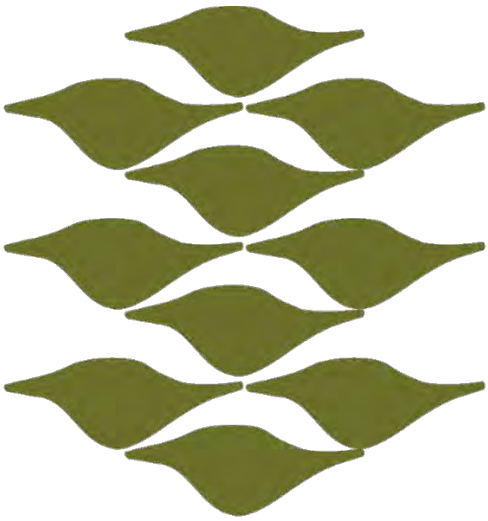


CICY

# INFORME DE AUTOEVALUACIÓN 2022

Contenido

1. PRESENTACIÓN ..... 1
2. DESARROLLO INSTITUCIONAL ..... 1
3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA ..... 2
3.1 Aspectos Relevantes ..... 2
3.1.1 Consecución de Proyectos de Investigación ..... 3
3.2 Resultados Obtenidos de las Unidades académicas ..... 6
3.2.1 Generación de conocimiento ..... 6
3.3 Logros Obtenidos ..... 31
3.3.1 Colaboraciones / alianzas ..... 31
3.3.2 Direcciones de Unidad ..... 35
3.4 Impactos Generados ..... 36
3.5 Dificultades superadas ..... 43
4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO ..... 45
4.1 Aspectos Relevantes ..... 45
4.2 Resultados Obtenidos ..... 46
4.2.1 Programas de posgrado ..... 46
4.2.2 Estudiantes graduados ..... 51
4.2.3 Formación de recursos humanos externos ..... 53
4.2.4 Educación Continua ..... 54
4.3 Logros Obtenidos ..... 56
4.4. Impactos Generados ..... 60
4.5 Dificultades superadas ..... 61
5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN ..... 62
5.1 Aspectos Relevantes ..... 62
5.2 Resultados Obtenidos ..... 63
5.2.1 Propiedad Intelectual ..... 63

5.2.2 Transferencia de Tecnología ..... 65
5.2.3 Instrumentos Jurídicos ..... 72
5.2.4 Unidades de Apoyo al Sector Social y Productivo (UASSP) ..... 74
5.3 Logros Obtenidos ..... 105
5.4 Impactos Generados ..... 108
5.5 Dificultades superadas ..... 110
6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA ..... 111
6.1 Aspectos Relevantes ..... 112
6.2 Resultados Obtenidos ..... 114
6.2.1 Apropiación social del conocimiento que genera el Centro ..... 114
6.2.2 Posicionamiento del centro e impacto en medios ..... 116
6.3 Logros Obtenidos ..... 121
6.4 Impactos Generados ..... 124
6.5 Dificultades superadas ..... 125
7. SOPORTE A LA GESTIÓN ..... 126
7.1 Administración ..... 126
7.1.1 Administración de Proyectos ..... 126
7.1.2 Pavimentación calles internas del Centro ..... 126
7.1.3 Procesos Óptimos ..... 127
7.1.4 Salud Laboral ..... 131
7.2 Planeación estratégica ..... 132

## 1. PRESENTACIÓN

El Centro de Investigación científica de Yucatán, A.C. (CICY) tiene presencia regional en la Península de Yucatán con campus en Quintana Roo y Yucatán y mediante la ejecución de proyectos científicos y tecnológicos en los estados de Guerrero, Campeche, entre otros.

