en la estimación de factores de emisión de gases de efecto invernadero por parte del Estado de Yucatán. Por último, el mapa de biomasa generado en el proyecto fue utilizado para generar mapas comunitarios de carbono en varios ejidos en la península de Yucatán por las oficinas del Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del PNUD en México (Figura 11).

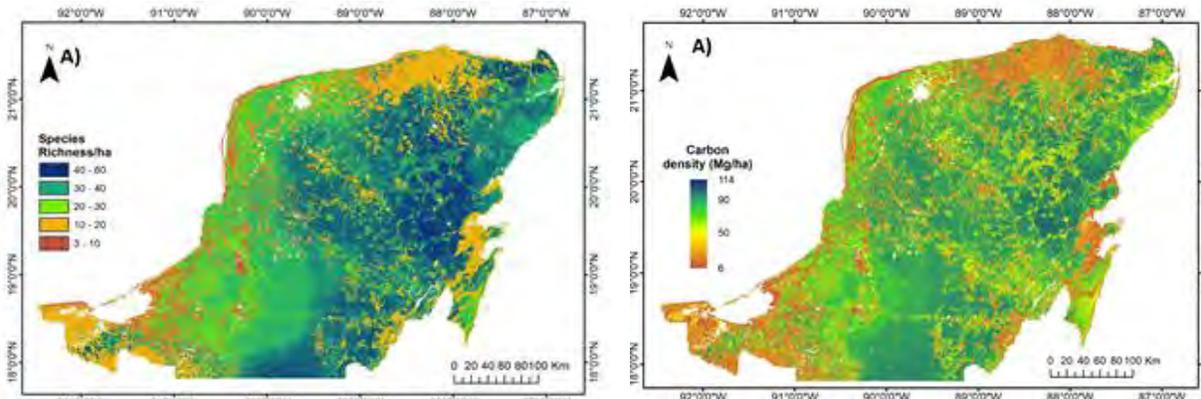


Figura 11. Mapas sobre riqueza de especies de la península de Yucatán y sobre densidad de carbono en la vegetación de la península de Yucatán respectivamente.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las cuatro líneas de investigación para este primer semestre, son los siguientes:

Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural

Esta línea realiza investigación multidisciplinaria enfocada a conocer los elementos de la agrobiodiversidad utilizada por las poblaciones humanas que conservan las tradiciones de los pueblos originarios de Mesoamérica, así como su distribución temporal, geográfica, ecológica, genética y cultural. Dichos conocimientos contribuyen a la conservación, bioseguridad, aprovechamiento sustentable y mejoramiento de los recursos genéticos.

Esta línea cuenta con 4 investigadoras e investigadores y 3 proyectos vigentes: Dos proyectos de la Dra. Mariana Chávez como Responsable Técnico: “Utilizando genómica del





paisaje para evaluar adaptación local en poblaciones silvestres de papaya (*Carica papaya*) en su centro de origen” (FONSEC SEP-Conacyt) y un segundo proyecto titulado: “¿Pueden las señales genómicas de adaptación local a sitios de reproducción, ayudar a predecir asociaciones microclimáticas en sitios invernales?” (UC MEXUS-Conacyt). El Dr. Jaime Martínez Castillo organizó de forma exitosa desde su estancia sabática en la Universidad Central de Ecuador, el II Internacional Symposium on Lima Bean (*Phaseolus lunatus* L.): retos y perspectivas ante escenarios de cambio climático” el cual se llevó de forma mixta (presencial y virtual) del 22 al 24 de junio. El Ing. Miguel Fernández y el Dr. Javier Mijangos, dirigen el proyecto: “Conservación, uso sostenible, incremento de la capacidad productiva y revalorización de la Milpa Maya en Yucatán” (FOMIX-Yucatán), dentro del cual se organizó el evento: “U nekíl Ko’ol-Encuentro de semillas de la milpa 2022” en la localidad de Xoy, Peto, Yucatán. Adicionalmente, se inició la siembra de maíz y calabaza en una parcela experimental de milpa, en colaboración con la Universidad de Oriente (UNO). Asimismo, se diseñó, construyó e instaló, en colaboración con la Unidad de Energía Renovable del CICY, un sistema de riego fotovoltaico para mejorar la productividad de la milpa en parcelas demostrativas en Tizimín y Conkal (Figura 12).



Figura 12. Instalación de sistema de riego fotovoltaico en parcelas demostrativa en Tizimín y Conkal.

Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales

Esta línea realizó investigación multidisciplinaria relacionada con cambios en los procesos ecosistémicos y en el capital natural (ecosistemas, especies y genes) debido a variaciones en los procesos fundamentales que definen el funcionamiento del planeta, derivados de las actividades humanas.



Tiene la participación de 3 investigadoras, investigadores, y dos proyectos. El primero dirigido por la Dra. Casandra Reyes: “Revisión de los grupos funcionales de las bromeliáceas epífitas considerando rasgos de especies en ecosistemas áridos y semiáridos” dentro de la convocatoria de Ciencia Básica/Ciencia de Frontera, en la Modalidad: Paradigmas y Controversias de la Ciencia 2022. El segundo, tiene como Responsable técnico al Dr. José Luis Hernández-Stefanoni, con la Universidad de Edimburgo, titulado: SECO, un proyecto de investigación financiado por NERC que generará las primeras estimaciones de flujos de carbono clave en los bosques tropicales secos. Colaboran más de 20 países y se utilizarán datos de más de 600 parcelas forestales y sensores remotos de radar para comprender cómo está cambiando la vegetación de los trópicos secos. Este es el proyecto más grande en su tipo y generará nuevos conocimientos científicos sobre la ecología de las sabanas y los bosques tropicales secos a nivel mundial. Los resultados de este proyecto tendrán implicaciones importantes para el balance global de carbono y el modelado de la vegetación global, que son cruciales para comprender mejor el cambio climático. La URN participará estimando la biomasa de la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia (52 parcelas en total). El segundo conjunto de datos consiste en diferentes parcelas establecidas en dos cronosecuencias, una en bosques tropicales secos (276 parcelas) y otra en selva baja caducifolia (100 parcelas).

Servicios Ambientales de la Biodiversidad

Esta línea involucra investigación multidisciplinaria para incrementar el conocimiento de los servicios proporcionados por la biodiversidad y su relación con la resiliencia de los ecosistemas.

Esta línea cuenta con una investigadora, un investigador y un proyecto vigente tiene por título: “Fortalecimiento del papel etnobiológico del Jardín Botánico Regional Roger Orellana: las selvas de la península de Yucatán, un recurso que debemos conservar, investigar y difundir”, que tiene como responsable técnico a la Dra. Azucena Canto, fue aprobado dentro de la convocatoria “Fortalecimiento de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos 2022, Fondo F003: Programas Nacionales Estratégicos de Ciencia, Tecnología y Vinculación con los sectores social, público y privado”. En este proyecto colaboran otros grupos del centro (Jardín Botánico, Departamento de Divulgación).



Sistemática y Florística

En esta línea se realiza investigación en temas de biología reproductiva, florística, biogeografía, filogeografía, sistemática, evolución y filogenia de plantas del Neotrópico.

En Sistemática y Florística se cuenta con 4 investigadoras e investigadores y, tiene a su cargo el Herbario CICY, la Flora Digital de la península de Yucatán y 4 proyectos vigentes. El proyecto “La diversificación de *Hechtia* Klotzsch (Bromeliaceae) y su colonización de Megaméxico: evidencia filogenética, filogeográfica y la exploración de patrones en el espacio geográfico, ecológico y morfológico”, cuya responsable técnica es la Dra. Ivón Ramírez (CB-2016). El proyecto titulado: “Endemic species in small freshwater lagoons in the Yucatan Caliche” financiado por el Botanic Gardens Conservation International, que tiene como responsable técnico al Dr. Rodrigo Duno de Stefano. Se firmó un Convenio Marco de colaboración, académica, científica y tecnológica con Grupo Porcícola Mexicano, S.A. de C.V, donde el Dr. Germán Carnevali lidera el proyecto titulado “Listado florístico digital ilustrado del Área de Conservación Kinchil, Yucatán”. La Dra. Ivonne Sánchez es la responsable técnica del proyecto titulado “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” (Convocatoria Ciencia de Frontera).

Unidad de Materiales (UMAT)

La UMAT genera conocimiento, forma recursos humanos de alto nivel y desarrolla tecnologías en el área de materiales poliméricos, con el fin de contribuir a la solución de problemas en el ámbito local, nacional e internacional, mediante la investigación básica y aplicada, la vinculación con el sector social y productivo, y la difusión de los logros científicos y tecnológicos. Sus líneas de investigación son: Materiales Compuestos y Nanomateriales, Materiales para Medicina Regenerativa, Materiales para Aplicaciones Especializadas y Reciclado y Procesamiento de Materiales. Algunos ejemplos de los resultados logrados se ilustran en la Figura 13

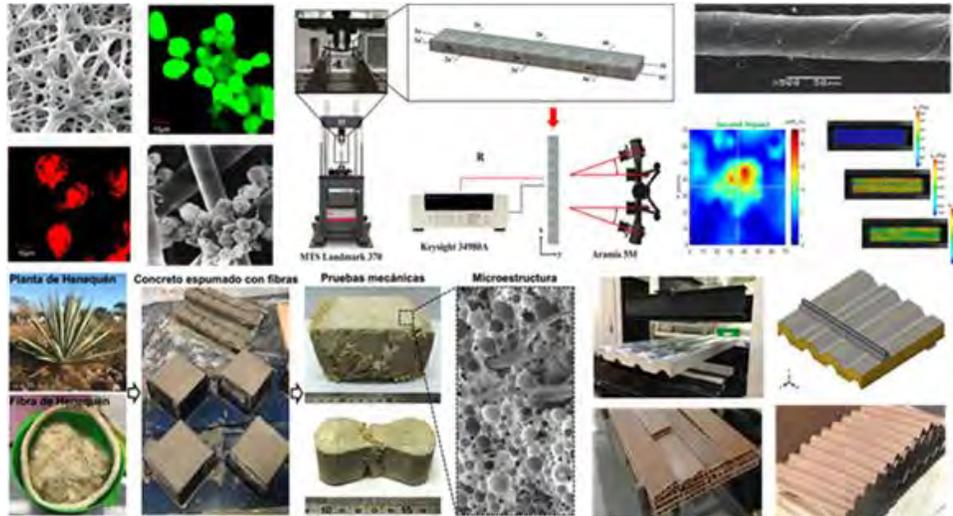


Figura 13. Algunos resultados en Investigación en la Unidad de Materiales durante 2022.

Como acciones de mejora continua y con base en la planeación estratégica institucional, se elaboró el Plan de Desarrollo de la Unidad, el cual se discutió y consensuó en el seno del colegio de profesores; el resultado del análisis originó la necesidad de fortalecer el desempeño de las Líneas de Generación y/o Aplicación y del Conocimiento (LGAC).

En el primer semestre, la Unidad de Materiales cuenta con 17 investigadoras e investigadores adscritos y 5 proyectos vigentes.

Como parte de la productividad académica, se generaron durante este semestre un total de 29 publicaciones científicas, de las cuales 22 artículos fueron publicados en revistas indizadas internacionales, 1 libro y 6 artículos de divulgación.

En el mes de marzo de 2022 se sometió el proyecto “Propuesta interdisciplinaria de vivienda sustentable para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida, Yucatán” dentro de la convocatoria 2022 de Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (PRONAI) para una vivienda adecuada y acceso justo al hábitat (FOP01-2022-01 del fondo FORDECYT PRONACES”, el cual no fue aprobado.

Durante el primer semestre de 2022, la Unidad contó con 7 posdoctorantes, los cuales participaron activamente en la formación de recursos humanos.



Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las cuatro líneas de investigación para el primer semestre del año 2022 fueron los siguientes:

Materiales Compuestos y Nanomateriales

Esta línea de investigación contó con la participación de 6 investigadores, un investigador por México y 2 proyectos. El proyecto “Estudio de materiales compuestos biomiméticos con estructura jerárquica usando simulaciones computacionales avanzadas” de la convocatoria Ciencia Básica, bajo la responsabilidad del Dr. Pedro Jesús Herrera Franco y estará vigente hasta octubre de 2023. El segundo proyecto fue “Integrated thermo-mechanical monitoring of composites using carbon nanotube yarns” a cargo del Dr. Francis Avilés Cetina, financiado por el US NAVY terminando este proyecto en diciembre de 2022. La Línea de materiales compuestos y nanomateriales fue fortalecida en marzo de 2022 con el ingreso del Dr. Aarón Rivas Menchi, Investigador por México.

Reciclado y Procesamiento de Materiales

Esta línea de investigación contó durante el primer semestre de 2022 con la participación de 3 investigadores y un ingeniero y de manera complementaria ha colaborado el Dr. Alex Valadez González fortaleciendo a éste grupo de investigación. De febrero a mayo de 2022 se contó con un apoyo preliminar de \$100,000.00 como parte de la “Propuesta interdisciplinaria de vivienda sustentable para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida, Yucatán” liderada por el Dr. Ricardo Herbé Cruz, con la participación y conformación de una pentahélice de la UADY, el IVEY, la UNAM-ENES Unidad Mérida y FabCity Yucatán, A.C.

Materiales para Medicina Regenerativa

Esta línea de investigación contó con la participación de 3 investigadores, una investigadora de cátedra CONACYT y 1 proyecto correspondiente a la convocatoria de Investigación Científica Básica “Estudio de las propiedades superficiales de biomateriales poliméricos y su influencia en la conducta de adhesión y proliferación celular”, liderado por el Dr. José Manuel Cervantes Uc como responsable técnico. Este proyecto estará vigente hasta diciembre de 2022.



Materiales para Aplicaciones Especializadas

Esta línea de investigación tuvo la participación de 2 investigadores, una investigadora de cátedra CONACYT y contó con un proyecto financiado, cuyo título fue “Síntesis de copolímeros funcionalizados de estructura controlada y su aplicación como membranas catalíticas para la producción de biodiesel” de la Convocatoria de Investigación Científica Básica, a cargo de la Dra. María Ortencia González Díaz. Este proyecto finalizará en septiembre de 2022.

Unidad de Ciencias del Agua (UCIA)

La Unidad de Ciencias del Agua (UCIA), realiza investigación científica en dos líneas de investigación que, si bien tienen objetivos particulares, también son complementarias en términos del manejo sostenible de los recursos hídricos en la Península de Yucatán: Seguridad hídrica en sistemas socioambientales y Sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos. Las líneas de investigación generan conocimiento en aspectos fundamentales de los sistemas acuáticos de la región, como su funcionamiento, los retos de sustentabilidad y las acciones que permitan su adaptación a los cambios globales. En particular, la UCIA contribuye a determinar la vulnerabilidad de los mantos acuíferos, el efecto de las actividades agrícolas y turísticas sobre los recursos, las causas que limitan la disponibilidad del recurso hídrico, la conectividad entre los ecosistemas acuáticos y la conservación de la biodiversidad, todo ello en el contexto de los escenarios de cambio climático.

Como acciones de mejora continua y con base en la planeación estratégica institucional, se elaboró el Plan de Desarrollo de la Unidad, el cual se discutió y consensó en el seno del colegio de profesores; el resultado del análisis originó la necesidad de fortalecer el desempeño de las Líneas de Generación y/o Aplicación y del Conocimiento (LGAC).

En el primer semestre, se cuenta con 9 investigadores adscritos a la Unidad y 4 proyectos vigentes.

La UCIA generó un total de 7 artículos de investigación; de los cuales 6 son indizados con un factor de impacto promedio de 1.59; asimismo, publicó un artículo de divulgación, un libro y un capítulo de libro.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las dos líneas de investigación para el año 2022 fueron los siguientes:





Sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos

Esta línea cuenta 3 investigadores y un investigador Cátedra Conacyt. En el primer semestre del año 2022, se reportó un proyecto vigente de la convocatoria de la empresa Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V., titulado “Diversidad de las microalgas planctónicas en los cenotes del área de conservación Kekén (ACK)”, siendo responsable técnico el Dr. Antonio Almazán Becerril.

Seguridad hídrica en sistemas socio-ambientales

Esta línea de investigación cuenta con 2 investigadores y 3 investigadores Cátedra Conacyt. En el primer semestre del año 2022 se reportan 3 proyectos; el primer proyecto fue de la convocatoria NIU-REU Grant, titulado “Water Quality in the Yucatan Peninsula”, el segundo proyecto fue de la convocatoria Ciencia Básica CONACYT, titulado “Línea de Agua Meteórica de la Península de Yucatán”, siendo responsable técnico el Dr. Eduardo Cejudo Espinosa; el tercer proyecto fue de la convocatoria de la empresa Grupo Porcícola Mexicano S.A. de C.V., titulado “Estudios hidrogeofísicos en el área de conservación Kekén”, siendo responsable técnico el Dr. Jorge Adrián Perera Burgos, el cual finalizó en abril del año en curso.

Vinculación y divulgación

Es importante señalar el trabajo realizado en la planeación estratégica de la UCIA y con base en tres de sus objetivos estratégicos para el logro de la visión de la Unidad, a saber:

1. Fortalecer la investigación básica sobre el recurso hídrico y sus implicaciones en la sociedad y en el ambiente.
2. Promover la apropiación social del conocimiento hacia diferentes sectores de la sociedad.
3. Desarrollar una estrategia para la diversificación de las fuentes de financiamiento para la investigación de la Unidad.

Por otra parte, los miembros del personal de la UCIA, participaron también en al menos tres comités de la Secretaría de Ecología del Municipio de Benito Juárez, a través de los cuales se trabajan en conjunto en temas de biodiversidad, y se apoya el programa de limpieza de cenotes urbanos. Los investigadores de la Unidad participaron también activamente en el Comité Técnico Asesor (CTA) para atender la problemática del Sargazo en el estado. Asimismo, los investigadores y técnico de Enlace de la Unidad de Ciencias del Agua son miembros activos de los siguientes comités:





- Comité Técnico de Agua Subterránea de Mérida Yucatán (COTASMEY).
- Registro de Evaluadores Acreditados (RCEA) de convocatorias CONACYT.
- Sociedad Mexicana Florecimientos Algales Nocivos (SOMEFAN).
- Red Temática para el Estudio de los Florecimientos Algales Nocivos.
- Consejo Asesor del Parque Nacional Isla Contoy.
- Comité de Expertos del Sistema Estatal de Investigadores del COQCYT.
- Sociedad Mexicana de Virología A.C.
- Comité de Cuenca de Solidaridad (CS) del Consejo de Cuenca de Península de Yucatán (CCPY).
- Grupo Especializado de Trabajo en Saneamiento (GETS) del Comité de Cuenta de la Península de Yucatán (CCPY).
- Consejo Técnico Asesor (CTA) de Sargazo del Estado de Quintana Roo
- Sector Investigación del CICY ante el Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán (CCPY).
- Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C. (SIMAC).
- Subconsejo Asesor del ANP Chacmochuch-Manatí.
- Consejo Asesor del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté.
- Consejo Asesor del Área Natural Protegida Arrecife de Puerto Morelos.
- Consejo de Cuenta de la Península de Yucatán. Grupo Especializado de Trabajo en Humedales en Quintana Roo (GETHUM).
- Grupo Especializado de Trabajo en Educación, Comunicación y Cultura del Agua (GETECCA) del CCPY.
- Comité de Evaluadores del COQCYT.
- Red de Ecosistemas Costeros del Suroeste (RECORECOS).
- Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura (RNIIPA).
- Consejo Asesor del Parque Nacional Arrecife Alacranes.
- Comité para la Conservación y Manejo Sustentable de las Cavernas, Grutas y Cenotes de Solidaridad, Conforme al Reglamento de Actividades en Cenotes de Q. Roo.
- Asociación Mexicana de Estudios sobre el Karst.
- Consejo Asesor del Parque Urbano Ombligo Verde, Cancún.

Como parte de las acciones de participación en los diferentes comités, se realizaron conferencias y talleres, por ejemplo: la participación en el Coloquio de humedales de Quintana Roo en el panel seis donde se trataron los avances de acciones locales en materia de humedales, el Dr. Eduardo Cejudo expuso el “Estado del conocimiento de humedales tectocársticos”.





Figura 14. Taller “Biodiversidad de los peces en las aguas subterráneas” y “Misterios zooplanktásticos en el acuífero de Puerto Morelos”.

Dentro del grupo GETECCA del Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán, y con base en las estrategias de vinculación del grupo y de la UCIA, se llevaron a cabo dos talleres presenciales en los laboratorios de la Unidad, dichos talleres fueron: “Biodiversidad de los peces en las aguas subterráneas” y “Misterios zooplanktásticos en el acuífero de Puerto Morelos”. Figura 14.

Se tienen vínculos para la colaboración académica y de investigación, así como para reforzar acciones en la formación de recursos humanos para recibir alumnos para prácticas profesionales, co-asesoría de tesis y la participación de investigadores en comités y proyectos de investigación con universidades como la del Caribe, la Universidad Politécnica de Quintana Roo, el Instituto Cancún La Salle y la Universidad La Salle.



Figura 15. Consejo Asesor de la Universidad Politécnica de Quintana Roo.