La contribución científica y tecnológica del CICY se desarrolla en seis unidades académicas: Bioquímica y Biología Molecular de Plantas (UBBMP), Biotecnología (UBT), Recursos Naturales (URN), Materiales (UMAT), Ciencias del Agua (UCIA) y Energía Renovable (UER), y tres departamentos que contribuyen de manera prioritaria al cuidado ambiental: Laboratorio Regional para el Estudio y Conservación del Germoplasma (GERMOLAB), Jardín Botánico Regional "Roger Orellana" y el Herbario CICY. Asimismo, las Unidades Productivas y de Servicio incluyen al laboratorio de Metrología, el de GeMBio, la Oficina para la Protección de la Propiedad Intelectual (OPPI), la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), la Unidad Productora de Semillas (UPS) y la Biofábrica. El presente informe corresponde a las actividades realizadas durante el ejercicio 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 334 personas, de las cuales 234 son personal científico y tecnológico (incluyendo 15 investigador(a)s por México), 8 mandos medios y superiores, 57 personal administrativo y de apoyo, 6 honorarios asimilados y 29 eventuales.



De la plantilla del personal, 153 son mujeres (45.81%) y 181 son hombres (54.19%). De este porcentaje de la plantilla de mujeres (45.81%), las investigadoras representan el 8.38%, las ingenieras el 2.40%, las técnicas académicas el 19.16%, en puestos administrativos y de apoyo son el 14.67% y, el 1.2% de éstas ocupan puestos en los mandos medios y superiores.

En actividades científicas y tecnológicas en el CICY, participan 235 personas integradas de la siguiente manera: 82 investigadores(a)s en activo (incluyendo 15 del programa Investigadores por México 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, a la Agenda Nacional en Humanidades Ciencia Tecnología e Investigación y al plan estratégico que se encuentra en ejecución.

El Programa Institucional 2022-2024 del Centro, tiene como objetivos prioritarios:

1. Contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población, en especial de la rural y de las y los pequeños productores, de manera segura para el ambiente en la península de Yucatán.
2. Contribuir al cuidado y protección del acuífero para beneficio de la sociedad en la península de Yucatán.

Dichos objetivos prioritarios se atenderán mediante la consecución de cinco estrategias prioritarias y 19 acciones puntuales, evaluándose a través de dos metas y cuatro parámetros.

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. Los resultados de la atención a las acciones definidas en el programa institucional y la planeación estratégica institucional han empezado a observarse, como lo es el impulso a la investigación que contribuya a la resolución de problemas de la sociedad, mediante las convocatorias internas "Cartera de Proyectos CICY", que poseen el enfoque de incidencia social y regional; la colaboración interinstitucional en diferentes ámbitos gubernamentales y el incremento en la participación del personal académico en la atención de actividades y desarrollo de materiales para la divulgación y fomento a las vocaciones científicas, cuyos resultados son valorables con la incidencia en nuevas comunidades de la región.



# 3. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## 3.1 Aspectos Relevantes

En el transcurso del 2022, la investigación científica del CICY estuvo a cargo de 82 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 - diciembre 2022, el 100% de los Investigadores pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), uno en nivel candidato, 42 en nivel I, 28 en nivel II, 9 en el nivel III y 2 investigadores en el nivel Emérito (Figura 1).

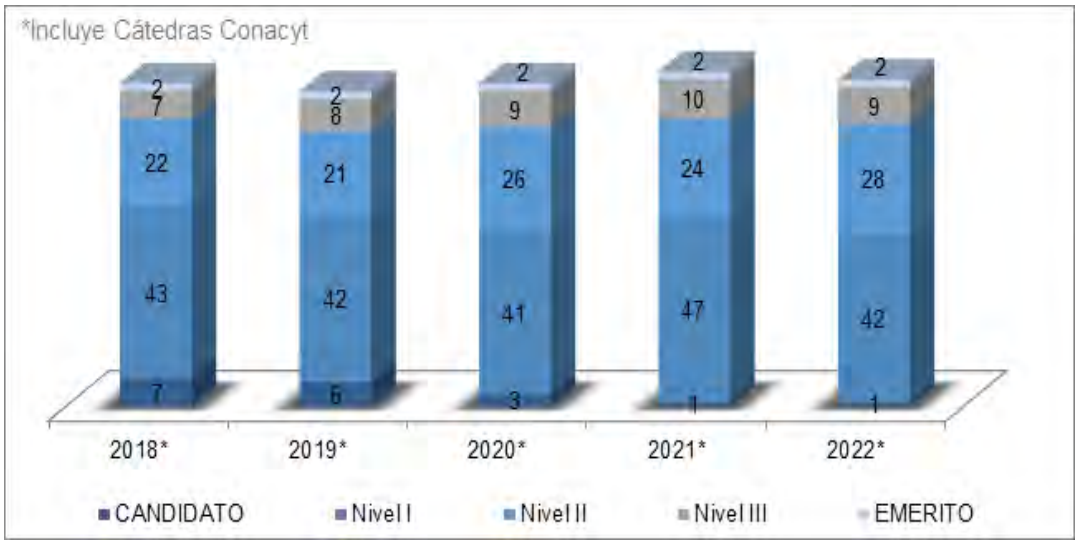



*Figura 1. Investigadores en el S.N.I. 2018-2022*

Derivado del trabajo de las seis Unidades de Investigación, durante el periodo enero-diciembre 2022, se obtuvieron un total de 205 publicaciones, 198 artículos arbitrados de los cuales 170 fueron artículos indizados con un factor de impacto promedio de 4.3, 4 capítulos de libro y 3 libros. Por consiguiente, se logró un promedio de 2.5 publicaciones por investigador, y un promedio de 2 artículos indizados por investigador.



### 3.1.1 Consecución de Proyectos de Investigación

Durante el año 2022, el CICY tuvo en ejecución 42 proyectos de investigación, de los cuales 21 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 Y 1 de infraestructura (Figura 2).

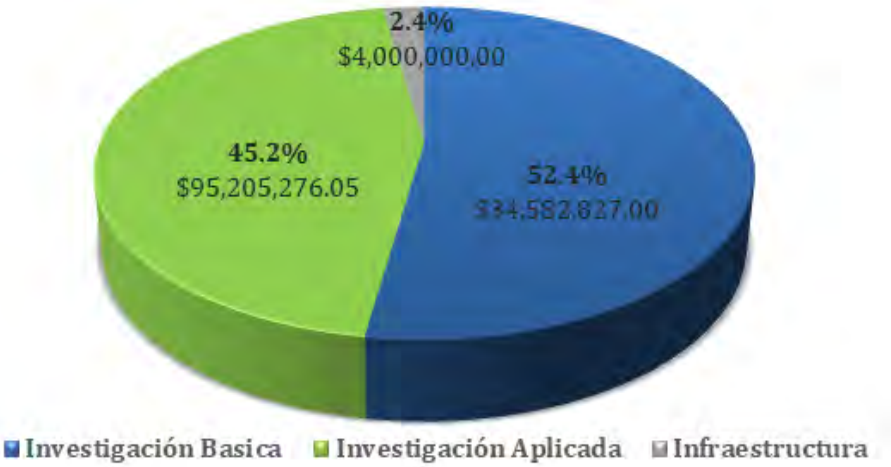



*Figura 2. Distribución de los tipos de proyectos de investigación desarrollados durante el 2022.*

El 52.4% de los proyectos desarrollados fueron 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 2022 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; 1 Otros Conacyt (Infraestructura); 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 42 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 74%.