Con la empresa AGUAKAN en Cancún, se ha colaborado para la realización de estudios y la organización de diferentes eventos, como el 2do Foro del Agua y Medio Ambiente “Una sola tierra” que se llevó a cabo del 01 al 03 de junio 2022.

Unidad de Energía Renovable (UER)

La Unidad de Energía Renovable (UER) tiene como objetivo realizar investigación científica, desarrollar tecnología, formar recursos humanos de alto nivel y vincularse con la sociedad y el sector privado, específicamente en las áreas de bioenergía, tecnologías electroquímicas para la energía y sistemas híbridos de energía.

Como acciones de mejora continua y con base en la planeación estratégica institucional, se elaboró el Plan de Desarrollo de la Unidad, el cual se discutió y consensuó en el seno del colegio de profesores; el resultado del análisis originó la necesidad de fortalecer el desempeño de las Líneas de Generación y/o Aplicación y del Conocimiento (LGAC). Para lo anterior, se propuso realizar un cambio en el número de las LGAC actuales. De las 3 líneas que cuenta la Unidad (Bioenergía, Tecnologías Electroquímicas para la Energía y Sistemas Híbridos) se propuso tener 2 líneas: **1) Bioenergía y 2) Conversión, Gestión y Almacenamiento de Energía**. Esta propuesta fue presentada y aprobada por el CTCl del CICY.

Durante el primer semestre, la UER registra 10 investigadores adscritos y 2 proyectos vigentes.

Con relación a la productividad académica, durante el primer semestre del año 2022 la UER tuvo 13 publicaciones: 10 fueron artículos en revistas indizadas en Journal Citation Reports (JCR), 3 artículos de divulgación. Los artículos científicos, tuvieron un factor de impacto promedio de 4.94.

Durante este primer semestre la UER contó con 3 investigadores postdoctorales (Dr. Víctor Marín Lizárraga y Dr. Raúl Rodríguez García y Dr. Edgar Olguín Maciel), quienes contribuyeron académicamente a las actividades sustantivas de la Unidad.

Dentro del rubro de Investigación Científica, Tecnológica, Social y/o Humanística, los resultados de las tres líneas de investigación de la UER en el primer semestre del año 2022 fueron los siguientes:





Bioenergía

Esta línea de investigación cuenta con 4 investigadoras e investigadores y actualmente participan en el proyecto FORDECYT PRONACES 2021-2024 “Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia para la Soberanía Alimentaria” con el título: “Desarrollo e implementación de metodologías sustentables para el aprovechamiento de biomasa de algas, residuos pesqueros y acuícolas de la península de Yucatán, para su valorización como ingredientes alimenticios nutritivos y productos funcionales”. Donde el CIATEJ es líder del proyecto y el Dr. Raúl Tapia-Tussell y la Dra. Liliana Alzate participan por parte de la UER en todo lo relacionado con el aprovechamiento de la biomasa de algas. En estos momentos el proyecto se encuentra en su primera etapa.

En cuanto al proyecto del de transferencia de tecnología de la “Producción de harina de semilla de ramón” con la empresa Tierra Foods, se encuentra en la fase de firmas entre las partes.

Tecnologías electroquímicas para la energía

Esta línea de investigación contó con 4 investigadoras e investigadores que participan en el proyecto LENERSE titulado “Consolidación del laboratorio de energía renovable del sureste (LENERSE)”, concluirá su 6ta y última etapa el 14 de julio del presente año. La responsable técnica, Dra. Daniella Pacheco Catalán presentará su informe final el 7 de julio ante el fondo sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad-Energética. Es importante señalar que este es un proyecto multidisciplinario donde participaron 7 instituciones académicas del sureste de México (Instituto Tecnológico de Cancún; Universidad Autónoma de Yucatán; Cinvestav; Universidad de Quintana Roo; Instituto tecnológico de Campeche; Universidad Autónoma del Carmen y CICY).

De igual forma la Dra. Pacheco es corresponsable técnico del proyecto “Develando el origen de los procesos farádicos en sistemas rápidos de almacenamiento electroquímico de energía”, de la convocatoria Ciencia de Frontera 2019 (FORDEYT-PRONACES/ 21077/2020) en el cual participa el IER-UNAM, CNIN-UNAM, CICATA-IPN, BUAP, FMI-UANL.

Durante este año se aprobó el proyecto FORDECYT PRONACE 2020-05 / 2020-01 titulado “Energía para elaboración de propuestas de proyectos de investigación e incidencia para transitar a un sistema energético social y ambientalmente sustentable” donde el CICY participa con los doctores Luis Carlos Ordoñez y Juan Carlos Chavarría.





Sistemas Híbridos de Energía

Esta línea de investigación contó con la participación de 3 investigadores Cátedras CONACYT que se encuentran en el octavo año del programa de cátedras. Durante el primer semestre del 2022, los Dres. Luis David Patiño y Víctor Manuel Ramírez, sometieron dos propuestas de proyectos de servicio, para la empresa KEKEN, con el objetivo de dar solución al problema de aguas residuales generadas en esta empresa, mismas que no resultaron aprobadas por parte de la empresa.

Actualmente el Dr. Patiño participa en el proyecto Pre-Nodess titulado: Iik habanero, donde está encargado de la introducción a las tecnologías de bombeo y riego fotovoltaico. Por otra parte, el Dr. Patiño se encuentra en pláticas con el CEO de la empresa Aerospec Technologies, empresa que realiza inspección aérea termográfica (drones) en campos fotovoltaicos. Esta empresa está interesada en el desarrollo tecnológico de la electroluminiscencia.

El desarrollo del vehículo híbrido (FV/baterías) del grupo del Dr. Ramírez, está promoviéndose en diferentes grupos de interés para su aprovechamiento.

En el periodo que se informa, la UER continuó enfocando sus proyectos cada vez más hacia la solución de las necesidades sociales y económicas que demanda el país, en especial, de la península de Yucatán participando en 2 Proyectos FORDECYT-PRONACES

1. “Energía para elaboración de propuestas de proyectos de investigación e incidencia para transitar a un sistema energético social y ambientalmente sustentable” (Dr. Luis Carlos Ordoñez, responsable técnico por parte del CICY).
2. “Desarrollo e implementación de metodologías sustentables para el aprovechamiento de biomasa de algas, residuos pesqueros y acuícolas de la península de Yucatán, para su valorización como ingredientes alimenticios nutritivos y productos funcionales”. (Dr. Raúl Tapia-Tussell, responsable técnico por parte del CICY).

En el caso del proyecto “Participación indígena plena en la transición energética”, en el cual el Dr. Víctor Ramírez Rivera es responsable técnico por parte del CICY, bajo la coordinación técnica del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (CESDER), se continua trabajando en la búsqueda de fondos para poder realizar una transferencia de tecnología por parte de la UER, denominada “Turbina Híbrida con Autoarranque para la Extracción de Energía Mediante Corrientes de Flujo de Agua O Aire” No. de patente MX/a2019/008504. Este





desarrollo tecnológico tiene un impacto social y ambiental muy importante puesto que apoyará a la generación de energía en pequeñas comunidades para autoconsumo impactando directamente en las poblaciones aisladas de la red eléctrica nacional, ya que es un servicio con el que actualmente no cuentan; además, esta tecnología no tiene un impacto sobre el ecosistema contribuyendo al componente ambiental.

Otro proyecto importante por parte de la UER es el proyecto de “Ramón”, el cual está basado en un concepto de biorrefinería y economía circular. Actualmente se encuentra en una fase de transferencia de tecnología a la empresa “Tierra Foods”. El proyecto se considera que aporta a la soberanía alimentaria sin destruir el medioambiente e impacta directamente sobre la población rural de la península de Yucatán.

De igual manera la UER participa de forma activa en el proyecto “Pre-Nodess” donde se está implementando en parcelas demostrativas la “tecnología de bombeo y riego fotovoltaico”, bajo la asesoría del Dr. Luis David Patiño. Figura 16.



Figura 16. Implementación de tecnologías de bombeo y riego fotovoltaico.

Es importante señalar que la Unidad de Energía Renovable tiene una participación activa a nivel estatal, donde el Dr. Luis Carlos Ordóñez, en representación de CICY forma parte del Consejo de Energía Renovable del Estado de Yucatán. Además, participó en los talleres de ordenamiento territorial de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) en el tema de Energía. Como parte de las actividades, se asistió a la evaluación y estimación del Presupuesto de carbono y elaboración de rutas de descarbonización del sector eléctrico a nivel subnacional, organizado por la SEFOET.

Durante el primer semestre del año, la UER tuvo acercamientos con diferentes oficinas gubernamentales, como las oficinas del gobierno de Estados Unidos, incluyendo el Servicio





de Comercio Exterior, la Agencia para el Desarrollo y el Comercio, el Departamento de Energía y la oficina de Energía de la Embajada americana, además del Consulado americano en Mérida. Figura 17.



Figura 17. Visita de las agencias de energía del gobierno de Estados Unidos a la Unidad de Energía

De igual manera, como Unidad tuvimos acercamientos con diferentes empresas nacionales e internacionales como: Poción Maya, Empaques Nova, Viva Energía y Grupo Lodemo, con las cuales se están trabajando en los convenios de confidencialidad para concretar proyectos de vinculación en este año 2022. Figura 18.



Figura 18. Investigadores y personal de la Unidad de Energía Renovable.

3.3 Logros Obtenidos

3.3.1 Colaboraciones / alianzas

El CICY impulsa y fortalece sus acciones de colaboración y gestión interinstitucional mediante diversas estrategias, acciones, alianzas estratégicas entre centros públicos,



instituciones de educación superior, organismos públicos, privados y sociales mediante diversas acciones de colaboración y proyectos, con el propósito de fortalecer el trabajo interdisciplinario, colegiado y la repercusión socio ambiental de la investigación y la transferencia de conocimiento.

PRONACES

El CICY ha fortalecido su colaboración estratégica mediante su participación en diez proyectos de incidencia social en el marco de los PRONACES, en varios ejes temáticos, a saber: Vivienda, Agrobiotecnología, Sostenibilidad de los ecosistemas Acuáticos; Tecnologías electroquímicas para la energía; Sistemas Híbridos; Cambio climático en ecosistemas neotropicales y Soberanía Alimentaria. A continuación, se hace breve mención de algunos PRONACES.

Como impulso a estas alianzas de colaboración en temas de interés regional, la UER, la UCIA y la UMAT del CICY continuaron participando en el proyecto PRONACES coordinado por la UNAM-Sisal titulado “La acuicultura en el Estado de Yucatán: Una forma de reducir las presiones en torno a los socio-ecosistemas de la costa”.

De suma relevancia para la región y de interés nacional es el proyecto relativo al Tren Maya. Por ello, los Doctores, Ivón Ramírez, Casandra Reyes, Juan Manuel Dupuy, José Luis Hernández, Celene Espadas y Adán Caballero entre otros de la URN y UCIA continúan activamente en las diferentes mesas virtuales multidisciplinarias de retroalimentación con instituciones de la región como son FONATUR y diversas Instituciones de Educación Superior (IES) así como observatorios y comunidad social, que son y serán partícipes a lo ancho y largo de la península de Yucatán. La colaboración se centra de manera particular en el PRONAI: “El impacto de megaproyectos en sistemas socioecológicos desde una perspectiva transdisciplinaria: el Programa de Desarrollo Integral en los territorios del Tren Maya”, coordinado por el ECOSUR.

En el primer semestre de 2022, se concluyó de manera exitosa el proyecto semilla de PRONACES “Propuesta interdisciplinaria de vivienda sustentable para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida, Yucatán” bajo la responsabilidad técnica del Dr. Ricardo Herbé Cruz Estrada de la UMAT. Se postuló la propuesta en extenso en la fase PRONAI, sin embargo, no resultó beneficiado con el apoyo para su continuidad. No obstante, al tratarse de un tema de relevancia para la región y para



las líneas estratégicas de la cartera de proyectos y, sobre todo, porque está constituido el grupo de incidencia, se buscarán otras opciones alternas de financiamiento.

En mayo de 2022 fue aprobado el PRONACES de Soberanía Alimentaria coordinado por el CIATEJ donde participan la UER, la UMAT y la UCIA del CICY titulado “Desarrollo e implementación de metodologías sustentables para el aprovechamiento de biomasa de algas, residuos pesqueros y acuícolas de la península de Yucatán, para su valorización como ingredientes alimenticios nutritivos y productos funcionales”.

Alianzas institucionales

Un logro más de las alianzas estratégicas fue la generada en el marco del proyecto de Palma Jipi, “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”, con la participación del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní (estado de Campeche), el Instituto Tecnológico de Mérida (Yucatán) y la Universidad del Caribe (Quintana Roo), bajo la coordinación de la UBBMP y la participación de las unidades académicas UMAT y UCIA. El cual ahora tiene el impulso de la SEDECULTA (Secretaría de cultura del estado de Yucatán).

En seguimiento a los esfuerzos de articulación y vinculación del CICY con sus pares académicos de la región sureste, iniciados en octubre de 2021, durante este primer semestre y durante 2022 se proseguirán los trabajos con las instituciones del Parque Científico y Tecnológico de Yucatán (CIESAS, CIATEJ, ECOSUR, Centro GEO). El propósito es pasar a la fase de identificación de proyectos comunes para atender problemáticas relevantes del entorno estableciendo alianzas estratégicas y buscar financiamientos conjuntos.

También se lograron acciones conjuntas con la Universidad Autónoma de Guerrero en el Foro de Análisis CICY y se firmó el convenio de colaboración con el Instituto Tecnológico de Acapulco y el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero.

Adesur

Esta alianza, originalmente coordinada por el CICY e integrada por el CIATEJ, Centro GEO y CIAD inició el proceso de disolución como consorcio en el primer semestre del año 2021 y está por formalizar el convenio de conclusión formal en 2022. Se ha trabajado en el primer semestre del año y se establecerán en el segundo de 2022 nuevas acciones en pro del desarrollo integral de la Región Pacífico Sur, específicamente para favorecer a una entidad





desfavorecida como Guerrero, mediante la articulación y directriz del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la concurrencia de siete centros: CICY, CIATEJ, Centro GEO, CIAD, CIESAS, ECOSUR y COLMICH, así como la participación del gobierno estatal y de actores locales. En el primer semestre del año se continuó con la atención a los compromisos de los dos proyectos relacionados. También se ha buscado articulación con los actores locales en Guerrero, transferencia de resultados, así como nuevas oportunidades que permitan tener en cuenta de manera más pertinente el desarrollo socio regional y la incidencia social a través de las cadenas agroalimentarias de alto valor agregado.

Laboratorio Regional para el Estudio y Conservación de Germoplasma (GERMOLAB)

El GermoLab del CICY en Yucatán es el primer laboratorio a nivel regional, dedicado a la investigación, desarrollo, conservación y manejo de plantas de importancia para la diversidad biológica de interés agroecológico, medicinal y forestal presente en el área maya.

El GermoLab mantiene en custodia, de manera importante y fundamental, dentro de bóvedas frías con temperatura y humedad regulables, diversas colecciones de semillas ortodoxas de varias especies útiles de la región maya, así como especies de especial atención por estar en diferentes tipos de riesgo, ser endémicas, así como de la amplia variedad de cultivos alimentarios y prácticas agronómicas. En el GermoLab colaboran dos investigadores de Cátedras, así como un investigador comisionado de la Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas (UBBMP) quien coordina el Laboratorio.

Durante el primer semestre del 2022, se trabajó fundamentalmente en las evaluaciones de las colecciones que se encuentran conservadas en el banco de semilla, por primera vez en 12 años se incorporaron nuevas colecciones al banco y se avanzó significativamente en este rubro, lo que consideramos un logro relevante para el desarrollo de la conservación en la región.

En el tema de investigación se está trabajando en tres propuestas de proyectos que enriquecerían esta labor sustantiva del laboratorio y participan en la formación de recursos humanos en los programas de doctorado y maestría del CICY. Así también, se ha incrementado la relación de colaboración con las diferentes unidades de investigación del CICY.





3.3.2 Direcciones de Unidad

Durante el primer semestre de 2022 se reporta como logro sobresaliente que el 100% de las unidades de investigación del Centro cuenten con su Plan de Desarrollo, con una visión estratégica a la planeación institucional y referencias a la planeación federal en CTI, estatal y referentes globales, como la Agenda 2030. Cada Plan de Desarrollo incluye de manera sobresaliente una revisión y análisis relativo a la pertinencia de las líneas de investigación de cada Unidad Académica. Es un trabajo de articulación y consenso de las y los directores de Unidad con las comunidades para lograr una alineación estratégica con la planeación institucional.

Derivado de este ejercicio, de manera particular, en la UBBMP se realizó la reestructuración de las líneas de investigación. La reestructuración de las líneas de investigación implica un cambio profundo, que abarca desde un cambio de nombre, misión y visión de la Unidad, hasta un nuevo esquema de trabajo (líneas de investigación). Esta propuesta se estará presentando ante el CTCI para su análisis en el segundo semestre del año. Se encuentra dentro del plan de desarrollo de la Unidad y está alineada al Programa Institucional y a la Planeación Estratégica Institucional, así como al programa Especial de Ciencia y tecnología e Innovación (PECITI) y el Programa Nacional de Desarrollo (PND). También se apunta como un logro a destacar que la UER realizó la reestructura de sus líneas de investigación y fueron aprobadas por el Consejo Técnico Consultivo Interno (CTCI).

Por otra parte, la unidad de Energía Renovable y la Unidad de Ciencias del Agua lograron la incorporación de un investigador asociado cada una, con el objetivo de fortalecer la reestructuración de las líneas de investigación, lo cual permitirá en el mediano plazo fortalecer la planta académica y una sólida contribución a los indicadores y la productividad académica, así como la participación en proyectos de impacto socio regional.

3.4 Impactos Generados

En el primer semestre del año, el 100% de los investigadores del Centro cuenta con la distinción del Sistema Nacional de Investigadores, con lo cual se cumplió la meta recomendada por la Comisión Externa de Evaluación (CEE) realizada en 2020 y 2021.

En cuanto a producción científica, puede resaltarse que se obtuvieron un total de 93 publicaciones siendo estas, 88 artículos arbitrados de las cuales 79 fueron artículos indizados con un factor de impacto promedio de 4.66, 2 capítulos de libro y 3 libros. Por





consiguiente, se logró un promedio de 1.14 publicaciones por investigador, y un promedio de 0.97 artículos indizados por investigador.

Las acciones de investigación científica tuvieron un impacto significativo con la colaboración en proyectos interinstitucionales de gran relevancia y pertinencia. De los proyectos concluidos que se pueden reportar para el primer semestre de 2022 cabe mencionar:

- “Caracterización funcional de factores de transcripción de plátano con potencial para generar resistencia contra la enfermedad de la sigatoka negra”, Unidad de Biotecnología.
- “Propuesta interdisciplinaria de vivienda sustentable para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida, Yucatán”, Unidad de Materiales.
- “Enfermedades asociadas a procariontes transmitidas por insectos en cultivos perennes tropicales y subtropicales”, Unidad de Biotecnología
- “Generación de estrategias científico-tecnológicas con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para afrontar la amenaza que representan los complejos ambrosiales en los sectores agrícola y forestal de México”, Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas.

Asimismo, se mantiene el desarrollo de diversos proyectos en colaboración relativos a PRONACES, así como el proyecto titulado “Conservación, uso sostenible, incremento de la capacidad productiva y revalorización de la milpa maya en Yucatán” (YUC-2018-03 119959), el cual atiende de manera integral la problemática de la Milpa Maya, tendiente a una gestión integral de los tópicos relacionados a la milpa, específicamente del Estado de Yucatán, lo que implica la parte social (la sociedad que desarrolla la actividad, con sus aspectos religiosos, técnicos y holísticos en general), la parte botánica que en la zona incluye cinco especies botánicas, pero se relacionan muchas más como microorganismos, insectos y el mismo ser humano, y la parte agronómica que implica la acción conjunta de acciones del humano para obtener la satisfacción de necesidades como lo es el rendimiento de los cultivos y eventualmente su comercialización.

Es importante destacar el proyecto de la Convocatoria de Problemas Nacionales, titulado “Establecimiento de una tecnología para la producción eficiente y el establecimiento en campo de propágulos de piña (*Anana comosusBerk*) de alta calidad integrando métodos





biotecnológicos con los métodos tradicionales de manejo de cultivos empleados en las áreas de producción”. El impacto de este proyecto se relaciona con el papel de la sociedad de productores de piña en la península de Yucatán; con pequeños productores (mujeres y hombres). Este proyecto, que concluirá en julio de 2022, se considera un caso de éxito, no sólo por su impacto social, sino también porque generó una tecnología de micropropagación de piña, donde se integra la biotecnología con el manejo tradicional del cultivo y se publicó por primera vez la embriogénesis somática indirecta de piña como una alternativa altamente eficiente y genéticamente confiable para la propagación clonal de esta especie.