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

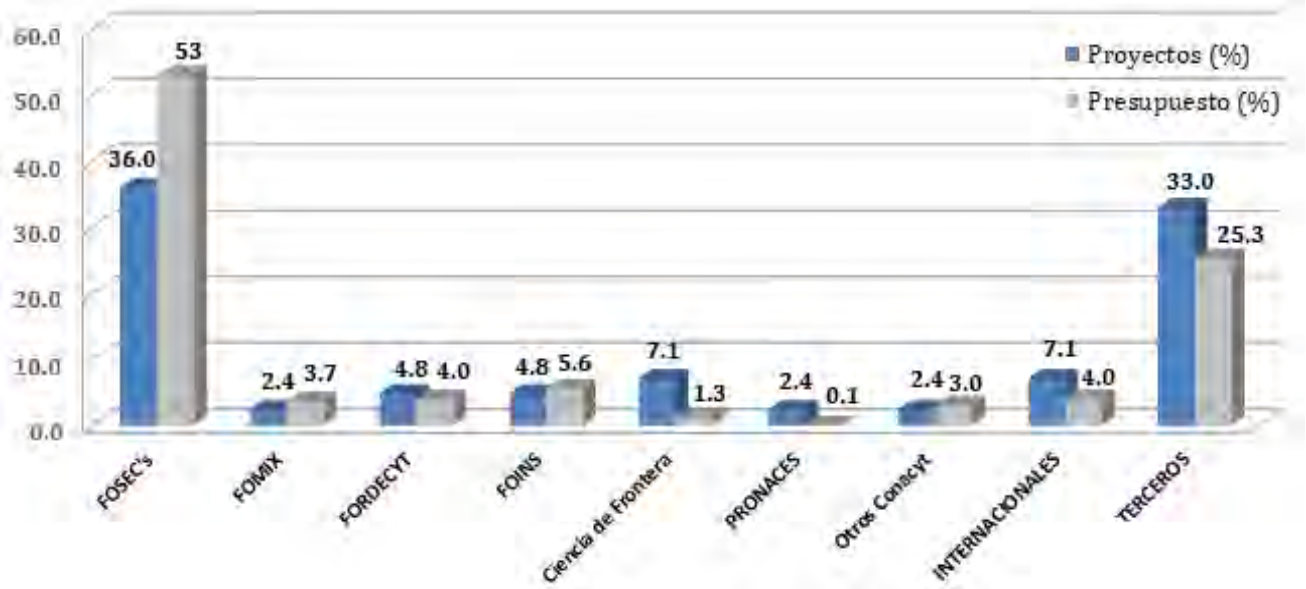



*Figura 3. Porcentaje de proyectos y presupuesto obtenido por fuentes de financiamiento.*

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.



Durante el periodo que se reporta, el CICY participó en 16 convocatorias de 13 fondos, sometiendo un total de 51 propuestas de proyectos de investigación por un monto total de $55,360,923.92 de los cuales 2 proyectos fueron aprobados, uno en la convocatoria "Fortalecimiento de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos 2022" por un monto de $2,000,000.00. y un segundo, en la convocatoria "Programas Nacionales Estratégicos de Ciencia, Tecnología y Vinculación con los Sectores Social, Público y Privado", modalidad Infraestructura, por un monto de $4,000,000.00.

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 5 proyectos aprobados durante el periodo.

Es importante resaltar que, dada la reducción de convocatorias a la que el Centro pudo acceder en el 2022, se refleja en una disminución en la proporción de propuestas sometidas y el número de proyectos aprobados.

Adicionalmente, en el marco de la planeación estratégica y del programa institucional, el CICY emitió las convocatorias internas "*Cartera de Proyectos CICY*" con enfoque de incidencia social y regional en las modalidades Semilla (Articulación de un grupo pentahélice) y Consolidación (Transferencia de conocimiento para solución a problemas). Se recibieron 16 propuestas en total de ambas convocatorias, se aprobaron 10 proyectos, por un monto de $900,389.20; 4 en la vertiente de consolidación y 6 en modalidad semilla. Lo más relevante es que en estos proyectos participó el 60.4% de los investigadores del Centro. 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) y que exista trabajo multi, inter y transdisciplinario.

## 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. La *Figura 4* presenta imágenes de algunos de los principales Resultados de Investigación de la UBBMP publicados durante el 2022.



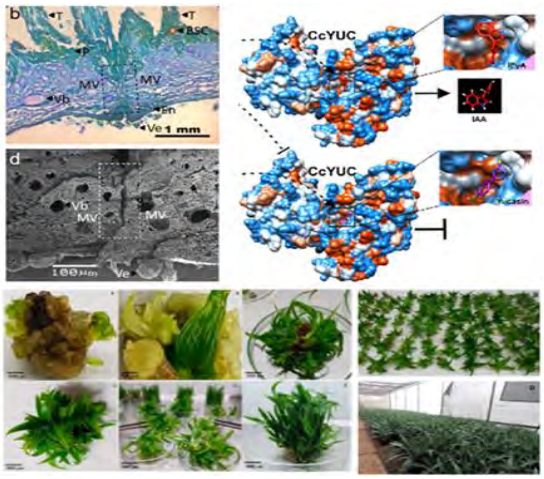



*Figura 4. Resultados de investigación en la UBBMP en el 2022 en cultivos de interés comercial.*

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 en 2022 se publicaron artículos de investigación en revistas de alto factor de impacto, por ejemplo: *Frontier in Plant Science* (F.I. 6.62), *Molecules* (4.92), *Plants* (4.65) y *Proteins-structure Function and Bioinformatics* (4.08).