Cartera de Proyectos

Como se ha informado, en el marco de la planeación estratégica y del programa institucional, la “Cartera de Proyectos” en su vertiente de *investigación* es una estrategia institucional que se ha venido fortaleciendo. El propósito clave identificado en la estrategia es la pertinencia de la investigación científica. Se busca que los resultados de la investigación científica básica y aplicada desarrolladas en el CICY contribuyan a la resolución de los grandes retos nacionales y aspirar a tener un alto impacto científico, tecnológico, social y ambiental. La estrategia se ubica en el Programa 1 de la planeación: Investigación que contribuye a la resolución de grandes retos nacionales.

En este contexto, el Centro ha identificado proyectos emblemáticos por cada Unidad de Investigación que están permitiendo formar grupos interdisciplinarios y multidisciplinarios para la gestión de opciones de financiamiento de manera articulada, así como asociaciones estratégicas para impulsar el beneficio de los resultados y la incidencia social para la región.

En el primer semestre se registran varios logros como parte de esta estrategia:

1. Emisión de la convocatoria *Cartera de Proyectos CICY*, en la modalidad Semilla y Consolidación y se tiene la expectativa de recibir entre 10 y 15 propuestas en el segundo semestre de 2022 y uno de los productos esperados es que a su conclusión postulen un proyecto en extenso a una fuente de financiamiento externo (primer semestre de 2023).
2. Se articuló una alianza estratégica para afinar el mecanismo de Boletín de Convocatorias Externas CICY (ha emitido 18 boletines hasta el primer semestre de 2022) que permita ubicar mejores opciones de convocatorias de investigación, seguimiento de usuarios (CICY), acompañamiento para postulación de proyectos, así



como capacitación e identificación de instituciones colaboradoras cuando la convocatoria lo requiera (nacional o internacional).

3. Se ha trabajado con las y los Directores de Unidad y aliados estratégicos para un diagnóstico y revisar los temas enunciativos (no limitativos) en la cartera de proyectos, que pudieran ampliarse a partir de las propuestas de la Convocatoria *Cartera de Proyectos CICY* en las modalidades Semilla y Consolidación:

- Tren Maya
- Sargazo
- Vivienda y Hábitat
- Cannabis y Cáñamo
- Jipi Japa
- Chile Habanero
- Agua
- Energía.

Foro de Análisis CICY

Como se ha informado, el Foro es un espacio de comunicación con la comunidad académica y con la sociedad en general que el CICY ha puesto a disposición para articular un espacio de intercambio de ideas, experiencias y visiones sobre las posibilidades y alcances de la producción de conocimiento y sus vías de valorización en contextos locales para el impulso al desarrollo estatal y regional, teniendo como contexto de reflexión Yucatán y la región sureste. En el contexto actual, resultó apremiante vincular la ciencia, la tecnología y la sociedad con los procesos de desarrollo. Ello implicó retomar el desafío de pensar en cómo orientar nuestras capacidades para construir respuestas y soluciones creativas, basadas en conocimiento, a una multiplicidad de problemas (sociales, de alimentación, ambientales, de salud, de vivienda, de agua, de energía, reforestación, entre otros muchos), que afectan el bienestar de las personas, particularmente en el entorno socio regional y socio ambiental en el que los centros públicos de investigación se desenvuelven.

El objetivo es hacer de las capacidades y fortalezas del CICY herramientas para la resolución de problemas regionales. En el periodo que se informa se efectuó el Foro “Oportunidades y desafíos para el desarrollo científico y tecnológico desde lo local” en coordinación con la Universidad Autónoma de Guerrero y el Consejo de Ciencia y Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero, con 3,660 personas alcanzadas.





Estancias

Durante el primer semestre ingresaron seis nuevas estancias, 4 de ayudante del Sistema Nacional de Investigadores y 2 de estancia Posdoctoral. La Dirección de Investigación continua de manera permanente con las acciones de difusión de las estancias. Las acciones al respecto permiten que al corte del primer semestre el CICY cuente con 23 estancias vigentes. Figura 19

ESTANCIA POSDOCTORAL

Es la participación de expertos y técnicos incorporados al desarrollo de proyectos en las unidades académicas del Centro, de acuerdo a su nivel de especialización, con un plan específico de trabajo encomendado a fomentar la sinergia que redunde en un beneficio mayor a los esfuerzos individuales.

MODALIDADES

- Estancia Posdoctoral Beca Conacyt
- Estancia Posdoctoral por Proyecto

¿QUÉ DEBO HACER PARA POSTULARME A UNA ESTANCIA EN EL CICY?

- Ingresar a www.cicy.mx
- Explorar las Unidades Académicas de mi interés.
- Elegir lo que mejor se ajuste a mi perfil académico profesional.
- Seleccionar al Investigador o Investigadora con quien se desea realizar la estancia.
- Postularme en contacto con el (la) Investigador (a) y exponer mi interés.
- Estar abierto a las fuentes de financiamiento.

REQUISITOS GENERALES

- CV de la persona candidato.
- Título o acta de examen del grado de doctorado.
- Carta de liberación de la Beca Conacyt. (en caso de haber sido beneficiado por una)
- Plan de trabajo. (se elabora en conjunto con el Investigador o Investigadora).

UNIDADES ACADÉMICAS

- Bioquímica y Biología Molecular de Fuentes
- Biotecnología
- Química del Agua (Carbón)
- Energía Renovable
- Materiales Poliméricos
- Recursos Naturales

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

- Becas Conacyt de Consolidación
- Estancias posdoctorales por México
- Estancias posdoctorales por México 2.º año
- Estancias posdoctorales para Mujeres Mexicanas Indígenas
- UCMEXUS
- AMEXID

CONTACTO

Dirección de Investigación
investigacion@cicy.mx
secretaria_investigacion@cicy.mx
marca.cicy.mx
 Tel: 999-942-8200
 Tel: 999-942-8200

Handwritten notes:
 Es a nivel de maestría
 Es a nivel de maestría
 Es a nivel de maestría
 Es a nivel de maestría

Figura 19. Campaña de Estancia Posdoctoral en CICY.

3.5 Dificultades superadas

Durante el primer semestre del año, permanece la problemática asociada a las necesidades de infraestructura institucional y la limitación presupuestal, problema que se ha venido enfrentando desde hace varios años, por daño estructural a edificios (Unidad de Biotecnología), obsolescencia de equipos y requerimientos de mantenimiento mayor, tanto en equipamiento como en instalaciones físicas, peatonales, acceso a TIC´s, entre otros. Sin embargo, parte de estos problemas se han solucionado parcialmente, gracias a las gestiones del Titular del Centro y las alianzas establecidas con diversas dependencias del



Gobierno Federal, Estatal y Municipal, tal como es el caso de la renovación de la carpeta asfáltica interna del Centro en colaboración con el ayuntamiento de Mérida.

Ante ello, se ha realizado una planeación e identificación de necesidades y se continua la búsqueda alterna de financiamiento que apoyen a solventar las necesidades, donde el punto central que se ha identificado es contar con número de cartera proyectos, es decir:

1. Elaboración de proyecto de equipamiento e infraestructura para solicitar por Mecanismos de Planeación (SHCP-PPI), esfuerzo que se ha realizado anualmente desde 2020.

Asimismo, se mantienen acciones permanentes de diálogo y gestión con la cabeza de sector, el Conacyt, que ha sido sensible a las necesidades CICY, para buscar fondos extraordinarios y resolver las necesidades más urgentes de mantenimiento, pólizas, equipamiento, todo ello a través de Unidad de Articulación Sectorial y Regional.

Se espera para el segundo semestre de 2022 tener alguna respuesta positiva y disponer de recursos para atender las necesidades más apremiantes.

En este mismo sentido, se establecieron algunas acciones al interior de la institución para un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que permita disminuir el grado del impacto de esta problemática.

El problema de la falta de recursos para proyectos de investigación ante la escasez de convocatorias se está atendiendo mediante la planeación institucional y la estrategia denominada "Cartera de proyectos" de la cual hemos venido informando. Ello permite detectar diversas fuentes de financiamiento, tanto nacionales, como internacionales, establecer alianzas estratégicas y trabajar los temas de investigación pertinentes al Centro, alineados a las necesidades estatales, regionales y nacionales de alto impacto socio ambiental.

Como se ha informado, el Centro también enfrenta el relevo generacional, al encontrarse en proceso de jubilación parte del personal académico y técnico. En el 2021 se han jubilado, dado de baja o fallecido 8 personas. Ello ha implicado retos importantes para el 2022, con la adecuada sustitución del personal con las plazas disponibles y realizar las gestiones correspondientes, para contar con los recursos humanos de calidad necesarios y así enfrentar los desafíos del CICY. En este sentido, para el primer semestre han podido incorporarse dos nuevos investigadores, uno a la UER y otro a la UCIA. Como parte de los



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Segunda sesión del
Consejo Directivo 2022

Planes de Desarrollo de cada Unidad Académica, están identificadas claramente la pertinencia y las necesidades de cada Unidad para la sustitución del personal, en cuanto sea posible tener opciones para contratación de acuerdo a la normatividad federal vigente.





4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

La formación de recursos humanos a nivel de posgrado es uno de los objetivos estratégicos del Centro y representa una de las actividades sustantivas a la que las y los profesores dedican gran parte de sus labores, en estrecha relación con las actividades de investigación, desarrollo tecnológico y divulgación.

4.1 Aspectos Relevantes

El Centro cuenta con siete programas de posgrado activos, los cuales se encontraban en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) y a la fecha se encuentran registrados en el nuevo Sistema Nacional de Posgrado (SNP): maestría y doctorado en Ciencias Biológicas (con tres opciones terminales: Bioquímica y Biología Molecular, Biotecnología y Recursos Naturales), maestría y doctorado en Materiales Poliméricos, maestría y doctorado en Energía Renovable y maestría en Ciencias del Agua. El programa de posgrado de Doctorado Directo en Ciencias Biológicas ya no se encuentra vigente y durante 2022 se concluyó con el trámite de notificación del cierre definitivo ante la Dirección General de Profesiones.

Actualmente, dos de nuestros programas cuentan con el nivel de competencia internacional, cuatro con el nivel de consolidado y uno en desarrollo. Durante el 2022, se espera la publicación de los términos de referencia para el modelo del Sistema Nacional de Posgrados del Conacyt que sustituirá al PNPC, para aplicar la renovación de los programas conforme a dichos términos.

En respuesta a la emergencia sanitaria provocada por COVID-19, con motivo del retorno a las actividades presenciales durante el 2022 se continuaron implementando diversas estrategias que permitieron asegurar la continuidad de todos los procesos y servicios en las modalidades presencial, a distancia y mixta, anteponiendo la seguridad y la salud tanto del personal como de los estudiantes. Estas medidas han permitido realizar sin contratiempos los procesos establecidos en el calendario de Docencia, tales como, admisiones, períodos de exámenes tutoriales, exámenes de grado, clases a distancia, cierre de calificaciones del semestre, postulaciones a becas, entre otros. Los eventos como los seminarios de estudiantes y la ceremonia de inicio de semestre se realizaron en la modalidad a distancia. Lo anterior no ha afectado los procesos sustanciales de Docencia, por lo que durante el primer semestre de 2022 se cumplió con el avance programado de los indicadores.





4.2 Resultados Obtenidos

Durante el primer semestre de 2022, se atendieron un total de 598 alumnos, de los cuales 267 son parte de los programas de posgrado del Centro, 246 del Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) y 85 del Programa de Educación Continua (Tabla 1).

Tabla 1. Histórico de la formación de Recursos Humanos 2017- 2022-I (Alumnos)

Año	Posgrado CICY	SAE	Educación Continua	Total
2017	330	428	270	1028
2018	333	457	429	1,217
2019	351	435	150	935
2020	349	310	80	739
2021	339	294	162	795
2022-I	267	246	85	598

4.2.1 Programas de posgrado

En el primer semestre de 2022, se graduaron un total de 36 estudiantes en los diferentes programas, dando un valor de 0.44 graduados por investigador (36/81), de acuerdo con los indicadores vigentes. Los tiempos de titulación estuvieron en un promedio de 54 meses para el doctorado y 30 meses para la maestría, lo que demuestra que nuestros programas se encuentran dentro del parámetro establecido por el anterior PNPC para nivel de competencia internacional.

Con el fin de facilitar los trámites para el proceso de admisión a los aspirantes al posgrado que se encuentran en diferentes áreas geográficas, desde el 2015 el registro se realiza en línea, además, desde el año 2020 derivado de la contingencia por COVID-19, los procesos de admisión se han realizado a distancia en su totalidad. Lo anterior fue posible gracias al apoyo de las coordinaciones y de los comités de admisión permitiendo así la continuidad del proceso a distancia durante el primer semestre de 2022.

Los programas de posgrado del CICY atienden aspirantes tanto nacionales como internacionales en sus convocatorias, esto lo demuestra el análisis histórico reciente (2017-2022) en el cual se han recibido un total de 674 aspirantes distribuidos en los diferentes programas, de los cuales 87 corresponden a estudiantes extranjeros. En el proceso para la





admisión del 2021-I y 2021-II, participaron 96 aspirantes de los cuales 10 fueron internacionales. Durante el primer semestre de 2022 participaron 38 aspirantes nacionales de los cuales 4 fueron internacionales (Tabla 2).

Tabla 2. Histórico del registro de aspirantes (2017- 2022-I)

Semestre	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Estudiantes extranjeros
2017-I	57	11	5	23	96	7
2017-II	23	11	21	0	55	3
2018-I	20	4	2	5	31	0
2018-II	52	14	21	0	87	16
2019-I	43	13	4	9	69	6
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
Total	389	109	110	66	674	87

Durante el primer semestre de 2022, la matrícula de posgrado en los siete programas del Centro alcanzó una cifra de 267 estudiantes, 123 estudiantes de maestría y 144 estudiantes de doctorado (Tabla 3). De ellos, el 49% son mujeres y el 51% son hombres.

Tabla 3. Histórico de la Matrícula en los Programas de Posgrado 2017- 2022-I.

Año	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Maestría	Doctorado	Total
2017	172	69	65	24	330	183	147	330
2018	181	58	69	25	333	180	153	333
2019	198	64	66	23	351	196	155	351



Año	Ciencias Biológicas	Materiales Poliméricos	Energía Renovable	Ciencias del Agua	Total	Maestría	Doctorado	Total
2020	210	65	57	17	349	196	153	349
2021	203	63	50	23	339	180	159	339
2022-I	164	41	39	23	267	123	144	267

Los programas de maestría habían presentado tendencias positivas con respecto al número de estudiantes matriculados en los últimos años (Tabla 3). Sin embargo, al cierre de 2021 la tendencia fue desfavorable debido al impacto de la pandemia COVID-19. A pesar de esto, se logró contar en 2021 con una matrícula de 180 estudiantes de maestría. Durante 2022 el Consejo General de Posgrado trabajó diversas estrategias (divulgación de las convocatorias de admisión, procesos de admisión a distancia, tiempos diferidos para estudiantes extranjeros, entre otras) para la recuperación gradual de la tendencia. Al cierre del primer semestre 2022, se encuentran activos un total de 222 alumnos (195 estudiantes activos más 27 de nuevo ingreso), por lo cual se observa una tendencia favorable (Tabla 4).

Tabla 4. Matrícula en los Programas de Posgrado al primer semestre de 2022.

Posgrado	Activos	Graduados	Nuevo Ingreso 2022-I	Bajas Temporales	Bajas Definitivas	Total Atendidos
Doctorado tradicional en Ciencias Biológicas	87	5	9	2	1	104
Maestría en Ciencias Biológicas	39	13	5	-	3	60
Doctorado en Materiales Poliméricos	20	1	3	-	1	25
Maestría en Materiales Poliméricos	11	4	1	-	-	16
Doctorado en Energía Renovable	9	5	1	-	-	15
Maestría en Energía Renovable	16	8	-	-	-	24



Posgrado	Activos	Graduados	Nuevo Ingreso 2022-I	Bajas Temporales	Bajas Definitivas	Total Atendidos
Maestría en Ciencias del Agua	13	-	8	-	2	23
Total	195	36	27	2	7	267

Con respecto a los estudiantes de nuevo ingreso a los programas de maestría del Centro, en los últimos años se observan variaciones en el número. Por ejemplo, en 2020 se registró un ingreso de 53 estudiantes y para el 2021 se registró un ingreso de 40 estudiantes. Esta reducción podría atribuir a los efectos de la pandemia por COVID-19, sin embargo, se espera recuperar la tendencia del ingreso de nuevos estudiantes a los programas de maestría a partir del 2022. Durante el primer semestre de 2022 se registró un ingreso de 14 estudiantes a los programas de maestría (Figura 20).

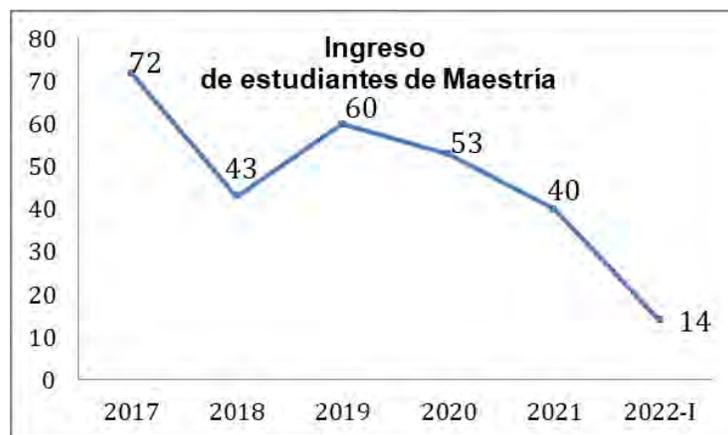


Figura 20. Ingreso de estudiantes de maestría a CICY en el periodo 2017-2022-I.

Por su parte, el programa doctoral (iniciado en 1993) también ha mostrado una variación en el número de estudiantes que ingresan a los programas. En el periodo de 2017-2022 se obtuvo un promedio anual de 27 nuevos estudiantes. La Figura 21 presenta el histórico reciente del ingreso de estudiantes de doctorado desde 2017 hasta el primer semestre de 2022. Al cierre del 2020 se observa la tendencia positiva, dado que los 31 estudiantes de doctorado matriculados durante ese año corresponden a un incremento del 14.8 % del total del año anterior. Durante el 2021 la tendencia se mantuvo positiva con el ingreso de 36



estudiantes, lo que corresponde a un incremento del 16.2% con respecto al año anterior. Durante el primer semestre de 2022 se registró un ingreso de 13 estudiantes (Figura 21).

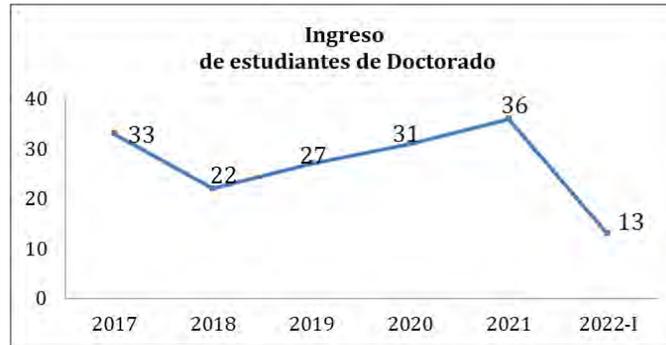


Figura 21. Ingreso de estudiantes de doctorado de CICY en el periodo 2017-2022-I.

En todos los programas de posgrado, un comité tutorial evalúa los avances de los alumnos mediante reuniones semestrales. Durante el primer semestre de 2022, se programaron 143 exámenes tutoriales y 20 exámenes pre-doctorales, de los cuales los exámenes tutoriales fueron realizados todos a distancia por medios electrónicos (videoconferencia o plataforma de video comunicación). De los 20 exámenes pre-doctorales 14 fueron realizados por medios electrónicos y 6 fueron en la modalidad mixta (plataforma de video comunicación y presencial).

Los programas de posgrado son escolarizados e incluyen cursos formales, los cuales fueron dictados por las y los profesores en la modalidad a distancia. Durante el primer semestre de 2022 se impartieron 33 cursos en los diferentes programas. De ellos, 9 correspondieron a la maestría y doctorado en Ciencias Biológicas, 10 a Materiales Poliméricos, 10 a Energía Renovable y 4 a la Maestría en Ciencias del Agua. Además del personal del Centro, se contó con la participación de personal de Cátedras CONACYT, Investigadores por México, estancias posdoctorales y de candidatos a doctor. Estos últimos solamente participan en cursos de maestría una vez que han aprobado su examen predoctoral.

Las y los investigadores participan en diferentes actividades docentes dentro de los Consejos Académicos de Profesores de los programas de posgrado, ya sea impartiendo cursos o como directore(a)s de tesis o tutore(a)s. En este sentido, la participación de las y los investigadores como directore(a)s de tesis en el programa es muy alta, alcanzando un valor de 96% (78/81); con un promedio de 3.2 estudiantes por investigador(a), considerando el total de 267 estudiantes atendidos. Este valor se divide en 123 estudiantes de maestría (46%;





con un promedio de 1.5 estudiantes/director(a)) y 144 estudiantes de doctorado (54%; con un promedio de 1.7 estudiantes/director(a)). Figura 22.



Figura 22. Formación de recursos humanos en la Unidad de Energía Renovable.

4.2.2 Estudiantes graduados

Los alumnos graduados deben mostrar un alto nivel de conocimiento, basados en la investigación científica y en el empleo de tecnologías de frontera. Recientemente, se han implementado estrategias para desarrollar en los estudiantes habilidades para la vinculación, la generación de conocimientos y tecnologías, que sean innovadores y pertinentes, encaminados a resolver los problemas de la sociedad y a la construcción de un desarrollo sustentable. Durante el primer semestre de 2022, se graduaron 36 alumnos, 25 de maestría y 11 de doctorado (Tabla 5).

Tabla 5. Histórico de graduados del periodo 2017- 2022-I.

Año	Maestría	Doctorado	Total
2017	50	21	71
2018	41	21	62
2019	48	26	74
2020	46	28	74
2021	58	25	83
2022-I	25	11	36



Los programas de posgrado del Centro iniciaron en 1996 con el Programa de Maestría en Ciencias y Biotecnología de Plantas, y su primer graduado fue en el 2000. A partir de ahí, el número de graduados ha ido variando y recientemente en 2017 se graduaron 50 alumnos, sin embargo, durante el año 2018 el número de graduados se redujo a 41 alumnos, mientras que en el 2019 se volvió a observar una tendencia positiva con un total de 48 alumnos graduados. Durante el 2020 se contó con 46 graduados de los programas de maestría y al cierre de 2021 esta tendencia aumentó considerablemente con 58 alumnos de maestría graduados. Durante el primer semestre de 2022 se graduaron 25 alumnos. Figura 23.



Figura 23. Egresados de los programas de maestría del CICY en el periodo 2017 –2022-I

El programa en Ciencias y Biotecnología de Plantas, antecedente del Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas, graduó su primer doctor en 1998. A partir de entonces el número de graduados es variable y recientemente en el periodo de 2017 y 2018 se graduaron 21 estudiantes en promedio anual y durante el año 2019 la tendencia fue positiva ya que se graduaron un total de 26 alumnos. Durante el año de 2020 se contó con 28 graduados de los programas de doctorado, manteniendo una tendencia positiva al cierre. Al concluir el 2021, se graduaron 25 alumnos de doctorado. Durante el primer semestre de 2022 se graduaron 11 alumnos (Figura 24).





Figura 24. Egresados de programas de doctorado del CICY en el periodo de 2017- 2022-I.

4.2.3 Formación de Recursos Humanos externos

Mediante el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) se atendieron en total a 246 estudiantes, de los cuales 219 fueron de licenciatura (20 en entrenamiento, 21 de servicio social, 56 de prácticas profesionales y 122 tesis) así como 27 de posgrados externos (10 tesis de maestría, 8 estancias de investigación de maestría, 6 tesis de doctorado y 3 estancias de investigación de doctorado). De los 219 estudiantes de licenciatura, 22 obtuvieron el grado (16 con tesis y 6 con memorias de residencia) en las diferentes áreas sustantivas de la institución. De los 27 estudiantes de programas de posgrado externos a la Institución 2 de maestría obtuvieron el grado (Tabla 6). En total se registraron 257 movimientos, ya que 8 estudiantes presentaron un cambio de categoría. Cabe mencionar que estas cifras incluyen estudiantes activos, bajas y los que se encuentran en trámites para su graduación o cambio de categoría.

Históricamente, desde 1983 y hasta el 30 de junio del 2022, se han graduado en total 1,265 estudiantes de licenciatura, arrojando un promedio anual cercano a 43.62. El histórico reciente (2017-primer semestre de 2022) de estudiantes graduados de licenciatura y posgrados externos se presenta en la Tabla 6. En el primer semestre de 2022 se obtuvieron más estudiantes graduados de licenciatura con respecto al primer semestre del año anterior.

Algunas de las instituciones de las que provienen los estudiantes de licenciatura inscritos al SAE son: el Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán, el Instituto Tecnológico de Mérida, el Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, el Instituto Tecnológico





de Minatitlán, las diferentes facultades de la Universidad Autónoma de Yucatán, Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, la Universidad Politécnica de Quintana Roo, la Universidad del Caribe y otras instituciones.

Tabla 6. Histórico de estudiantes graduados de programas externos 2017- 2022-I.

Año	Licenciatura	Maestría	Doctorado	TOTAL
2017	62	5	3	70
2018	39	6	2	47
2019	59	4	1	64
2020	27	1	1	29
2021	38	1	0	39
2022-I	22	2	0	24

Entre los programas de maestría y doctorado externos de donde provienen los alumnos inscritos al SAE, podemos mencionar el Doctorado en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, el Doctorado en Ciencias Agrícolas en el Trópico del Colegio de Postgraduados, el Doctorado en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales Tropicales de la Universidad Autónoma de Yucatán, la Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, la Maestría en Ingeniería del Instituto Tecnológico de Mérida y la Maestría en Ciencias en la Especialidad de Ecología Humana del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

4.2.4 Educación Continua

Este programa contribuye a la formación, actualización y capacitación de personal de ciencia y tecnología de otras instituciones, empresas, así como del público en general. Es un medio eficaz y pertinente para contrarrestar la obsolescencia profesional y laboral, en un contexto mundial de globalización y rápidos cambios científico-tecnológicos. A través del Programa de Educación Continua (PEC) se impartieron 10 cursos en el primer semestre de 2022-I. Los cursos fueron impartidos por la Unidad de Recursos Naturales (URN), la Unidad de Biotecnología (UBT), la Unidad de Materiales (UMT), la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA), GEMBIO, Metrología y el Jardín Botánico Regional “Roger Orellana” (JBR-RO).





Entre los temas de los cursos impartidos se encuentran: “Plantas aromáticas, aceites esenciales y tu vida cotidiana”, “Cultivo de orquídeas y otras epífitas, particularmente en la península de Yucatán” y “Sistemática de plantas tropicales: el inventario de la flora regional”, impartidos por personal de la URN (Figura 25); “Técnicas de investigación en productos naturales” impartido por personal de la UBT; “ Microplásticos: origen, caracterización y sus implicaciones biológicas y ecológicas” impartido por personal de la UMT y UCIA; “Manejo de jardines y plantas ornamentales” y “Bioinformática aplicada al diagnóstico de fitopatógenos” impartidos por personal de GEMBIO; “Estimación y expresión de la incertidumbre en las mediciones y la aplicación de aseguramiento de validez de los resultados” y “Taller de operación, revisión y pruebas de presión” impartidos por personal de Metrología; y “Capacitación para guías de colecciones etnobiológicas en jardines botánicos” impartido por personal del JBR-RO.



Figura 25. Curso de Educación Continua: “Cultivo de orquídeas y otras epífitas, particularmente en la península”.

La afluencia a los cursos impartidos en el PEC fue de 85 alumnos y se captaron recursos propios por \$ 160,273.00 pesos. Cabe hacer mención que, durante este periodo se generaron ahorros institucionales por un monto de \$ 22,285 pesos, derivado de la asignación de 14 becas al personal y estudiantes del Centro y de otras instituciones (a través de convenios vigentes), que asistieron a algún curso impartido a través del PEC. Las becas se otorgaron como exenciones de pago, tanto parcial como total y permitieron a los beneficiarios obtener capacitación en temas específicos para las tareas sustantivas que realizan. El resumen





numeral de la información de educación continua, correspondiente a cursos, alumnos, ingresos, número de becas y ahorros obtenidos por las áreas se presenta en la Tabla 7. En la Tabla 8 se presentan los datos del histórico reciente del PEC del periodo de 2017 a 2022-I.

Tabla 7. Resumen numeral de información de educación continua.

Área	Cursos	Alumnos	Ingresos	No. Becas	Ahorros
GeMBio	2	13	\$24,795	1.5	\$3,915
METROLOGÍA	2	12	\$27,492	3	\$5,916
UBT	1	22	\$34,500	4	\$6,000
RN	3	29	\$46,806	5.5	\$6,454
MT	1	4	\$23,200	0	0
JBR	1	5	\$3,480	0	0
TOTAL	10	85	\$ 160,273	14	\$22,285

Tabla 8. Datos históricos del Programa de Educación Continua en el periodo 2017- 2022-I.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022-I
Cursos	35	38	13	5	11	10
Alumnos	270	429	118	80	162	85
Ingresos	\$759,975.42	\$826,674.4	\$428,671	\$95,240	\$248,279	\$160,273

4.3 Logros Obtenidos

En el 2022-I se logró la continuidad de los procesos y servicios docentes a través de estrategias para el regreso a las actividades presenciales. Las y los estudiantes de todos los semestres regresaron de forma presencial a sus laboratorios para realizar trabajo experimental. Lo anterior, permitió dar seguimiento al plan de estudios y al desarrollo de la investigación de los trabajos de tesis, así como, cumplir con las medidas de sana distancia y la prevención de la propagación de la COVID-19. Durante el primer semestre del año, las actividades docentes se realizaron con una transición a la modalidad presencial, sin embargo, debido a que el inicio de clases fue en los primeros meses del año, los cuerpos académicos continuaron impartiendo los cursos a distancia, esto permitió que los





estudiantes continuaran con las asignaturas del plan de estudios sin interrupción. Para la impartición de cursos se utilizaron diversas plataformas de videoconferencia y se realizaron actividades sincrónicas gracias a las cuales se atendieron las necesidades particulares de cada asignatura.

Para continuar con el seguimiento académico de los estudiantes, también se llevaron a cabo las evaluaciones de trabajo de tesis y seminario de Investigación a través de plataformas de videoconferencia, donde las y los directores de tesis y los comités tutoriales (integrados por profesores adscritos al Centro y profesores de instituciones externas) dieron seguimiento puntual al avance del trabajo de investigación de las y los estudiantes correspondiente al primer semestre del 2022. Durante el semestre emitieron los lineamientos para la reapertura de espacios como aulas y salas de cómputo para facilitar principalmente el trabajo de escritura de las tesis de los estudiantes respetando las medidas de sana distancia e higiene preestablecidas.

En el 2022 actualizó el protocolo para realizar los exámenes de grado en el cual se integraron las modalidades presencial y mixta. Lo anterior permitió la continuidad de exámenes de grado en lo que ha transcurrido del año y permite el regreso gradual a las actividades presenciales. Adicionalmente, se continuó con la participación en el sínodo de profesore(a)s invitado(a)s externo(a)s, tanto nacionales como de otros países, que forman parte de los Comités revisores de tesis de las y los estudiantes, contribuyendo de este modo a fortalecer los vínculos de colaboración de los programas del posgrado.

Los procesos de admisión a los programas de posgrado del Centro completaron todas las etapas en la modalidad a distancia, utilizando plataformas de videoconferencia. Esta estrategia permitió la emisión de la convocatoria de nuevo ingreso al semestre 2022-II, no perdiendo así la oportunidad de evaluar a los aspirantes en los periodos establecidos en el calendario de Docencia. Este modelo de proceso de admisión ha resultado una práctica exitosa, ya que es un proceso en el cual los aspirantes de cualquier región geográfica ahorran tiempo y recursos, sin detrimento de la calidad y rigurosidad que requiere la evaluación por parte de los Comités de Admisión.

Durante el primer semestre de 2022 se aplicó el procedimiento para la firma electrónica del registro de calificaciones por cuarta ocasión (desde 2021) y se obtuvo un avance de más del 95% en los registros al cierre del semestre. Este proceso iniciado a partir de la pandemia por COVID-19 ha sido exitoso y continuará implementándose ya que permite el acceso rápido a





los registros de calificación de los estudiantes para la emisión de la documentación escolar correspondiente. Además, todas las evaluaciones de los cursos impartidos en el periodo fueron aplicadas utilizando formularios electrónicos, los cuales fueron contestados por los estudiantes desde su computadora, tableta o celular.

Por otra parte, en el primer semestre de 2022 se realizó la actualización de los Lineamientos para el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) y se continuó recibiendo estudiantes de diferentes Instituciones de Educación Superior realizando sus actividades bajo la asesoría de una o un profesor-investigador del CICY en la modalidad a distancia, presencial o mixta. Así mismo, como parte del regreso a las actividades presenciales, se impartieron algunos cursos programados en el Programa de Educación Continua (PEC) en la modalidad presencial.

Es importante mencionar que, de acuerdo a los compromisos establecidos en 2018 a través del convenio específico de cooperación para el desarrollo de la maestría en Ciencias Biológicas del CICY con la Universidad Autónoma de Honduras (UNAH), los estudiantes admitidos en esta modalidad, cursaron en el 2022 el último semestre del plan de estudios. Se planea que los estudiantes obtengan el grado en el primer semestre de 2023, logrando así concluir con la primera generación de estudiantes de la UNAH graduados en la maestría en Ciencias Biológicas, fortaleciendo así la formación de recursos humanos en Centroamérica.

Con respecto a la participación del CICY en la iniciativa de CONACYT para la creación de los Posgrados Nacionales, se atendió a la reunión virtual organizada en febrero por dicho Consejo. Desde 2021 el CICY ha coordinado los grupos del Doctorado en Energía y del Doctorado en Ciencia Tecnología y Gestión Sustentable del Agua. Así mismo, ha participado con los grupos de trabajo del Doctorado en Agroecología para la Sustentabilidad, la Maestría/Doctorado en Ciencias en la Alimentación, el Doctorado en Conservación de Ecosistemas y de la Riqueza Biocultural de México y el Doctorado en Ciencias en Manufactura Aditiva Aplicada. A la fecha se cuenta con diversos niveles de avance y en el caso de las dos iniciativas que coordina el CICY se cuenta con la evidencia y las minutas de las reuniones y los documentos de trabajo.





4.4. Impactos Generados

El seguimiento a egresados es uno de los parámetros más importantes utilizados para determinar el impacto de los programas de posgrado del Centro. En cuanto al seguimiento de egresados de los diferentes programas institucionales, de los 36 graduados durante el primer semestre del año 2022, 19 están ocupados (53%): 6 en actividades de docencia e investigación, 2 prestando servicios independientes, 6 en estudios doctorales, 5 prestando servicios en empresas del Sector Privado. Se reportan 17 sin empleo. Es importante mencionar que el 47% (17/36) de los que no cuentan con empleo egresaron en los últimos dos meses (mayo – junio) del 2022.

De manera histórica, se han graduado un total de 1066 estudiantes en los programas del Centro; 725 de maestría (68%) y 341 de doctorado (32%). Alrededor del 87% (927 egresados) se encuentra ocupado, y de éstos, cerca del 58% se encuentra laborando en actividades de docencia y/o investigación, alrededor del 16 % realiza estudios doctorales o posdoctorales, y el 26 % restante se encuentra en los sectores privado (15%), público (8%) y prestando servicios independientes como asesores (3%). Estos datos confirman la pertinencia de los programas de posgrado del CICY.

4.5 Dificultades superadas

Con el fin de superar todas las dificultades derivadas de la implementación de actividades y procesos a distancia, el Consejo General de Posgrado (CGP), integrado por los coordinadores de los programas, la Dirección y Subdirección de Docencia, realizó durante el primer semestre de 2022 todas sus reuniones ordinarias y extraordinarias a distancia, derivando en acuerdos para resolver necesidades prioritarias. En general se puede mencionar que si bien se han enfrentaron diversas problemáticas originadas principalmente por la contingencia sanitaria, éstas se han ido solucionando de forma favorable tanto para los estudiantes como para los profesores. Docencia ha ido adecuando los procesos de operación necesarios para todos los programas de posgrado sin arriesgar la calidad de la educación. En este sentido, no se ha tenido una incidencia de rezago significativa derivado por atrasos en las tesis. Además, los cuerpos académicos de los programas y el Consejo General de Posgrado, realizaron un seguimiento puntual de los avances de los estudiantes que se encuentran en los últimos semestres, analizando de forma particular la situación de cada caso para darle una atención adecuada a través de su



Director de Tesis y/o Coordinación para asegurar que llegue a buen término la obtención del grado.

Por otra parte, la incorporación de las modalidades presencial y mixta al procedimiento para realizar los exámenes de grado presentó algunos retos con respecto a la conectividad y al re acondicionamiento de los espacios requeridos después de la pandemia. Para ello, se emitieron los lineamientos con respecto a la capacidad de cada área destinada para los exámenes presenciales, así mismo, se utilizó recurso propio para realizar diversas reparaciones de los equipos como proyectores y equipos de cómputo.

El periodo de contingencia ha causado retrasos inevitables en los diversos trámites relacionados con la obtención de la documentación oficial de estudiantes tanto nacionales, como estudiantes procedentes de otros países. Por lo anterior, en el primer semestre de 2022 se ampliaron los tiempos para el proceso de admisión para nuevos aspirantes y el Consejo General de Posgrado emitió acuerdos para diferir el ingreso en el caso de los aspirantes extranjeros aceptados. Así mismo, en el primer semestre de 2022 se mantuvo la continuidad de los procesos y servicios que ofrecen las diferentes áreas de Docencia, privilegiando el uso de medios electrónicos, algunos de ellos, han generado ahorros en tiempo y recursos, haciendo más eficiente el servicio prestado.





5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN

Con el objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico, social y económico del país, promoviendo la transferencia de conocimiento y tecnologías generadas en la institución hacia los sectores sociales y productivos, en el CICY se han establecido mecanismos y se promueven herramientas para facilitar la interacción entre los diversos sectores con los equipos que desarrollan los proyectos científicos y tecnológicos y los posibles usuarios de los resultados de los proyectos. Para articular dichos mecanismos, el CICY cuenta con la Dirección de Gestión Tecnológica (DGT), que facilita los canales de comunicación entre los sectores social y productivo con las Unidades de Investigación y Servicios de CICY, encaminados a cubrir las demandas a través de la gestión integral de proyectos tecnológicos hasta su transferencia.

5.1 Aspectos Relevantes

Durante el periodo, se continuaron con las acciones para promover el desarrollo tecnológico y vinculación, principalmente enfocadas en los servicios de apoyo a las Unidades de Investigación para la atención a la cartera de proyectos con potencial de transferencia, relacionados con aspectos de transferencia de conocimiento, propiedad intelectual y vinculación con los aliados estratégicos de la institución, integrado principalmente por el sector social y productivo. Paralelamente, el trabajo del CICY en materia de atención a las demandas de la industria, se basó principalmente en la oferta de bienes y servicios científicos y tecnológicos, resultado de los proyectos de investigación con mayor consolidación en la institución.

Para conducir estas funciones, la Dirección de Gestión Tecnológica (DGT) proporciona acompañamiento administrativo, legal y especializado para la evaluación de la madurez de los desarrollos tecnológicos y productivos del Centro, con especial énfasis en el monitoreo de su impacto social y su potencial de desarrollo productivo, prestando especial atención en su protección mediante figuras de propiedad intelectual y la conducción del proceso de transferencia de tecnología, así como la operación de unidades especializadas que proporcionan bienes y servicios para vincular al Centro, apoyando a la sociedad en general y a los productores para el mejor desarrollo local y regional.

La DGT está conformada por la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) y las Unidades de Apoyo al Sector Social y Productivo (UASSP). La OTT del CICY cuenta con la Oficina de





Administración de Proyectos (OAP); la Oficina de Protección a la Propiedad Intelectual (OPPI) y la Oficina de Asesoría Legal (OAL). Por otra parte, las UASSP son las unidades de servicio: Laboratorio de Metrología y Laboratorio GeMBio; y las Unidades de Producción: la Biofábrica y la Unidad Productora de Semillas (UPS).

5.2 Resultados Obtenidos

5.2.1 Propiedad Intelectual

La Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual, es el área encargada de la gestión de los activos de propiedad intelectual resultado de los procesos de investigación desarrollados en las Unidades de Investigación del CICY, los cuales son protegidos a través de diferentes figuras de propiedad intelectual tales como patentes, modelos de utilidad, marcas registradas, derechos de autor o derechos de obtentor. Además, esta oficina presta servicios especializados en la materia.

Como se puede observar en la Figura 26, durante el primer semestre del año 2022, continuaron los esfuerzos para obtener el registro de 2 patentes nacionales y una patente en el extranjero:

- MX 389976 B “Uso de naftoquinonas para el tratamiento de la influenza”.
- MX 390150 B “Obtención de triterpenos del tipo lupano a partir de Phoradendron vernicosum y su uso en el tratamiento del cáncer”.
- US11292818B2 “Isolated transcription factors of Carica papaya and their application to obtain extreme temperature tolerating plants”.

Además, se ingresaron 3 nuevas solicitudes de patente en México:

- MX/a/2022/001486 “Módulo de membranas de fibra hueca de polifenilsulfona para separación de gases y su proceso de preparación”,
- MX/a/2022/001941 “Sistema separador líquido-gas con sensado basado en visión artificial”,
- MX/a/2022/001943 “Sistema de electroluminiscencia de alta sensibilidad para inspección y diagnóstico de celdas y paneles fotovoltaicos”

Con la gestión realizada durante el año, el Centro ha logrado fortalecer el portafolio de patentes con tecnologías generadas en el área biotecnológica, así como seguir apoyando la protección de desarrollos generados en el área de las energías renovables. De igual manera, la OPPI ha dado seguimiento a los requerimientos generados por las autoridades





correspondientes en México para las patentes que actualmente se encuentran en examen de fondo, así como en Estados Unidos, Perú y Europa para las tecnologías RAP2 (Factores de transcripción aislados de Carica papaya y su aplicación para obtener plantas tolerantes a temperaturas extremas), AQUOX (Circuito electrónico para la cosecha de energía de fuentes de ultra-baja potencia) y Promotor (Inducible CrGPDH3 promoter of Chlamydomonas reinhardtii and the use thereof for the expression of recombinant proteins).