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 (*convocatoria "Apoyos a la ciencia de frontera: fortalecimiento y mantenimiento de infraestructuras de investigación de uso común y capacitación técnica 2021*), se espera diversificar grandemente los usos de la microscopia de fluorescencia e, incluso, brindar servicios a la sociedad en esta área. La responsable del Laboratorio de Microscopía de la Unidad, la Dra. Ángela Ku, se ha entrenado durante el año en el funcionamiento de este nuevo equipo, así como en el uso de la platina motorizada (Figura 5).



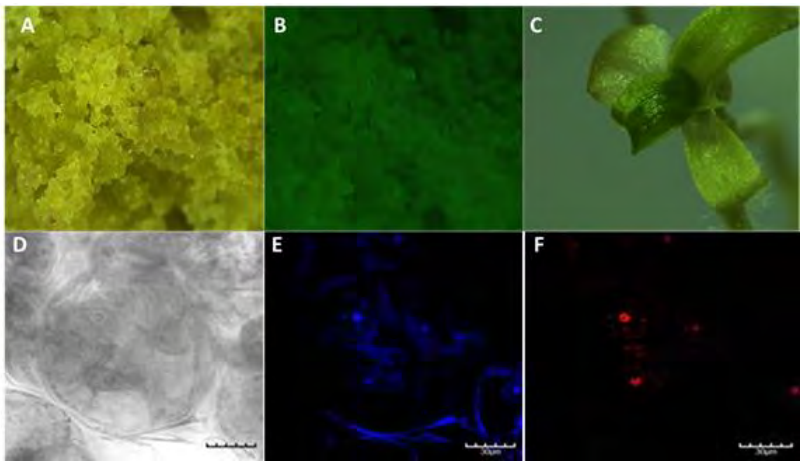



*Figura 5. Fortalecimiento de las capacidades en técnicas de fluorescencia. A-C. Imágenes tomadas con el estereomicroscopio Leica modelo M205FA. D-E. Imágenes tomadas con el microscopio Confocal FV 1000 Olympus.*

En el marco del proyecto "Connecting the mexican biomaging community through an educational workshop" de la Convocatoria "Chan Zuckerberg initiative" (CZI), en colaboración con el Dr. Christopher Wood (Instituto de Biotecnología, UNAM), Director del

laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada-UNAM, cuyos principales objetivos 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. La Dra. Ángela participó en los dos primeros talleres que se han realizado dentro del proyecto, el primero (Fundamentos de Microscopía) desarrollado en Cuernavaca, y el segundo (Microscopia Avanzada: iniciación a la microscopía avanzada) desarrollado en la Facultad de Ciencias de la UNAM. El tercer taller (Fundamentos de Microscopía) fue organizado por la UBBMP y se llevó a cabo en octubre, en Mérida, Yucatán. Participaron 20 estudiantes becados de manera presencial y 50 de manera virtual. El fundamento de la microscopía fue impartido por siete profesores, dos locales y cinco invitados nacionales e internacionales (Argentina), todos participantes en el proyecto.

De igual manera y en seguimiento a la adquisición del instrumento UHPLC Ultimate 3000RS, las técnicas responsables de los HPLC, M.C. Rosa María Galaz y Adriana Canto, así como las técnicas M.C. Ligia Brito y Miriam Monforte recibieron entrenamiento especializado en el manejo del software de este equipo. Se espera que este fortalecimiento del área de microscopía de fluorescencia y de cromatografía de líquidos logrando atraer a más estudiantes de la región, del país y del extranjero, en favor del fortalecimiento del posgrado del CICY.