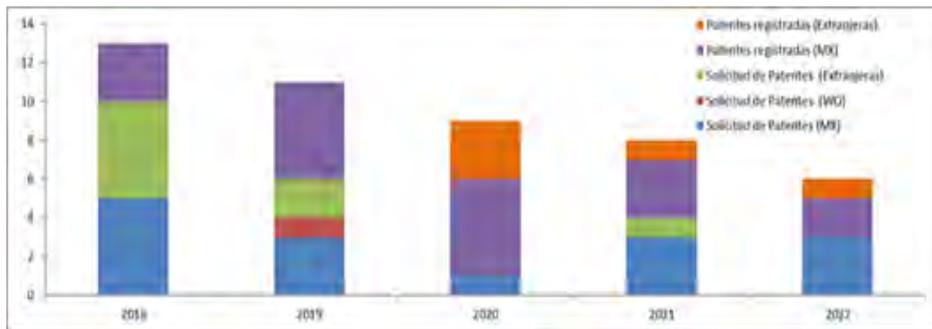


Figura 26. Evolución en la presentación y concesión de patentes (2018-2022)

En materia de Derechos de Autor, en este primer semestre de 2022 se realizó una solicitud de registro para la obra: “Ciencia, educación y divulgación de la Bioquímica en México”, libro editado en colaboración con la Sociedad Bioquímica de México. Adicionalmente se realizó la renovación de la reserva de derechos de la publicación periódica de divulgación “Desde el herbario CICY”.

Adicionalmente, como parte del seguimiento a los registros de las semillas ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), se ejecutaron, en colaboración con la Unidad productora de Semillas, las gestiones para realizar los refrendos anuales 2022 para mantenimiento de los 3 títulos de obtentor que pertenecen a la institución: Mayan Ek, Kisin y Mayan Ki’in.

5.2.2 Transferencia de Tecnología

Durante el primer semestre del año 2022 la OTT realizó servicios en apoyo a los proyectos del Centro con potencial innovador, entre los que se encuentran los siguientes:



- Asesoría al interior del CICY para el costeo de diversos servicios y proyectos científicos y tecnológicos de las Unidades de Investigación: UBT, UMAT, URN, UER. Algunos de ellos siguen en proceso.
- Análisis de costeo de las tecnologías licor de agave, harina de ramón y Cocotero. Estos análisis permitieron determinar la pertinencia de realizar diversas acciones vinculadas a los proyectos, principalmente con el objeto de su transferencia tecnológica.
- Se integró el grupo de negociación para la tecnología harina de ramón, se llevaron a cabo reuniones con el cliente y se trabajó en el desarrollo de una propuesta, teniendo como finalidad la transferencia del conocimiento que permita el establecimiento, por parte de la empresa, de un modelo de negocio para la producción de harina de ramón empleando la tecnología desarrollada en el CICY.

Es importante destacar la participación de la OTT en grupos de trabajo interinstitucional como el Grupo de Vinculación, Gestión Tecnológica e Impulso a la Innovación, conformado por 9 Centros Públicos de Investigación.

La OTT se encargó del registro, seguimiento y apoyo para el costeo de servicios y proyectos. Durante el periodo se registraron 18 servicios con un ingreso para la institución de \$ 1,394,907.78 pesos. Para hacer más eficiente el proceso de seguimiento a las solicitudes de servicios científicos y tecnológicos, los cuales son canalizados por la Oficina de Transferencia de Tecnología a las Unidades de Investigación para su atención, se finalizó el proceso de atención de servicios externos y se continúa con la mejora continua del formato de recursos autogenerados.

Dentro de las iniciativas para fortalecer la promoción de la cartera de proyectos con potencial de transferencia, el Centro ha desarrollado diversas acciones a partir de la Oficina de Transferencia de Tecnología. Algunas de las acciones emprendidas en 2022 fueron: presentar propuestas de desarrollos tecnológicos del CICY: “Promotor”, “Carbón activado”, “Sustitutos médicos de colágena marina”, ante la convocatoria abierta “Ángel para la Innovación” de StartUp México, la cual consiste en que la empresa Genomma Lab busca iniciativas disruptivas para sumar innovación a su catálogo, con el fin de identificar entidades que tengan productos o servicios alineados con la misión de la empresa.

Durante el primer semestre del 2022 se llevó a cabo la revisión de la cartera de proyectos tecnológicos y se redistribuyó entre los gestores de proyectos de la OTT para su actualización.





Así también, se continuó con las sesiones tanto del Comité de Innovación, como del Consejo de Administración de Economía del Conocimiento, en los que se analiza de manera colegiada e integral los proyectos con potencial innovador para determinar su puesta en práctica, así como los causas de acción que permitan la viabilidad y consolidación de las Unidades de apoyo al sector social y productivo (UASSP) para su óptimo funcionamiento y potencializar sus capacidades productivas.

En el primer semestre del 2022 se llevaron a cabo 2 sesiones del Comité de Innovación en los que fueron analizados los siguientes temas:

1. Presentación del proyecto “Dispositivo base-soporte”
2. Declaración de Invención: “Usos de los extractos botánicos de *Alseis yucatanensis* en el control de parásitos de cultivos agrícolas”
3. Situación de la patente “Sistema desmontable de disipador pasivo para paneles fotovoltaicos con aletas multiangulares de perfil discontinuo” CICY-UADY
4. Situación de la patente “Method and system for obtaining sweet gas, synthetic gas and sulphure from natural gas” en colaboración con CIQA/ININ.
5. Presentación de la contrapropuesta económica de la empresa Tierra Foods para la transferencia de la tecnología de uno de los métodos de preparación de la harina de ramón
6. Presentación del Proyecto: “Palma Jipi” para considerar un apoyo económico institucional.

64

De igual manera, se llevaron a cabo 2 sesiones del Consejo de Administración de Economía del Conocimiento (CAEC) tratando los siguientes temas:

1. Cotización cocotero
 - a. Proceso clonal
 - b. Proceso Biofábrica
2. Laboratorio de Metrología
 - c. Listado de precios 2022
3. Evaluación de los nuevos precios para el procesamiento de fruto, obtención de semilla y otros servicios de la UPS.

Como parte de las estrategias para el fomento de la cultura de la innovación entre la comunidad académica y el público general, se llevaron a cabo 6 seminarios de innovación,



en los cuales se contó con la participación de expertos de las instituciones aliadas al CICY. Los seminarios de innovación son enlistados en la Tabla 9.

Tabla 9. Seminarios del primer semestre.

Seminario	Fecha	Evento/Tema	Ponente
1	17 de Febrero, 11:00 am	En el marco del Día del inventor mexicano: Innovación Biotecnológica en el área cosmética en México	Ing. Amy Rodríguez, Gerente departamento I+D KONE CARE S.A. DE C.V.
2	3 de marzo, 11:00 am	Finanzas en la ciencia y tecnología	Mtro. Javier Cabrero Arzave C o-fundador de Bizbuilder y GTP Medicina Digital.
3	26 de Abril , 12:00 pm	En el marco del Día de la propiedad intelectual: Protocolo – Seminario de Innovación: Propiedad intelectual y juventud en el entorno digital	M.I.D. Indira Elisa Molina Gaytán especialista en protección de invenciones de Nominus.
4	26 Mayo, 11:00 am	Sustentabilidad en plásticos	Mtra. Ana Paulina López Laviada, Directora General adjunta en la empresa Polietileno Publicitario, Polpusa y Presidenta de Jóvenes en Canacintra.
5	14 Junio, 11:00 am	Mejores prácticas de transferencia de tecnología en centros públicos de investigación.	Mtro. Guillermo Estrada González, Director General del Instituto Ciatt S.C.

Por la parte del trabajo interinstitucional, como cada año se cumplió con el envío de los indicadores solicitados en la encuesta de las Oficinas de Transferencia de Tecnología de la Secretaría de Economía.

Con el objetivo de aprovechar el liderazgo de los responsables de la transferencia de tecnología en las coordinaciones regionales de la Red OTT México para fortalecer el





ecosistema y entregar a cada director recomendaciones de sus pares que coadyuven a la solución de problemas o al cumplimiento de retos concretos, el personal de la OTT fue invitado a participar en las sesiones mensuales de Think-tank, en las que ha participado en 4 sesiones.

Como parte del Programa de Trabajo de Control Interno (PTCI) se planteó la revisión y actualización institucional, de los Lineamientos para el manejo de los recursos propios, en la que participaron la Dirección de Gestión Tecnológica en conjunto con la Dirección Administrativa. Actualmente están siendo revisados por la OTT adecuándose a las nuevas normas vigentes sobre el manejo multi-anual de los recursos propios en el sector público.

La OTT desarrolló y publicó una convocatoria abierta para apoyar al desarrollo de una tecnología del Centro relacionada con la elaboración de un dispositivo para micropropagación de la Unidad de Biotecnología y cuyos objetivos fueron:

- 1) Identificar alternativas de polímeros que puedan utilizarse para la fabricación del dispositivo
- 2) Establecer una colaboración para llevar a cabo el desarrollo de un proyecto que permita evaluar y determinar el material adecuado para la elaboración del dispositivo.

Por su parte, la OAP realizó actividades encaminadas a desarrollar, promover, implementar y dar seguimiento a estrategias que coadyuvaron a fortalecer los servicios tecnológicos, así como los proyectos con potencial innovador del Centro. Ente los resultados se encuentran:

Desarrollo de una estrategia de marketing relacionada con destacar casos de éxito de la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” por medio de material audiovisual, el cual tiene como objetivo resaltar los beneficios de las plantas de henequén micropropagadas por el CICY.

Se implementaron y dio seguimiento a las campañas de marketing digital orgánico de las áreas de Biofábrica, GeMBio, Metrología y la Oficina de Administración de Proyectos. El impacto principal es contar con herramientas complementarias que apoyen a los esfuerzos que realizan los equipos de ventas para la captación de clientes. Es este primer semestre se generó un mayor acercamiento con el público objetivo a través de interacciones, así como en personas alcanzadas, impresiones de las herramientas digitales; también el mercado tuvo conocimiento de la propuesta de valor de esas áreas, así como, gracias a estas iniciativas y esfuerzos integrales se tuvieron contacto por parte de leads o interesados en los servicios.



Realización de diagnósticos de mercado para la cartera de proyectos de transferencia de tecnología del CICY.

- Con la Unidad de Energía Renovable, se hizo un diagnóstico de mercado de la tecnología relacionada con la marca Sisal® de destilado de henequén, como apoyo para la valuación de la misma y la integración de una primera etapa de un paquete tecnológico. También se trabajó en un benchmarking de diferentes destilados de henequén que existen en el mercado. Por otro lado, se desarrolló un diagnóstico de mercado relacionado con harina de Ramón cuyo resultado coadyuvó a la realización de la valuación tecnológica correspondiente y la integración de un paquete tecnológico.
- Con la Unidad Productora de Semillas se realizó una investigación de precios de semillas certificadas y no certificadas de chile habanero para el establecimiento de precios competitivos por parte de dicha unidad de producción.
- Se colaboró en el análisis de mercado (potencial de mercado/ aplicaciones) de los desarrollos tecnológicos: “Herramienta biotecnológica para la producción controlada de proteínas recombinantes en algas”, “Genes para incrementar la tolerancia de cultivos a temperaturas extremas” y “Circuito electrónico para la cosecha de energía de fuentes de ultra-baja potencia”, como parte de los esfuerzos de la OTT para la oferta de tecnologías a través de la página web de la Institución. Nota: La iniciativa se encuentra en una primera etapa de desarrollo integrando toda la información en inglés, para posteriormente publicarla en el sitio web del Centro.

Con la Unidad de Ciencias del Agua se continuó trabajando con las estrategias de mercadotecnia interna relacionadas con el Laboratorio de Biología Molecular de la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA) para el Servicio de Monitoreo del SARS-CoV a través de ensayo RT-PCR, así como del servicio de monitoreo de la salud del personal en las escuelas, desarrollando análisis de mercado y tendencias, comercialización del servicio, presentaciones y negociaciones.

Se realizó una propuesta de modelo de negocio para la Escuela Nacional de Estudios Superiores, como parte de la propuesta técnico- económica del Servicio de Monitoreo del SARS-CoV a través de ensayo RT-PCR.

Se apoyó en la gestión de la primera etapa de transferencia de fase luminosa de la tecnología de micropropagación de cocotero alto por alto del Laboratorio del Dr. Carlos



Oropeza a la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”. Para tal fin, se trabajó en la realización de actividades conjuntas entre la OAP, el equipo técnico de cocotero de la Unidad de Biotecnología y la Biofábrica, diseñando un modelo comercial, el costeo, la presentación de la propuesta ante el Consejo de Administración de Economía del Conocimiento (CAEC), el desarrollo de la hoja de términos para la negociación, la gestión de la visita de la empresa Fyteia Capital a las instalaciones del laboratorio del equipo técnico de cocotero en CICY-Mérida y Biofábrica, así como el desarrollo del contrato de compraventa y formalización del mismo para 5,000 vitroplantas de cocotero alto por alto por \$600,000.00 M/N.

Se redefinieron las dos propuestas de modelos de negocio del CIT tras el acercamiento y las pláticas con los actores involucrados que propiciaron la validación de algunas variables, sentando bases más cercanas hacia la forma en la que el CIT podría interactuar como parte del ecosistema de innovación: actor de servicios y/o proyectos tecnológicos. Paulatinamente y debido a la reciente reactivación económica por causas del COVID-19, se presentaron sucesos que impactaron en el rediseño y actualización de los modelos, dichos hitos son: el proyecto de economía circular con la industria textil que se entabló con el IYEM, el interés de las emprendedoras del proyecto de tejas ecológicas con el IYEM, la reunión con el área administrativa del CICY para conocer el marco el trabajo administrativo en el cual se puede desarrollar el CIT, la reunión con la responsable de emprendedores del IYEM, la reactivación de la economía en el estado, las visitas por parte del sector industrial y empresarial al CIT y la falta de recursos económicos por parte de empresarios como consecuencia del COVID-19.

Como parte de las iniciativas para captar clientes potenciales para la Biofabrica “Dr. Manuel L. Robert”, la Oficina de Administración de Proyectos, desarrolló e implementó estrategias de marketing relacionadas con medios digitales, entre los que figura la elaboración de un plan de comunicación en las redes sociales oficiales del CICY, en el que se trabajó de manera integral entre áreas para realizar herramientas visuales, que sustenten la importancia e impacto en la cadena de valor del henequén, de las plantas de dicho cultivo producidas por la Biofábrica, así como acciones relacionadas con medios tradicionales locales y nacionales para el posicionamiento de la oferta de variedades de interés para el sector agrícola local y nacional, entre otros. Los esfuerzos realizados, han captado interesados a nivel local, nacional y hasta internacional. De igual forma se han atendido mediante entrevistas por radio y televisoras a diferentes medios.





El personal de la OTT asistió al Congreso Smart City Expo Latam del 7 al 9 de junio en Mérida, Yucatán, con la finalidad de generar vínculos e identificar aliados para proyectos de innovación tecnológica, así como ofertar los servicios del CICY. También el personal estuvo presente en las diferentes conferencias impartidas durante el evento como medio de actualización en temas de interés. Como resultado se puede mencionar la canalización de un prospecto de servicio a la Unidad de Recursos Naturales.

5.2.3 Instrumentos Jurídicos

Dentro del CICY, la Oficina de Asesoría Legal es la encargada de brindar los servicios que permitan asegurar la certeza jurídica para dar cumplimiento en tiempo y forma a las obligaciones derivadas de convenios, contratos y de otros ordenamientos administrativos, civiles, mercantiles, fiscales, laborales y de propiedad intelectual, tanto a nivel local como federal y en otros supuestos respecto de los ordenamientos internacionales que pudieran aplicarse. La vinculación académica y científica se ha concretado con diversas instituciones como son: instituciones académicas, centros públicos, instituciones de gobierno, así como organismos del sector privado. Durante el primer semestre de 2022 se firmaron 37 convenios de los cuales 5 son internacionales y 32 son nacionales (Tabla 10); de los 32 nacionales, 9 aplican al indicador de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental. Mediante los instrumentos jurídicos suscritos se logró captar recursos económicos hasta por la cantidad aproximada de \$1´291,964.22.

Tabla 10. Concentrado de instrumentos jurídicos suscritos en el primer semestre de 2022.

TIPO DE CONVENIO	CONVENIOS DE COLABORACIÓN, COOPERACIÓN Y COORDINACIÓN ACADÉMICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA			CONVENIOS DE CONFIDENCIALIDAD Y SECRECÍA			SUMA DE TODOS LOS CONVENIOS
	PÚBLICOS	PRIVADOS	TOTAL	PÚBLICOS	PRIVADOS	TOTAL	GRAN TOTAL
Convenios Nacionales	13	7	20	6	6	12	32
Convenios Internacionales	3	1	4	0	1	1	5

Actualmente, todos los instrumentos jurídicos de este periodo se encuentran registrados en la base de datos de esta Dirección y en la Plataforma Nacional de Transparencia con su respectiva versión pública.





5.2.4 Unidades de Apoyo al Sector Social y Productivo (UASSP)

El CICY cuenta con unidades articuladas para promover el desarrollo social y apoyar al sector productivo de la región sureste del país. Estas UASSP son las instancias especializadas que proporcionan productos de valor agregado, apoyos y/o servicios demandados por la región, y en algunos casos se extienden a otras áreas del país:

- Laboratorio de GeMBio
- Laboratorio de Metrología
- Biofábrica
- Unidad Productora de Semillas (UPS)

Dichas unidades se han dividido en dos grandes bloques, las unidades de servicios conformadas por el laboratorio de Metrología y el laboratorio GEMBIO y, el bloque de producción que está conformado por la Biofábrica y la UPS.

5.2.4.1 Laboratorio de GEMBIO

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.

En total se brindaron 40 servicios (con diferentes números de pruebas y ensayos cada uno). La Tabla 11 presenta los resultados del ejercicio de enero a junio de 2022 del laboratorio GeMBio:



Tabla 11. Servicios realizados por GeMBio al sector social y productivo en el semestre enero-junio 2022.

Tipo	Actividad	Monto Ingresado (MN)
Servicios	<ul style="list-style-type: none">• Diagnóstico y detección de fitopatógenos por métodos moleculares y/o morfo-fisiológicos;• Identificación molecular (a especie) de patógenos de plantas;• 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 en eucalipto	\$720,969.00



Figura 27 Asesorías piña y limón persa en Agrícola San Pablo Humanguillo, Tabasco.

Adicionalmente, se prestaron Servicios Internos que, si bien no son pagados al laboratorio GeMBio, representan una importante contribución de GeMBio al desarrollo científico y





tecnológico de la institución. El monto total estimado de servicios internos en este período fue de \$96,800.00. Dentro de estos servicios internos se incluyeron:

- ✓ La atención fitosanitaria constante a la Casa del Desierto y la Casa Tropical de CICY, lo que ha permitido mantener las colecciones que ahí se encuentran(Figura 31).
- ✓ 6 Servicios de secuenciación, a la Dra. Marcela Gamboa, UBT.(Figura 27).
- ✓ 2 Diagnósticos de bacterias en vitroplantas, al Jorge Santamaría, UBT (Figura 28).
- ✓ 4 Diagnósticos de hongos en papaya, al Dr. Jorge Santamaría, UBT(Figura 29).
- ✓ 2 Diagnósticos de bacteria/levaduras en palma y miel, al Dr. Raúl Tapia, UER (Figura 30).



Figura 28. Diagnósticos de bacterias en vitroplantas, al Dr. Jorge Santamaría.



Figura 29. Diagnósticos de hongos en plantas de papaya, al Dr. Jorge Santamaría.



Figura 30 Diagnósticos de bacteria/levaduras en palma y miel para el Dr. Raúl Tapia, UER.





Figura 31 Mantenimiento de la casa del desierto y Casa tropical durante el semestre.

Participación del laboratorio GeMBio en proyectos de impacto social:

Durante el primer semestre de 2022, personal del laboratorio participó en las actividades de conformación el Nodo de Impulso a la Economía Social y Solidaria denominado NODESS Iik Habanero. En dicho marco, se hicieron visitas los días 20 y 26 de enero 2022(Figura 32)para el diagnóstico técnico y fitosanitario de las plantaciones de los productores participantes. El 7 de marzo de 2022, se impartió el curso de capacitación sobre “Plagas en chile habanero y acciones necesarias para su manejo” (Figura 33). Posteriormente, el 30 de marzo 2022, se impartió el curso de capacitación sobre “Enfermedades en chile habanero, principales síntomas y estrategias de manejo” (Figura 34). También se ofreció el curso de capacitación sobre “Manejo integral de plagas y enfermedades en chile habanero”, 26 de abril de 2022. Así mismo se hicieron visitas de seguimiento, mayo a junio 2022, a las parcelas establecidas de los productores dando recomendaciones para el manejo de plagas .