El proyecto integral titulado “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”, cuyo objetivo principal es contribuir al desarrollo de la región maya denominada “Camino Real”, desde una perspectiva bio-sustentable, mediante la creación y/o fortalecimiento de las empresas que componen la cadena de valor de las artesanías de jipi japa, inició sus actividades en 2022, 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).




*Figura 6. Proyecto integral de la cadena agro-artesanal de las artesanías jipi japa, donde se muestra el enfoque multidisciplinario para el desarrollo del proyecto.*

También, se han aplicado encuestas a productores de la planta jipi, artesanos y comerciantes de las artesanías jipi japa en otros poblados del municipio de Calkini, Campeche, abarcando a todos los eslabones de esta cadena agro-artesanal (Figura 7). 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 7. Aplicación de encuestas (diagnóstico) a productores, artesanos y comercializadores, abarcando todos los eslabones de la cadena agro-artesanal de las artesanías jipi japa.*

Adicionalmente, se concluyó el proceso de reestructuración interno de las líneas de investigación de la Unidad, teniendo siempre presente las demandas actuales de política pública para México. En este año, la comisión de reestructuración de la Unidad, integrada por los miembros del Comité Académico de la Unidad (CAU), además de dos profesores invitados de la UBBMP, 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, la cual fue nuevamente presentada y aprobada por el pleno de investigadores. Cabe señalar que esta reestructuración de las líneas de investigación implica un cambio profundo, desde su nombre, misión y visión de la Unidad, hasta un nuevo esquema de trabajo. Esta propuesta se presentará ante el CTCI para su análisis en el 2023; se desarrolló en el marco del plan de desarrollo de la Unidad; está alineada al Programa Institucional y a la Planeación Estratégica Institucional, así como al programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación (PECITI) y al Plan Nacional de Desarrollo (PND).



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

### Interacción planta-ambiente

Esta línea de investigación contó con la participación de 7 investigadores, hasta agosto, uno de los investigadores de esta línea se jubiló, finalizando el año con 6 investigadores y 2 proyectos en ejecución. La Dra. Luisa López Ochoa continuó con el proyecto "Disección molecular de los componentes genómicos de PMeV-Mx, un virus similar a umbravirus asociado a meleira de la papaya en México" . 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. El proyecto dirigido por Dr. Enrique Castaño titulado "Análisis bioquímico y molecular de la biosíntesis de betalainas en *Stenocereun queretaroensis*, una cactácea mexicana", concluyó en noviembre de este año. El objetivo de este proyecto fue establecer las bases bioquímicas y moleculares para el estudio sistemático de la biosíntesis de betalaínas en *Stenocereus queretaroensis*. Los principales resultados científicos fueron: establecer las secuencias de las enzimas involucradas en la vía metabólica del aminoácido tirosina mediante la 4,5-extradiol doxygenasa (DODA) y la arogenato dehydrogenasa, se definió un cambio epigenético en la línea celular de color amarilla y una mayor resistencia en las células que expresan las betalainas en gran cantidad, y se identificó a la 4,5-extradiol doxygenasa como la enzima con mayor incremento transcripcional responsable de la acumulación de betalainas. El segundo proyecto en ejecución estuvo dirigido por Dr. Felipe Vázquez Flota y se titula "Localización de los sitios de síntesis y acumulación de alcaloides bencilisoquinolicos en *Argemone mexicana* L. (chicalote)".

### Morfogénesis y regulación génica



En esta línea se contó con la participación de 5 investigadores y en octubre se incorporó un investigador de la Convocatoria Investigadores e Investigadoras por México, finalizando el año con 6 y cinco 5 proyectos en ejecución. 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 junio de este año. Los objetivos de este subproyecto fueron: a) Contribuir al entendimiento del papel que juegan las auxinas y las citocininas en la inducción de la ES del aguacate y b) Elaboración del transcriptoma de la embriogénesis cigótica y maduración de la semilla del aguacate. Las investigaciones para cumplir con estos objetivos se realizaron conjuntamente con los doctores Eliel Ruiz May y Martín Mata Rosas del Instituto de Ecología. Los principales logros fueron: generar una suspensión celular de aguacate que crece de forma excelente, se realizó el establecimiento de un cultivo de callos de carácter embriogénico y se efectuó el estudio proteómico en cuatro puntos de su crecimiento, se determinó que, a diferencia de otras plantas superiores, el aguacate muestra una relación inversa entre los reguladores auxinas y citocininas y este resultado podría explicar el problema de la baja maduración de los embriones somáticos en esta especie.