Figura 32 Visitas de diagnóstico técnico y fitosanitario de las plantaciones de los productores NODESS Iik Habanero.





Figura 33 Curso de capacitación sobre "Plagas en chile habanero y acciones necesarias para su manejo" NODESS lik Habanero



Figura 34. Curso "Enfermedades en chile habanero, principales síntomas y estrategias de manejo" NODESS lik Habanero y Diferentes momentos de las actividades del NODESS lik Habanero

5.2.4.2 Laboratorio de Metrología

De acuerdo al plan de trabajo 2022, se han realizado una serie de actividades enfocadas al logro de 3 objetivos de calidad:



1. Mantener la acreditación de los servicios de calibración
2. Mantener constante el ingreso por recursos propios
3. Medir la satisfacción de los clientes para crear mejoras
4. Obteniendo los siguientes resultados para el primer objetivo:

Se obtuvo una calificación >90 en el reporte de conocimiento y examen de desempeño de los signatarios. (Figura 35)

**LABORATORIO DE METROLOGÍA
EVALUACIÓN DE COMPETENCIA TÉCNICA
CLAVE: MF-SE-6.2-1.5**

Fecha de Realización: 19 de mayo de 2022 ÁREA: Temperatura

Evidencia: Reporte de Desempeño, Exámenes de conocimientos

Nombre del evaluado Titular	Cursó más reciente	PP	EX	DT	ET	RDP	CA	AC	Evaluación	Última Autorización	Calificación	Oportunidad de mejora
Rosario del Alma Belman Garrido (Titular)	2022	10%	20%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	2020	Autorización	
Resultados del análisis de evidencia		97%	100%	S	100	S	S	S				
Edder Noé Pisté Canul (Titular)	2022	10%	20%	30%	10%	10%	10%	10%	100%	2020	Autorización	
Resultados del análisis de evidencia		96%	100%	S	100%	S	S	S				
Pedro Alonso Solís Novelo	2022	10%	20%	15%	9%	8%	10%	10%	82%	2020	Reevaluación	En formación para titular
Resultados del análisis de evidencia		97%	100%	Scr	82%	S	S	S				

Nombre del evaluado Apoyo	Cursó más reciente	PP	EX	DT	ET	RDP	CA	AC	Evaluación	Última Autorización	Calificación	Oportunidad de mejora
Pedro Alonso Solís Novelo	2022	10%	20%	15%	9%	8%	10%	10%	82%	2020	Signatario de apoyo	Pruebas de desempeño en proceso
Resultados del análisis de evidencia		93%	100%	Scr	82%	S	S	S				
Rodrigo Hong Pech	2018	10%	20%	15%	8%	10%	10%	10%	83%	2020	Signatario de apoyo	Aplicar pruebas de desempeño
Resultados del análisis de evidencia		94%	100%	Scr	79%	Scr	S	Scr				
Javier Enrique Escalante Estrella	2018	10%	20%	15%	10%	10%	10%	10%	85%	2020	Signatario de apoyo	Aplicar pruebas de desempeño
Resultados del análisis de evidencia		96%	100%	Scr	92%	Scr	S	S				

Tipo de autorización	Calificación
Autorización	> 89
Signatario de apoyo	90 >= < 69
Reevaluación	< 69

Figura 35. Resultados de la Evaluación de Signatarios.

De acuerdo al Comité de Evaluación de Laboratorios de Calibración la acreditación de las seis magnitudes acreditadas, M-50, FL-21, T-62, P-83, OP-13 y V-12 continuará vigente.

Implementación de nuevas responsabilidades y designación de dos Líderes de proceso para delegación de actividades y gestión de recursos de las áreas técnicas.

Se crearon herramientas en Excel para control de gastos en tiempo real, monitoreo de ingresos de manera mensual y se compartieron con los Líderes de Proceso

En el segundo objetivo, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se autorizó la ampliación de alcances para flujo y volumen en el área de combustibles
- Se trabajó en una campaña para redes sociales en conjunto con el departamento de Divulgación y DirGT





- Se obtuvo una base de datos de clientes para evaluar la frecuencia de contratación y se han detectado los clientes constantes, intermitentes y nuevos. Así también se han identificados los que no han vuelto a contratar los servicios (Figura 36).



Figura 36. Análisis de clientes

Para el tercer objetivo, se logró lo siguiente:

Se diseñaron encuestas para conocer la satisfacción general del servicio, las áreas de oportunidad y la lealtad. Se diseñaron encuestas largas vía correo electrónico y se diseñaron encuestas en formato digital más cortas

Los ingresos obtenidos durante el primer semestre 2022, se evalúan con los indicadores del objetivo 2, en la Tabla 12 se presentan los servicios atendidos en el período de enero a junio de 2022, se muestra el desglose por Líneas de proceso y el ingreso mensual del Laboratorio de Metrología.

Tabla 12. Ingreso mensual 2022

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Línea de Proceso 1	\$198,430.76	\$132,309.60	\$205,488.49	\$277,592.98	\$246,045.58	\$296,204.68	\$1,352,722.08
Línea de Proceso 2	\$42,090.60	\$198,455.12	\$160,982.46	\$92,342.67	\$111,973.64	\$147,430.97	\$756,625.46





Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Total ingresos	\$240,521.36	\$330,764.72	\$366,470.95	\$369,935.65	\$358,019.22	\$443,635.64	\$2,109,347.54

5.2.4.3 BIOFÁBRICA “Dr. Manuel L. Robert”

Durante el año 2022, la BIOFÁBRICA “Dr. Manuel L. Robert” del CICY se ha consolidado como unidad de producción para la micropropagación de los cultivos de interés comercial como henequén, mezcal, banano, café y cocotero (en proceso). Particularmente se ha trabajado fuertemente supervisando y planeando la micropropagación de los cultivos en general. Se conserva una biomasa total de 30,000 estructuras en el cultivo de *agave americana* y *angustifolia*. En el caso del henequén se tiene en mantenimiento 5,000 estructuras en sistemas de inmersión temporal. En todos los cultivos se están generando vitroplantas en fase de crecimiento y manteniendo en la misma fase.

Con respecto al personal involucrado en el área de producción, se realizan capacitaciones preventivas y de reforzamiento de los conocimientos para el manejo de sistemas y tecnologías nuevas de manera programada, con el objetivo de tener un control del adecuado funcionamiento de toda nuestra infraestructura y, de esta manera, garantizar que la especialización del personal sea mayor.

En lo referente a los sistemas de inmersión temporal, los cuales consisten en biorreactores diseñados para la producción a gran escala de tejidos vegetales expuestos temporalmente a medio de cultivo líquido bajo condiciones controladas, durante este año, se adquirieron 128 nuevos SETIS (Ver Figura 37.) para incrementar y hacer eficiente la productividad. A continuación, se menciona la conformación de estos sistemas adquiridos:

- Contenedor para cultivos
- Contenedor para medios
- Conectores (mangueras de silicona)
- Electroválvulas
- Filtros de aire
- Controlador y software
- Llaves para su fácil cierre y apertura





Figura 37. Ampliación del sistema de inmersión temporal y su puesta en marcha.

Por otro lado, se continuaron utilizando los sistemas de inmersión temporal diseñados por el CICY en la multiplicación del cultivo de *agave angustifolia* y *americana*, de igual forma se están utilizando los biorreactores tipos “SETIS”, esto con la finalidad de hacer más eficiente el proceso y reducir costos de producción (Ver Figura 38).



Figura 38. Sistemas de inmersión temporal utilizados.

Los ingresos obtenidos por comercialización de vitroplantas durante el primer semestre del año, se enlistan en la Tabla 13:

Tabla 13. Ingresos de la Biofábrica para el primer semestre 2022.

BIOFÁBRICA INGRESOS DEL PRIMER SEMESTRE 2022	
CONCEPTO	INGRESO
Cocotero aclimatada Alto del Pacifico	\$41,000.00 MXN.
Anticipo del 40% planta de cocotero	\$240,000.00 MXN.
Vitroplantas aclimatadas de Henequén	\$480,000.00 MXN.
Vitroplantas de Banano aclimatadas	\$1,000.00 MXN.
Ingresos primer semestre 2022	\$762,000.00 MXN.



En este primer semestre del año, los ingresos fueron mayor respecto al obtenido en el mismo periodo del año anterior, la diferencia fue por \$315,700.00 como se ilustra en laTabla 14.

Tabla 14. Comparación de ingresos

CONCEPTO	INGRESO SEMESTRE 1 2021	INGRESO SEMESTRE 1 2022
Venta de vitroplantas	\$ 446,300.00 MXN.	\$ 762,000.00 MXN

Para atender las demandas de vitroplantas producidas en la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” y realizar las propuestas económicas, se han establecido mecanismos para elaborar las propuestas de precios de las vitroplantas, realizando un estudio profundo de las mismas como son el estudio de mercado, seguimiento en la gestión de hoja de términos convenios y/o contratos.

Como parte de la mejora continua en los procesos de la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”, se está desarrollando una política de entregas, un POE sobre las entregas de plantas y el plan anual de producción.



Figura 39. Transferencia de brotes de cocotero.

En el mes de abril del presente año, se inició la capacitación del personal y la transferencia de tecnología del cocotero en la última fase del proceso (Figura 39). Actualmente ya se tienen en proceso de crecimiento 5,000 brotes para la empresa FYTEIA. Se firmó un contrato de compraventa con la empresa para la entrega de 5,000 vitroplantas de cocotero alto por alto por \$600,000.00 M/N. Esto se logró gracias al esfuerzo integral entre la OTT, Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” y el equipo técnico de cocotero en CICY-Mérida como parte de la transferencia de la fase luminosa de la tecnología de micropropagación de cocotero. Es importante mencionar que existe la posibilidad y se está en pláticas con la





misma empresa para la firma de un nuevo contrato para la producción de 50,000 vitroplantas de dicho cultivo.

Entre muchas otras actividades, es importante mencionar que para reforzar los mecanismos de difusión y vinculación con los clientes potenciales y aliados de la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”, se han establecido estrategias institucionales para la atención de los mismos. Se han recibido las visitas de las Secretarías de Desarrollo Económico y Desarrollo Rural a nivel Estatal, así como de representantes de la SADER Federal, las embajadas de Canadá, la Delegación de la República del Salvador, Delegación de Colombia, Empresario de Colombia, entre otros aliados institucionales.

Como parte de estas mismas actividades de difusión, se atendieron visitas en la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” y UPS de diferentes delegaciones, por mencionar algunas:

- a. Delegación de la embajada de Canadá.
- b. Empresarios de Querétaro con el Proyecto del Billón de Agaves.
- c. Productor Colombiano por el cultivo de Fique.
- d. Empresa FYTEIA.
- e. Estudiantes de la Universidad Tecnológica del Mayab.

Durante este año, la Biofabrica continuará trabajando con el equipo de investigación del Dr. Víctor Manuel Loyola Vargas en el marco de la colaboración en el proyecto denominado “Impulso a las cadenas agroalimentarias de alto valor económico para incrementar su competitividad y contribuir al desarrollo e impacto socioeconómico en la región Pacífico sur”, en el cual se participó en el subproyecto “Establecimiento de protocolos de propagación masiva para *coffea spp.*” para la producción en la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” de vitroplantas de café. En el desarrollo de las actividades, se contempla la transferencia de los protocolos para la propagación de dos especies del género *Coffea* para su escalado. Se han realizado pruebas con los Biorreactores SETIS y se obtuvieron resultados muy alentadores en el rápido crecimiento de los embriones y las vitroplantas (Figura 40).





Figura 40. Producción de cafeto en sistemas de inmersión temporal.

En el marco de este proyecto se realizaron visitas a productores del estado de Guerrero con el fin de hacer alianzas estratégicas y dar a conocer el desarrollo del mismo, de igual forma se realizaron reuniones con instituciones líderes para conformar una mesa de trabajo constante en favor del campo, en este tenor se tuvo la oportunidad de impartir un taller para los productores cafetaleros el día 7 de junio del presente. En estos momentos ya se cuenta con vitroplantas aclimatadas de *Coffea canéfora* y *Coffea arabica* en el invernadero y éstas serán enviadas en días próximos a diferentes comunidades de Guerrero.

5.2.4.4 UNIDAD PRODUCTORA DE SEMILLAS (UPS)

La Productora de Semillas (UPS) es una de las Unidades de apoyo a los sectores social y productivos del Centro, cuyas actividades y servicios están enfocadas en la producción, procesamiento y manejo de semillas hortícolas particularmente, pero no específicamente, de chile habanero.

Los servicios que se ofrecen actualmente son:

1. Venta de semillas de variedades de semillas de chile habanero mejoradas y registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).
2. Procesamiento de frutos de hortalizas para la obtención de semillas con calidad para la certificación.

Los ingresos registrados en el primer semestre de 2022 por la venta de semillas de chile habanero fueron de \$ 42,540.00 pesos. Cabe mencionar que se encuentra en curso un servicio de procesamiento de 1.779 toneladas de fruto de chile habanero para la empresa Invernaderos Mayapan.



Mediante el programa realizado en colaboración con la Dirección de Gestión Tecnológica, para la promoción y difusión de las semillas de chile habanero (Mayan ba'Iché y kisin), a través de diversos medios en la que se brindó información de las características y ventajas de estas variedades comercializadas por el CICY, además de generar conciencia de la importancia de sembrar semillas mejoradas y certificadas, en este primer semestre del año el ingreso en la venta de semillas fue mayor con respecto al obtenido en el mismo periodo del año anterior, la diferencia fue por \$33,640 como se ilustra en la Tabla 15.

Tabla 15. Comparación de ingresos de la UPS.

CONCEPTO	INGRESO SEMESTRE 1 2021	INGRESO SEMESTRE 1 2022
Venta de semillas	\$ 8,900.00	\$ 42,540.00

En otras actividades realizadas en apoyo al sector social y productivo, la UPS, a través del proyecto Pre-Nodess lik habanero, brindó capacitación y acompañamiento para el manejo del cultivo de chile habanero a productores en el municipio de Tekax, Yucatán (Figura 41).



Figura 41. Capacitación en el manejo del cultivo de chile habanero a productores del proyecto Pre-Nodess lik habanero, en la comisaría de Tixcuytún, Tekax, Yucatán.

Se está trabajando en los manuales operativos de todos los equipos de procesamiento, esperando culminar con al menos 2 este año con el fin de garantizar la calidad de los servicios.

5.2.5 Vinculación

Durante el primer semestre de 2022, se han logrado concretar diversas acciones de vinculación en las Áreas y Unidades del Centro. A continuación, se describen diversas de





ellas, correspondientes a vinculación en temas ambientales, sociales, con el sector empresarial y vinculación con instancias internacionales.

En el rubro de Vinculación académica, las acciones más importantes formalizadas durante el primer semestre 2022 destacan las de tipo académico y científico establecidas con instituciones que, como el CICY, comparten la misión de generar conocimiento útil en beneficio de la sociedad. Algunas de ellas son:

Sector Público: Instituciones y/o Dependencias Nacionales

El 7 de marzo se renovó el convenio con el Centro Ecológico Akumal, posteriormente se firmó también con el Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, con el Instituto Tecnológico de Chetumal, con la Universidad La Salle de Cancún y se renovó el convenio con la Universidad Politécnica de Quintana Roo, dichas instituciones son grandes aliadas para el intercambio de investigación e impulsoras del desarrollo humano. En general, el objeto de las colaboraciones es el de unir esfuerzos para organizar y desarrollar actividades y proyectos académicos en el ámbito de sus competencias, así como proyectos de investigación y de divulgación de la ciencia de interés para ambas instituciones para la protección y conservación del agua y de los ecosistemas de la Península de Yucatán





Figura 42. Vinculación y divulgación con instituciones de gobierno.

Se realizó la vinculación con el H. Ayuntamiento de la isla de Cozumel, donde la UCIA busca poner en marcha un proyecto insignia multidisciplinario, en donde actualmente se han realizado varias sesiones de trabajo y como resultado se desarrollara un proyecto titulado: "Programa de monitoreo de la calidad del agua para la gestión hidrológica de la isla de Cozumel", que tiene como meta implementar una agenda de trabajo para los próximos tres años en la que se establezca el programa de monitoreo de cenotes urbanos de Cozumel, para la gestión hidrológica de la isla. El proyecto se propone desarrollar en tres etapas en el periodo de septiembre de 2022 a julio del 2024. En la primera etapa; será una colaboración entre ambas partes y en la segunda y tercera etapa; se solicitará financiamiento al municipio de Cozumel para la compra de reactivos o en su caso, se generarán propuestas en conjunto para obtener recursos a través de convocatorias específicas para su desarrollo.





A su vez, el pasado 11 de abril 2022 se realizó la visita al H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán; donde, en reunión con el Profesor Alfredo Fernández Arceo, Alcalde de Valladolid, se escucharon las necesidades en el tema del recurso hídrico y a solicitud del Alcalde se firmará un convenio de colaboración y se realizará una propuesta de un proyecto integrador que beneficie al municipio (Figura 42).

Dentro del trabajo del centro en la incidencia en las políticas públicas, es de destacar la vinculación de la Unidad de Ciencias del Agua con los actores locales para contribuir al desarrollo del proyecto sobre la Política de Costas del Estado de Quintana Roo. Las contribuciones del equipo técnico, a través de los talleres participativos y la revisión documental, contribuirán a la estructuración de la Política que será publicada durante el segundo semestre de 2022.

Fuera de la Península de Yucatán, es de destacar la protocolización del Convenio General de Colaboración Académica y Científica suscrito con el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero. A través de este instrumento jurídico se establecen acciones de intercambio de personal académico y científico para trabajos de investigación, enseñanza, estancias de investigación, y/o presentación de seminarios de cada una de las instituciones y/o instancias académicas implicadas; asimismo se determina establecer colaboración en proyectos de investigación y/o programas de interés en beneficio mutuo y de aplicabilidad social.

Sector Académico: Instituciones Internacionales.

En el tema de la Vinculación, GermaLab se mantuvo activo impulsando la colaboración con Universidades y Organizaciones relacionadas con los temas de especies que maneja, con las que se busca establecer convenios como el Banco de Germoplasma “Cesar Gómez Campo” de la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Nacional de Colombia, el INIA en la República de Chile, el Jardín Botánico Yachay y la Universidad Yachay Tech, en Imbabura, Ecuador , AGROSAVIA en Colombia y con la United States Forest Service en el tema de especies forestales, en algunos de los casos hay convenios firmados o en vía de firma.

Otros convenios de colaboración internacional que respaldan las actividades institucionales son el Convenio General de Colaboración Académica y Científica suscrito con la Universidad Nacional de Colombia: Con esta institución se formaliza el llevar a cabo acciones de intercambio de personal académico y científico para trabajos conjuntos, realizar estancias





académicas y de colaboración con énfasis en investigaciones y proyectos. Se formalizó un *Memorandum of Understanding* suscrito con el *Institute of Molecular Genetics of the ascr*, v.v.i de la República Checa. Con este instituto de la República Checa se formalizaron acciones de intercambio de personal académico y científico para trabajos y estancias de investigación.

Sector Social

En este sector, cabe destacar las acciones establecidas de vinculación entre otras con productores, ejemplo de ello se encuentran las actividades y trabajos formalizados a través de Convenios Específicos de Colaboración Científica con Productores Agrícolas, con quienes se ejecutó y llevó a cabo el proyecto “Conservación, uso sostenible y el incremento y capacidad productiva de la Milpa Maya”, este proyecto ha sido financiado por FOMIX-CONACYT YUCATAN - Gobierno del Estado de Yucatán; así también con la sociedad Agrícola San Pablo, S.P.R. de R.L., se han llevado a cabo acciones de soporte técnico para el manejo de plagas y enfermedades en cultivos de limón y piña en plantaciones; actualmente se continúa trabajando en incrementar la vinculación social con productores de la Península, así como con asociaciones agrícolas y productores de otros estados de la República Mexicana.

Respecto al trabajo con comunidades, se participó en el Taller de Economía Creativa relacionado con el proyecto “Impulso bio-sustentable a la cadena de valor de las artesanías de jipi japa, se realizaron por parte de los agentes culturales CICY-ITSCAM-ITM: el Levantamiento de Encuestas de Premapeo para conocer de primera mano las necesidades de los artesanos y la forma de apoyarlos, mediante el aprovechamiento de la afluencia turística que brindará el proyecto “Tren Maya” en la Península de Yucatán”, dicho taller se realizó en la Casa de la Cultura del municipio de Halachó con la participación de 40 artesanos y productores.

Como un proyecto que surge en el marco de la convocatoria emitida por el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) para la conformación de Nodos de impulso a la economía social y solidaria (NODESS). El CICY a través de la Dirección de Gestión Tecnológica estableció una alianza regional con el Instituto Yucateco de Emprendedores (IYEM), la Universidad Tecnológica Regional del Sur (UTR), el Ayuntamiento de Tekax y Productores Chileros de Tixcuytún 1, 2 y 3, para la conformación de un nodo que de impuso y fortalecimiento a la economía de grupos de productores enfocados al cultivo de chile





habanero. El proyecto se denominó Pre-Nodess lik habanero, el cual inicio actividades en enero del presente año, teniendo como sede de arranque el municipio de Tekax, Yucatán y cuyo objetivo principal es de diseñar, fomentar, impulsar y generar acciones estratégicas necesarias para el desarrollo de los Organismos del Sector Social de la Economía (OSSEs) enfocados en la producción de chile habanero fundamentadas en la aplicación de principios y valores que promuevan la economía en favor de las personas.

Actualmente el proyecto está por finalizar la etapa propedéutica y durante este periodo (seis meses), se han realizado alrededor de 50 acciones relacionados a la Seguridad Alimentaria y Economía Social y Solidaria, donde destacan, visitas de campo para conocer las necesidades de las y los productores de chile habanero; acompañamiento técnico para el dimensionamiento y planeación de instalaciones de riego fotovoltaico apropiado; capacitación en materia de nutrición y manejo del cultivo y al control de plagas y enfermedades; desarrollo de prototipos (biopesticida) y productos para la diversificación y comercialización de la actividad del cultivo de chile habanero. En dichas acciones se han involucrado y participado más de 48 actores entre instructores, productores, coordinadores/organizadores, apoyo logístico y órgano rector.

Vinculación Ambiental

Se ha formalizado a través de Convenios Generales de Colaboración Académica y Científica, llevar a cabo diversas acciones como ejemplo se encuentran las establecidas con la Asociación Civil Ukana I Akumal, A.C., con esta asociación se llevarán a cabo diversas acciones para la conservación ambiental, desarrollo sustentable a través de actividades ecológicas y desarrollar programas de apoyo para la comunidad de Akumal; así también con la asociación Caribbean Conservation Coastal A.C. se llevarán a cabo estudios e investigaciones conjuntas para el desarrollo de proyectos en el campo de la investigación para la conservación del medio ambiente.

Con respecto a vinculación con instituciones locales, se gestionó y apoyó para la planeación y ejecución de la visita del Lic. Ernesto Herrera Novelo, secretario de la Secretaría de Fomento Económico y Trabajo (SEFOET) a las instalaciones de la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” para que conociera la oferta tecnológica, así como promover y entablar mecanismo de colaboración que conlleven a un impacto social y desarrollo de competitividad.

Dentro de la planeación estratégica, se planteó la necesidad de realizar un programa de vinculación con los tecnológicos regionales. Dentro del programa se iniciaron las primeras





acciones, entre las que se pueden mencionar las sesiones de vinculación con el Instituto Tecnológico de Calkiní, que se han enfocado en el desarrollo del proyecto sobre Palma jipi, la vinculación con el posgrado en Materiales Poliméricos y el programa Talento CICY. También se gestionó la primera visita de trabajo al Instituto Tecnológico Superior Progreso con la finalidad de entablar un marco de colaboración de acuerdo a las fortalezas de cada Institución y el establecimiento de un convenio de colaboración académica, científica, tecnológica y de innovación.

Se apoyó en la identificación de oportunidades de vinculación entre el CICY y el Ayuntamiento de Mérida, en el cual se desarrollaron propuestas puntuales sobre el CIT, Biofábrica y Unidad Productora de Semillas, para la presentación por parte de la Dirección de Gestión Tecnológica.

Como una oportunidad de vinculación y formar parte de la red mentores y proveedores de los proyectos de emprendimiento que coordina el Instituto Yucateco de Emprendedores (IYEM), se presentó un modelo colaborativo de trabajo desarrollado por personal de la OTT. Esto dio como resultado el intercambio de la oferta de servicios de las diferentes áreas y unidades del CICY como las del IYEM.

En el marco de la Jornada Académica 2022: Nuevas Oportunidades del Modelo de Negocios Actual organizado por el Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, se impartieron el Taller “El Multiverso de la Innovación” y “Cultura de la Propiedad Intelectual” en el que participaron 27 y 28 estudiantes, respectivamente, de las carreras de Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Administración del 26 al 27 mayo de 2022.

Diversas áreas de la Dirección de Gestión Tecnológica participaron en el programa de estancias IRAP (Introduction to Research Abroad Program) coordinado por la SILES Yucatán y la Universidad de Texas, tal es el caso de la OTT que desarrolló e impartió el Taller y actividad “El reto del laboratorio al mercado a través del Design Thinking”, dirigido a 6 estudiantes, el personal de Gambio atendió a cuatro estudiantes participantes del programa con el tema “Diagnóstico Morfológico y molecular de *Colletotrichum sp*” (Figura 43). La UPS, participó con el tema de manejo de semillas de chile habanero.





Figura 43. Distintos momentos de la visita en el marco del programa de estancias IRAP.

5.3 Logros Obtenidos

Durante el primer semestre del año 2022 en los temas de Propiedad intelectual, se concedieron dos patentes nacionales y una en Estados Unidos, esta última patente es el segundo registro que se logra para una patente de la institución en dicho país. Esto es resultado del buen manejo y administración de los activos de propiedad intelectual por parte de la OPPI para responder los requerimientos de fondo ante las autoridades competentes. Es de destacar que, hasta el momento, el CICY cuenta con un récord de 100% de concesión en sus solicitudes de patente en México y en el extranjero.

En el rubro de fomento de la Innovación asociada a los desarrollos científicos y tecnológicos, es importante destacar la continuidad de los “Seminarios de Innovación 2022” para la promoción de la cultura de la innovación, los cuales se han realizado en colaboración con aliados del ecosistema a nivel regional y nacional. Estos seminarios se transmiten en las plataformas digitales del CICY con un alcance promedio de más de 2000 personas por evento.

Un elemento de la OTT fue invitado a formar parte de la Directiva de la red OTT como enlace gubernamental para el periodo 2022-2024, lo anterior permitirá a la OTT del CICY colaborar en el establecimiento de nuevas estrategias dentro de la red para propiciar más y mejores





acercamientos con el sector industrial y con otras instituciones que forman parte del ecosistema de transferencia de tecnología en el país.

Con el objetivo de tener una herramienta de apoyo para los investigadores del CICY, la OTT desarrolló un formato para la identificación de desarrollos tecnológicos, a través de este formato estandarizado se uniformizan los criterios para la dictaminación de la existencia de desarrollos tecnológicos dando una mayor oportunidad de fomentar la gestión de la Propiedad Intelectual.

La OTT apoyó en la gestión de la primera etapa de transferencia de fase luminosa de la tecnología de micropropagación de cocotero alto por alto del Laboratorio del Dr. Carlos Oropeza a la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”. Esto conllevará a tener un impacto económico y social de los productores de cocotero, pues se podrá realizar una mayor producción de plantas élite de este cultivo para cubrir la actual demanda existente a nivel nacional e internacional.

Se ejecutó la campaña número 1 de marketing digital orgánica del Laboratorio GeMBio a través de los medios sociales oficiales del Centro, la cual impactó en servir como una herramienta que apoye al equipo de ventas, así como atraer a un mayor número de interesados y futuros clientes hacia los servicios que se ofrecen por el área y posicionar la marca y servicio de manera natural en el tiempo.

Con el trabajo integral de los miembros de la OTT y el equipo técnico relacionado con el Ramón, se logró desarrollar una valuación de la tecnología de Harina de Ramón, lo que permitió contar con un elemento clave para el diseño de un paquete tecnológico para la transferencia de la misma tecnología.

Como resultado del esfuerzo holístico entre la UCIA, DGT, Servicios Generales y UBBMP, se continuó trabajando con las estrategias de mercadotecnia interna relacionadas con el Laboratorio de Biología Molecular de la Unidad de Ciencias del Agua (UCIA) para el Servicio de Monitoreo del SARS-CoV a través de ensayo RT-PCR, así como del servicio de monitoreo de la salud del personal en las escuelas.

Las UASSP también tuvieron logros durante el segundo semestre del año y dentro de los principales logros del laboratorio de Metrología se encuentran, la renovación de la acreditación de los servicios ante la entidad acreditadora, la ampliación de los servicios de flujo y volumen, la reducción de costos de la acreditación solicitando la evaluación a través de los ensayos de aptitud.





El área de temperatura y óptica ha reducido costos en transportación implementando servicios en laboratorio, que antes eran en sitio, sin afectar los procesos acreditados. Se ha implementado las nuevas responsabilidades para los Líderes de proceso y se ha logrado que las operaciones técnicas sean en cierta medida más autosuficientes, a través de la autorización de gestiones para combustible, planificación de compras.

Con el apoyo institucional, se realizaron las gestiones necesarias para contar con 14 plazas eventuales favoreciendo a las áreas de Biofabrica y UPS, distribuyéndose de la siguiente manera (Tabla 16):

Tabla 16. Plazas eventuales

Nombre de la plaza	No. de plazas.
Supervisora de producción	1
Propagador	7
Asistente administrativo	1
Auxiliar de preparación de medio	1
Auxiliar de aclimatación	1
Área de lavado	1
Responsable de preparación de medio	1
Responsable de aclimatación	1



Figura 44. Micropropagadores contratados como eventuales.



5.4 Impactos Generados

Durante el primer semestre, las actividades institucionales impactaron a un número de comunidades de conformidad con el indicador del Programa Institucional. Dentro del proyecto “Establecimiento de protocolos de propagación masiva para Coffea spp” se realizó la visita a 70 productores de café en el estado de Guerrero con el fin de hacer alianzas estratégicas y dar a conocer el desarrollo del mismo, de igual manera se impartió un taller para los productores cafetaleros el día 7 de junio del presente. En el mes de agosto se enviarán 3500 plántulas aclimatadas de Coffea canéfora y Coffea arábica a diferentes comunidades de Guerrero, beneficiando a 10 productores directamente en el primer envío.

En el desarrollo de otros cultivos, también se han beneficiado a 3 productores con vitroplantas de banano producidas en la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”. Con respecto a la Unidad Productora de Semillas, el impacto generado en este semestre es de aproximadamente 3500 productores de 49 comunidades rurales de Yucatán, guerrero, Chiapas y otros estados, a través de los servicios de venta de semillas y procesamiento de fruto para la obtención de semillas, así como también de la colaboración con la Asociación civil de usuarios de Chemax “MU’UCH MEYAJ LAAKIN CHEMAX A.C.”, en donde se les brindo una plática para conocer las ventajas y necesidades del uso de semillas mejoradas y certificadas, además, de acompañamiento para el manejo del cultivo de chile habanero de las variedades comercializadas por el CICY. Además, derivado de la participación de la UPS, en el proyecto Pre-Nodess iik habanero se ha logrado impactar a más de 15 productores de las comunidades del municipio de Tekax, a través de capacitaciones y acompañamiento en nutrición y manejo del cultivo de chile habanero, fortaleciendo de esta manera los conocimientos y capacidades de pequeños productores.

Los servicios del laboratorio GeMBio impactaron a un aproximado de 12,817 usuarios de al menos 7 estados diferentes de la República mexicana (Yucatán, Campeche, Q. Roo, Tabasco, Veracruz, Chiapas y Jalisco). A través de los servicios se han beneficiado aproximadamente a 1,785 pequeños productores, impactando de esta manera a 58 comunidades rurales.

Asimismo, durante los meses de mayo y junio se realizaron actividades de transferencia a usuarios y productores derivadas del proyecto “Estrategias multidisciplinares para incrementar el valor de las cadenas productivas de café, frijol, mango, agave mezcalero y productos acuícolas (tilapia) en la región pacifico sur, a través de la ciencia, la tecnología y





la innovación” de la convocatoria FORDECYT, teniendo como responsable técnico al Dr. Lorenzo Felipe Sánchez Teyer (UBT), en el subproyecto: “Establecimiento de un proceso de escalamiento de micropropagación de individuos elite de agaves mezcaleros”.

Las actividades de transferencia a usuarios se realizaron con el fin de coadyuvar en el desarrollo científico, tecnológico, económico y social en la región pacífico sur, e impulsar el uso de vitroplantas para aumentar las capacidades de las y los productores de la región, el CICY ha consolidado relaciones con actores del ámbito gubernamental, académico y social en el estado de Guerrero.



Figura 45. Taller con productoras de Agave Mezcal, Acapulco, Guerrero, 6 de mayo 2022.

El CICY realizó la entrega de 500 plantas de Agave cupreata que son resultado de los trabajos científicos que se realizan en el Centro en el área de cultivo de tejidos; estas plantas servirán de base para la caracterización en invernadero y campo para conocer el desempeño del material generado.

Esta actividad formó parte de la agenda trabajo del Taller “Intercambio de experiencias para adaptación de plantas de agaves mezcaleros”, que se impartió en las instalaciones de CICY, en el estado de Guerrero a productoras y estudiantes de la región. El taller fue impartido por el Ing. Gabriel Ojeda y los Doctores Kelly Monja Mio, Antonio Rescalvo Morales y Lorenzo Felipe Sánchez Teyer.

En este mismo sentido, el 6 y 7 de junio se llevaron a cabo una serie de trabajos relacionados al proyecto “Establecimiento de protocolos de propagación masiva para *Coffea spp*” en el estado de Guerrero. Con este proyecto se busca evaluar en campo, a través de la colaboración de productores y productoras guerrerenses, las Plantas Élite producidas en la Biofábrica del CICY, a partir de un protocolo de clonación masiva.





5.5 Dificultades superadas

Durante el primer semestre del 2022, la Dirección de Gestión Tecnológica se vio afectada en las actividades de desarrollo tecnológico e innovación debido a la falta de equipo de cómputo y de impresión, por lo que se hizo un esfuerzo adicional para laborar de manera eficiente sin los equipos.

Las principales dificultades que se han sopesado con esfuerzo y convicción para el cumplimiento de los objetivos, es la falta de presupuesto para la realización de actividades como, por ejemplo, el traslado para apoyo y seguimientos en vinculación del personal de las áreas en CICY con las Unidades en el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, como la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”, el Centro de Innovación Tecnológica, entre otras áreas del Centro, ubicados en Sierra Papacal.

Existe una situación relacionada con falta de herramientas de apoyo para el análisis e investigaciones de mercado, tales como bases de datos, softwares, etc. También existe una barrera para la integración de nuevas estrategias de mercadotecnia que resultan costosas, sobre todo en la parte digital, así como la falta de un proceso integral donde se definan las responsabilidades y alcances de cada actor de las áreas del CICY para la ejecución de estrategias digitales. También es importante mencionar que las páginas Web, como de redes sociales integran la oferta de todo el centro, no solo de ciertas áreas, por lo que alcanzar al público objetivo adecuado para cada servicio tecnológico implica mayores esfuerzos con impacto en un mediano y largo plazo. Lo cual hasta el momento se ha llevado a cabo con bases de datos abiertas al público y con información no actualizada, haciendo que los procesos de desarrollo de estos entregables sean más largos.

En cuanto a la Oficina para la Protección de Propiedad intelectual, después de llevar a cabo un proceso de selección, se concretó la integración de un nuevo miembro para la OPPI proveniente de las unidades de investigación y con un perfil técnico en el área mecánica-electrónica-energía renovable, que complementa las áreas de experiencia de la OPPI. Lo anterior fortalecerá las capacidades de dicha oficina, que contaba únicamente con un gestor de propiedad intelectual y dificultaba la atención de tecnologías en los campos mencionados que son las áreas de crecimiento en nuestro Centro.

En cuanto a los retos superados en lo referente a equipamiento, el Laboratorio de Metrología enfrenta retos importantes en relación a la reinversión de equipos, pese al





tiempo de antigüedad de los instrumentos, estos siguen cumpliendo con los requisitos para mantener la acreditación, gracias a los conocimientos y cuidados del personal técnico. Por su parte, la autorización de reparaciones mayores a los vehículos de metrología y el seguimiento puntual por parte de los Líderes de Proceso ha ayudado a mantenerlos en funcionamiento durante este primer semestre, a pesar de la avanzada edad de los vehículos.

Un sector en constante crecimiento es el de hidrocarburos, lo que ha llevado a un incremento en la demanda de servicios, estos han podido ser atendidos gracias a la reestructuración del laboratorio de Metrología, que permite la colaboración y capacitación de todo el personal técnico del Laboratorio.

En cuanto a infraestructura en general, en la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” y la Unidad Productora de Semillas, se ha trabajado para mantener en óptimas condiciones las instalaciones, a través de las acciones gestionadas y atendidas por el departamento de Servicios Generales e Instrumentación.





6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

La Divulgación de la Ciencia, es una de las funciones prioritarias del Centro, esencial por su aportación al aprovechamiento de los resultados de investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación y formación. Sin la divulgación el desarrollo de la ciencia no tendría sentido en sí mismo, es claro que su fin último es su aprovechamiento para lograr mejores niveles de bienestar en la población; por ello, el Centro lleva a cabo diversas acciones para acercar los resultados de su quehacer en diferentes segmentos de la sociedad, como por ejemplo, entre los jóvenes con el fomento a la vocación científica, en la población económicamente activa, acercándoles innovaciones y resultados para la mejora de sus actividades y en los tomadores de decisiones públicas, haciéndoles disponibles información que soporte sus intervenciones considerando los mejores beneficios para la población.

6.1 Aspectos Relevantes

Durante este primer semestre se realizaron diversas actividades orientadas a la apropiación del conocimiento generado por el Centro entre los habitantes de diversas comunidades en los estados de Guerrero, Quintana Roo y Yucatán, como ejemplo de ello, se tienen las actividades derivadas del proyecto Milpa Maya, entre las que se realizó el “Encuentro de las Semillas de la Milpa 2022”, llevado a cabo en la Comisaría de Xoy, municipio de Peto, así como en el municipio de Kantunil. Además, se hicieron ponencias, cursos y talleres de divulgación de la ciencia dirigidos a los habitantes de los municipios de Conkal, Tizimín, Motul, Dzitya y Espita.

Otro ejemplo es la realización de actividades de apropiación del conocimiento generado en los proyectos relacionados a la conservación del acuífero de la península de Yucatán, donde se obtuvo la Tarjeta de reporte de cenotes urbanos de Cancún, que es un instrumento donde se divulga a la sociedad, a modo de semáforo, las condiciones de 12 cenotes de la zona urbana del municipio de Benito Juárez. Este ejercicio se realizará nuevamente en la Isla de Cozumel, monitoreando diez cenotes urbanos.

Por otro lado, en el área de los materiales, el Centro realizó acciones de divulgación como parte del proyecto Propuesta interdisciplinaria de Vivienda Sustentable para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida, Yucatán, con el fin de conocer e identificar las necesidades de los habitantes de esta zona de la ciudad.





Como parte de las acciones enfocadas al fomento de las vocaciones científicas, nuestro Centro realizó don Jornadas Talento, modalidad del programa Talento CICY, que tiene el propósito de llevar los proyectos de ciencia para jóvenes diseñados por personal del CICY a al interior del estado, para mostrarles los beneficios que les aporta la ciencia a ellos y a su comunidad. En este primer semestre se realizaron tres Jornadas en los municipios de Becanthen, Cenotillo y Peto, Yucatán.

Para mejorar la cobertura de las acciones de Divulgación se establecieron estrategias para la generación de campañas digitales de divulgación de la ciencia, mismas que se construyeron desde una perspectiva multidisciplinaria. Durante el primer semestre de 2022 se impulsó la divulgación de la ciencia a través de la producción de contenidos con impacto en la sociedad en general, empresarios y habitantes de la zona maya, esto por medio de 6 campañas digitales orgánicas y la producción de la serie de capsulas de radio “Los materiales en tu vida diaria”.

Un activo importante en la divulgación lo constituye el Jardín Botánico Regional “Roger Orellana” (JBR-RO), que tiene como misión el fomento y difusión del conocimiento, la conservación y el disfrute de los recursos vegetales mediante el desarrollo de colecciones y exhibiciones de plantas vivas con fines de investigación, educación, conservación, entretenimiento y la promoción de una cultura ambiental. En este aspecto, es relevante mencionar la participación del personal adscrito al JBR-RO en la segunda etapa del proyecto “Fortalecimiento del papel etnobiológico del Jardín Botánico Regional Orellana”, mediante el cual se potencializa el uso de los recursos y de las colecciones etnobiológicas del Jardín y de las que disponen otras comunidades mayas, en colaboración con ellas y diversas organizaciones en diferentes sectores de la sociedad, propiciando la recuperación del conocimiento etnobiológico y aportando a la revalorización de la cultura maya.

6.2 Resultados Obtenidos

6.2.1 Apropiación social del conocimiento que genera el Centro

Los resultados de los proyectos de nuestro Centro se comunicaron con el propósito de que las y los habitantes de las zonas estudiadas entiendan los beneficios que la ciencia pueden ofrecer a su entorno, su economía y al ambiente. En el caso del proyecto Milpa Maya, se realizaron talleres, charlas, encuentros de milperos y exposiciones en 7 municipios de Yucatán, orientados a las y los productores de la milpa, además de una plática con una





telesecundaria, con la intención de mostrarle a la juventud de la zona, el valor de la milpa como una oportunidad de sustento y desarrollo para sus comunidades.

Para el caso de los proyectos de ciencias del agua, se logró identificar el estado de los cenotes urbanos en cuatro indicadores: estado trófico, metales, diversidad y evaluación general, con ello se lograron emitir una serie de recomendaciones de conservación e intervención para cada sitio. Esta actividad de comunicación de resultados se realizará nuevamente, esta vez con el municipio de Cozumel incrementando los indicadores a seis e incluyendo el estudio hidrogeológico.