A su vez, el Dr. Loyola participa en el proyecto “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 subproyecto “Establecimiento de protocolos de propagación masiva para *Coffea spp*”, mismo que concluía en diciembre, pero recibió una prórroga por parte del CONACYT por un año más. El proyecto se considera a la fecha exitoso, dado que se han generado dos protocolos eficientes de propagación, uno para *Coffea arabica* y otro para *Coffea canephora*. Se ha alcanzado la meta de entregar 6,900 plantas a productores del estado de Guerrero. Las plantas de *C. canephora* fueron producidas mediante el proceso de embriogénesis somática en la UBBMP. Las plantas de *C. arabica* fueron producidas tanto por micropropagación, como por embriogénesis somática. La producción de plantas de ambas especies se llevó a cabo en la biofábrica del CICY, en colaboración con este grupo (Figura 8). Se realizaron dos entregas de plantas durante el segundo semestre de 2022. Una primera entrega en las instalaciones de ADESUR y la segunda entrega en Atoyac. Las plantas fueron entregadas a 19 diferentes productores de diez localidades distintas. Todos los productores recibieron plantas de las dos especies. Los productores participan como miembros del equipo de investigación y se comprometieron a cuidar las plantas, sembrarlas en sus parcelas y permitir el acceso para su seguimiento fenológico (Figura 9).





*Figura 8**.** Arriba a la izquierda, charolas con las plantas en crecimiento. Arriba centro y derecha, acondicionamiento de las plantas. Centro abajo plantas embolsadas listas para su transporte. Abajo a la derecha plantas en bolsas en el invernadero.*




*Figura 9. Transporte y entrega. Arriba a la izquierda plantas listas para ser transportadas. Dos fotografías del centro, cajas listas para el transporte. Arriba a la derecha vista de las plantas entregadas en Atoyac. Abajo a la derecha productores que recibieron las plantas.*

Igualmente, se encuentran en ejecución los dos proyectos del Dr. Victor Aguilar Hernández, investigador catedrático de nuestra Unidad, titulados “Inspeccionando las raíces de la supervivencia al estrés por sequía en *Arabidopsis thaliana*” y “Diálogo molecular entre un muérdago y su árbol hospedero: Papel de las biomoléculas en la infección inicial”. 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 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 concluyó 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 11), 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 12).




*Figura 10. Tecnología para la micropropagación de la piña (Anana comosus L. Merr.).*

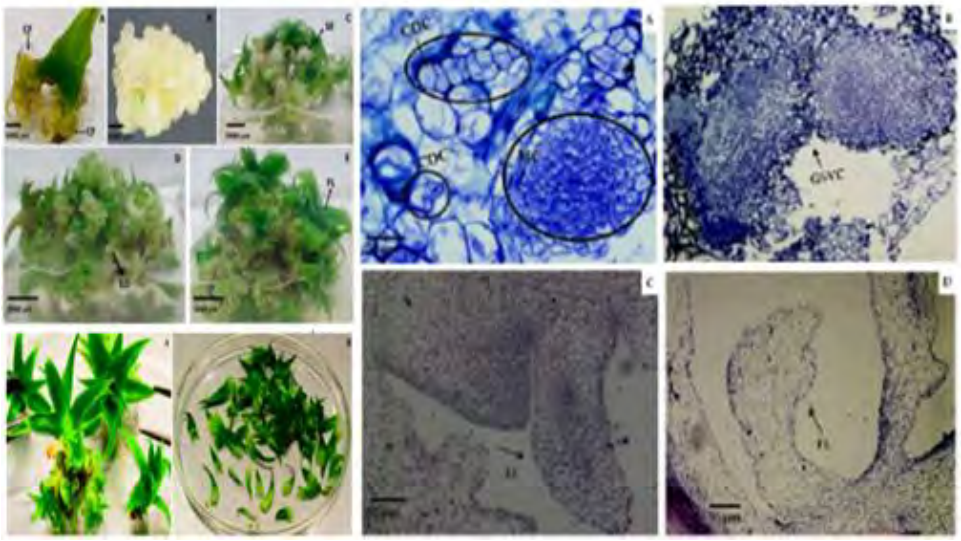


*Figura 11. Algunos de los resultados de investigación publicados por el grupo de la Dra. Nancy Santana Buzy en la revista Agriculture (https://doi.org/10.3390/agriculture12050713), donde se publicó el estudio de la embriogénesis somática indirecta de piña.*