En el proyecto orientado a la vivienda sustentable se logró la realización de 4 talleres participativos donde participaron los representantes vecinales de las colonias de la zona periurbana de Mérida, donde se pudieron conocer sus necesidades y demandas en materia de vivienda y servicios. Además, se considera logro la articulación que se realizó con otras instituciones como la Dirección de Desarrollo Social del Ayuntamiento de Mérida, que todo el tiempo colaboró en la organización de los grupos vecinales en sus Centros de Desarrollo Comunitario.

Los resultados en materia de vocaciones científicas se dieron con la colaboración que se estableció con eventos de divulgación de la ciencia y la cultura, como son la Feria Internacional del Libro de Yucatán (Filey) y el Encuentro de Semillas de la Milpa, que posibilitaron el desarrollo de tres jornadas con jóvenes habitantes de municipios del interior de Yucatán.

6.2.2 Posicionamiento del centro e impacto en medios

A través de su área de Divulgación, el Centro cuenta con un plan de posicionamiento que incluye la presencia de medios y redes sociales facilitando la divulgación de la ciencia realizada en CICY. Durante enero- junio 2022 la presencia en medios hacia el exterior se vio reflejada con la emisión de 302 notas, 29 entrevistas en televisión (TV azteca, Televisa, Teletrece, SIPSE, Ingenio Viral, entre otros), 21 entrevistas en radio (Radio Fórmula, Radio UADY, Cadena Raza y Radio Yucatán), 13 boletines de prensa, 357 en las redes sociales, 5 espacios de colaboración y 2 conferencias de prensa (Tabla 17).

Tabla 17. Presencia en medios

Tipo	Cantidad
Boletines de prensa	13
Espacios y Colaboraciones	5





Tipo	Cantidad
Notas	302
Radio	21
TV	29
Redes sociales	357
Conferencias de Prensa	2

En lo que respecta a redes sociales, durante el primer semestre se continuó con el incremento en el número de seguidores, alcanzando 48,748 seguidores registrando un crecimiento del 29% con respecto al mismo periodo del año 2021 (37,683 seguidores).

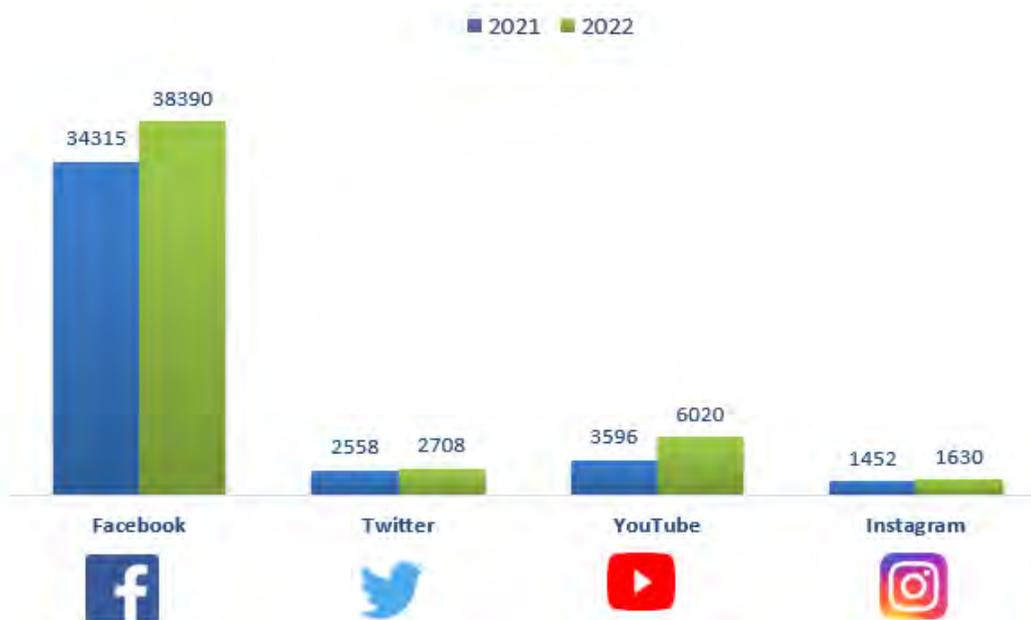


Figura 46. Seguidores en redes sociales

Se realizaron 13 transmisiones en vivo de diversos eventos, pláticas, conferencias, seminarios, etc., dando continuidad a la atención de eventos institucionales por parte de la comunidad CICY, logrando con ello conseguir llegar a nuevos públicos y a tener asistencia récord en conferencias y eventos académicos obteniendo un alcance de 18,327 visualizaciones.





6.2.3 Actividades de divulgación

El Centro produjo, durante el primer semestre 25 artículos de divulgación. 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 investigación y estudiantes.

Durante el primer semestre se publicó en la revista digital de Divulgación Quiu la serie de cómics sobre Las abejas. Esta serie de cómics son un trabajo de divulgación de los estudiantes de posgrado de la Unidad de Recursos Naturales y de la coordinación del posgrado en Ciencias Biológicas, opción Recursos Naturales, con el que se busca promover el posgrado y divulgar el conocimiento científico.



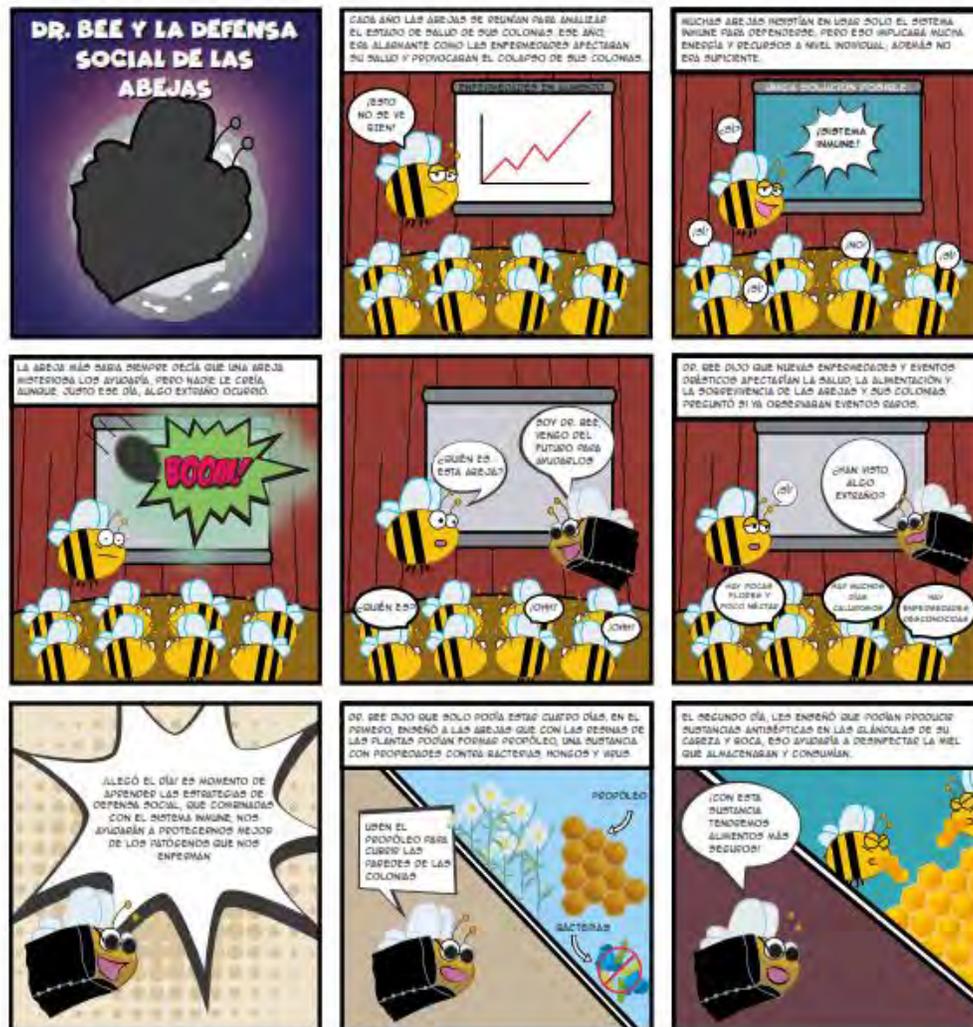


Figura 47. Divulgación mediante comics

Así mismo se llevaron a cabo 43 conferencias de divulgación, las cuales contribuyen impactando en diversos temas como en la biodiversidad, efectos del cambio climático, agua y medio ambiente y manejo de materiales.



Jardín Botánico Regional Roger Orellana (JBR)

Durante el primer semestre del 2022, dieron inicio las actividades de la segunda etapa del proyecto “Fortalecimiento del Papel Etnobiológico del jardín Botánico Regional Roger Orellana, financiado por el CONACYT.

Se llevó a cabo la producción de cinco capsulas de radio bilingüe de educación ambiental en colaboración con SEDECULTA continuando con los esfuerzos de hacer una educación ambiental intercultural y favoreciendo el diálogo de saberes, así como la colaboración interinstitucional. Se comenzó con la aplicación y evaluación del programa de visitas guiadas del circuito etnobotánico.

Así mismo con el objetivo de tener un Jardín Botánico Regional más inclusivo el CICY y el Centro de Atención Integral a la Discapacidad Visual en Yucatán (CAIDIVY) del DIF Yucatán, colaboraron en la creación y colocación de letreros en sistema braille para que las personas ciegas y con debilidad visual tengan acceso a la información que se ofrece acerca de las colecciones del Jardín. El proyecto tiene por objetivo preservar la esencia natural del espacio, pero dotándolo de herramientas que harán más placentera la visita y estancia en el jardín.

Algo destacable es que los nuevos letreros en sistema braille fueron traducidos tanto en español como en maya.



Figura 48. Divulgación inclusiva. Información en JBR-RO en sistema braille



6.3 Logros Obtenidos

Con las acciones para la apropiación social del conocimiento que se emprendieron en el Centro, particularmente en el proyecto Milpa, se pueden mostrar a las y los milperos aspectos técnicos y científicos relacionados a las características de los suelos de Yucatán, el manejo de las plagas en sus parcelas, las opciones de biofertilización de sus cultivos, todo con enfoque de entendimiento de cómo estos aspectos redundan en el bienestar de sus familias, su comunidad y el ambiente.

En el tema de conservación del acuífero, se logró sentar un primer precedente claro acerca del estado de condición de los cenotes urbanos de Cancún, esto a través de la articulación del ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo; La experiencia posibilitó una nueva alianza con el Ayuntamiento de Cozumel que derivará en nuevas acciones de divulgación, donde destacan talleres, pláticas y una nueva Tarjeta de reporte de cenotes urbanos de Cozumel.

Asimismo, en el caso del proyecto de vivienda sustentable, se logró obtener un diagnóstico acerca de las necesidades de los habitantes de la zona periurbana, esto a través de la realización de 4 talleres participativos.

Como parte de los objetivos de difundir y sensibilizar a la población de las grandes ciudades en relación a temas de interés ambiental, como el cambio climático y la importación de la vegetación urbana, se realizó una serie de videos cortos denominados: “A la sombra de las plantas” en donde se invitó a participar a especialistas de la Unidad de Recursos Naturales para exponer la problemática y una alternativa viable y de fácil ejecución para los ciudadanos. La serie actualmente cuenta con tres videos que se han difundido a la sociedad a través de las redes sociales del Centro: “¿Qué es un jardín vertical?”, “Las plantas contra el calor” y “Servicios ambientales”.





Figura 49. Sensibilización sobre temas ambientales.

El JBR-RO, durante este semestre, logro incrementar su interacción con otras instituciones, ampliando el alcance e impacto de sus acciones. Su primera colaboración fue con el Gran Museo del Mundo Maya, con quien se realizó la exposición museográfica “Entre dones, oficios y saberes. Medicina tradicional maya”.



Figura 50. Exposición en el JBR-RO “Entre dones, oficios y saberes. Medicina tradicional maya”





La segunda colaboración fue con el departamento de Patrimonio Arqueológico del Ayuntamiento de Mérida con quien se realizaron talleres, recorridos y charlas virtuales en parques arqueológicos de la ciudad de Mérida y en el JBR.



Figura 51. Recorridos arqueológicos en el JBR-RO.

A partir del mes de mayo, el JBR-RO abrió sus puertas para llevar a cabo visitas guiadas y recreativas, así como también se llevaron a cabo cuatro ventas temáticas anuales de plantas a saber: “Venta de Zamias”, “Venta especial de palmeras”, “Venta especial de árboles y arbustos” y la “Venta del día del árbol” en las que se promovió con la sociedad la conservación de especies y los beneficios que éstas aportan al ambiente.

A su vez, se participó como satélite en el programa Pasaporte al Camino del Conocimiento Científico 2022, dirigido por la Academia Mexicana de Ciencias del Sureste, en la que se colaboró con el Planetario Ka´Yok´ de Cancún, y el programa se realizó a distancia con la participación de 150 niñas y niños, además de compartir todas las sesiones por las redes sociales institucionales a lo largo de los meses de enero a junio, en los que se tuvo la colaboración de la Dra. Rosa María Leal Bautista con la ponencia “Niñas jugando a ser científicas” y el Dr. José Adán Caballero Vázquez con la conferencia “El amigo de Nemo”.





Figura 52. Participación del Centro en eventos de divulgación.

Como parte de los esfuerzos para incrementar el alcance de las acciones, en lo que respecta al programa de fomento a la vocación científica Talento, que tuvo en 2021 como resultado el libro *Descubriendo mi Talento*, se realizaron tres jornadas Talento, dos como parte de la Feria Internacional del Libro de Yucatán, y otra como parte del Encuentro de Semillas de la Milpa de Xoy, en las que se logró atender a 98 jóvenes de entre 15 a 18 años de edad.

6.4 Impactos Generados

Con las acciones que se tomaron en materia de apropiación social del conocimiento generadas en el CICY, se logró impactar a siete municipios de la zona milpera del estado fortaleciendo la relación entre las y los milperos de la región dando paso al intercambio de buenas prácticas e incluso de semillas, lo que deriva, en la preservación de las variedades de maíces criollas y, especialmente, en la revalorización del conocimiento tradicional asociado a la milpa.

Para el caso de los proyectos relacionados a la conservación del acuífero de Yucatán, se impactó de forma directa en los tomadores de decisiones, ya que basados en la herramienta de divulgación *Tarjeta de reporte de cenotes urbanos de Cancún*, el gobierno municipal de Benito Juárez, a través de la Dirección de Ecología, emprendió 16 jornadas de limpieza de cenotes dentro de la zona urbana de Cancún, como parte de los compromisos establecidos en su Plan Municipal de Desarrollo. En este primer semestre se reporta la recolección de más de 4 toneladas de residuos sólidos en los cuerpos de agua dulce de dicho municipio.

En vocaciones científicas, se logró impactar a 98 jóvenes de entre 12 y 18 años de edad habitantes de los municipios de Becanthen, Cenotillo y Peto, Yucatán, quienes cursaron proyectos de ciencia para conocer organismos acuáticos y su impacto en la conservación





de los ecosistemas acuáticos; asimismo, en el tema de la comunicación como la ciencia aliada para aminorar los riesgos epidemiológicos (caso dengue).

Teniendo como principal aliado el uso de los medios electrónicos, así como los medios masivos de comunicación, la Divulgación ofertada obtuvo un importante alcance en el número de personas, mismo que se espera incida como agente de cambio en éstas, ascendiendo a 17,304 personas, en las que 1,193 manifestaron algún tipo de impresión positiva. Con lo anterior, diversos medios masivos establecieron contacto con el Centro para solicitar entrevistas o realizar reportajes, ampliando con ello la cobertura lograda.

6.5 Dificultades superadas

Las medidas sanitarias derivadas de COVID-19 dificultaron algunos aspectos como las realizaciones de actividades de divulgación presenciales, en el caso de las emprendidas por el proyecto Milpa maya, se lograron superar, posibilitando el desarrollo de los talleres, las pláticas y las capacitaciones consideradas, siguiendo los protocolos sanitarios. Otras dificultades presentadas fueron la consecución de equipo técnico para la realización de las actividades, mismo que se solucionó con diversas gestiones ante autoridades municipales.

El tema del financiamiento para el estudio del estado de condición de los cenotes urbanos de Cancún del que derivó la generación de conocimiento asociado fue otra dificultad que se superó con las gestiones y colaboración con el ayuntamiento de Benito Juárez. Mismo caminó que se siguió para el proyecto que se realizará en Cozumel. Este mismo inconveniente se presentó en la Jornadas Talento, ya que, para salir al interior del estado a impactar con proyectos de ciencia a jóvenes, era necesario recurso económico, no obstante, a través de alianzas con eventos ya establecidos impulsados por la UADY (Filey) y el propio CICY (Encuentro de Semillas de la Milpa), se pudieron replicar los proyectos en tres municipios del estado.





7. SOPORTE A LA GESTIÓN

7.1 Administración

- **Administración de Proyectos**

Se cumplió en tiempo y forma, con el envío de los informes financieros de los proyectos, siendo 5 los informes finales enviados. Durante el primer semestre del 2022, no se recibieron actas de conclusión de fondos en administración y estas se están gestionando.

- **Planeación Estratégica**

En el primer semestre de 2022, se continuó con la ejecución de las acciones para atender los componentes de los objetivos prioritarios definidos en la planeación estratégica. En este marco se desarrolló el programa institucional, en el que dichos componentes apuntalan y fomentan las tareas a atender en el programa. Durante el segundo semestre del presente ejercicio se estará analizando los avances, resultados obtenidos y, en su caso, desviaciones que atender para orientar el rumbo a la debida consecución de los fines,

A) Pavimentación calles internas del Centro.

Para lograr, que nuestro Centro goce de calles pavimentadas, después de varios años de gestiones conjuntas por las Direcciones General y Administrativa, ante el Municipio de Mérida, a principios de este año se culminó con la firma del convenio para tal fin.

Este convenio permitió que el CICY solo ejerciera recursos para la adquisición del material requerido para los trabajos de pavimentación, debido a que el Gobierno Municipal contribuyó con la renta de maquinaria y pagó al personal que realizo los trabajos, todo en beneficio para la comunidad.

El Alcalde Renán Barrera visitó el Centro con su equipo de trabajo para verificar los trabajos, hecho que fortalece la alianza estratégica entre el Municipio y nuestro CICY.

Fue un logro de autoridades y personal del Centro, por todo el esfuerzo en las gestiones administrativas, pero especialmente en la comprensión y paciencia de todos, durante el periodo que duraron los trabajos. Esto debido a que se cerraron accesos a estacionamientos, que afectaron a todos, pero al final hubo cooperación, por la confianza de que el beneficio final, valía la pena.

Hoy contamos con vialidades internas acordes al Centro y más seguras.





Figura 53. Trabajos de pavimentación.

B) Procesos Óptimos

Durante el semestre, se continuo con la simplificación y mejora de procesos administrativos; en este periodo se trabajó en la documentación, optimización y aprobación del procedimiento de apoyo “Administrar el pago de remuneraciones”. Con esta acción se buscó asegurar el pago de remuneraciones, el cálculo de impuestos y al cumplimiento de leyes, reglamentos y obligaciones relacionadas a las mismas.

Los puntos de control establecidos en el procedimiento, fueron orientados a:

Evitar fraudes, determinando los niveles de autorización y validación correspondientes.

Proteger los activos del Centro, previniendo y mitigando los errores por una mala administración del ERP.

Mantener el ambiente laboral, planificando y asegurando el pago de las retribuciones a tiempo y de manera correcta.



Figura 54. Documento oficial del procedimiento.

Posterior a la autorización se hizo la entrega del procedimiento aprobado a los responsables directos de ejecución para:

- Evitar la aleatoriedad de ejecución de sus actividades.
- Facilitar su formación y aprendizaje autónomo.
- Favorecer a la planificación y automatización de actividades.

En forma paralela se iniciaron los trabajos de recolección de información para actualizar y documentar los procesos en materia de control patrimonial, definiendo tres grandes como se muestra en la figura de abajo, al cierre del semestre estaba en su primer borrador el primer proceso para revisión y posterior autorización.

Estos procesos forman parte de los compromisos de la administración para la Planeación Estratégica del Centro y abonan al cumplimiento de los programas de Control Interno y Administración de Riesgos.



Figura 55. Plan de trabajo en los procesos de control Patrimonial



Otras acciones para el cumplimiento de los objetivos de la planeación estratégica, es mejorar la plataforma administrativa de comunicación interna, para hacerla más estructurada y visual; al primer semestre se ha diseñado la plantilla principal, guardando la misma estructura todos los departamentos de la administración del Centro.



Figura 56. Imagen de nueva estructura administrativa en la intranet del Centro.

c) Salud Laboral

En el mes de abril 2022, se realizó campaña de vacunación contra la influenza, prevención hipertensión, medición de los niveles de azúcar y colesterol, medición de peso, talla y altura, teniendo una participación de más de 173 personas servidoras públicas.



Figura 57. Campaña de Vacunación contra la Influenza