## 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 12).

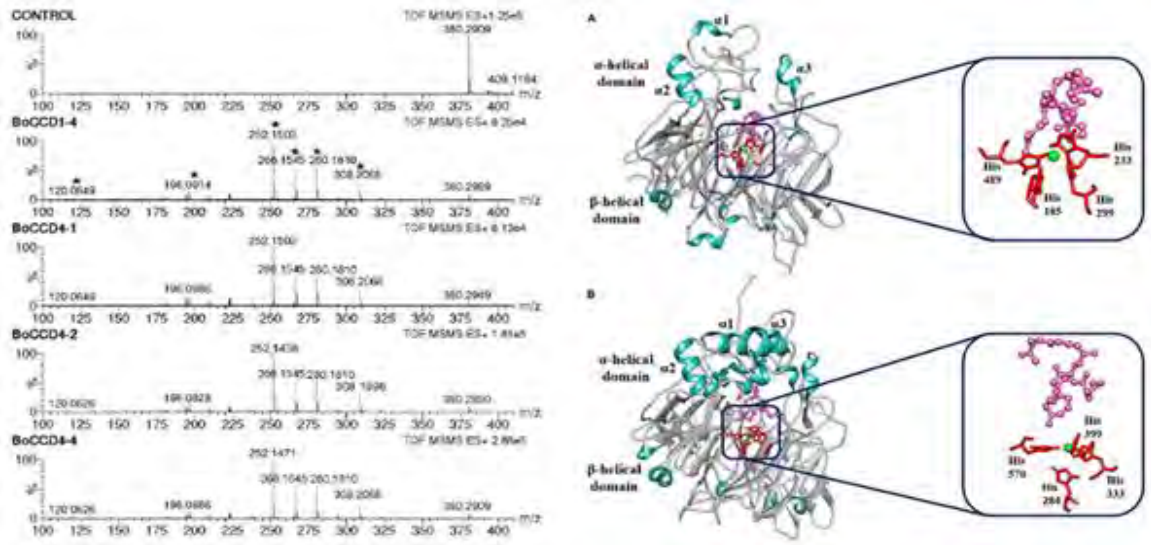



*Figura 12. Algunos de los resultados de investigación publicados por el grupo de la Dra. Renata Rivera Madrid en Frontiers in Plant Sicence (doi:103389/fps2022.829089).*



### *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.

En lo que corresponde a proyectos de investigación, durante el año 2022, la UBT tuvo 15 proyectos con un enfoque biotecnológico.



*Figura 13. 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 año 2022 fueron los siguientes:

## Agrobiotecnología



Esta línea 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 son “Estrategias multidisciplinarias 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, mediante el subproyecto “Establecimiento de un proceso de escalamiento de micropropagación de individuos elite de agaves mezcaleros”, 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 en el curso de 2022 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, mismos que se dieron por finalizados en el mes de noviembre de este mismo año. Por otra parte, en el transcurso de 2022, también 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, "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. En la convocatoria interna, Cartera de Proyectos CICY, modalidad consolidación, el Dr. Carlos Oropeza es responsable técnico del proyecto "Incremento en la eficiencia de la producción de plantas in vitro de cocotero y seguimiento de vitro-plantas ya establecidas en campo en estados del sureste de México".

### Biotecnología de productos naturales

En esta línea de investigación contribuyen cuatro investigadoras e investigadores y durante el año 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 *Caesalpinnia yucatanensis*" de la convocatoria de Investigación Científica Básica, que tiene como responsable técnica a la Dra. Rocío de Lourdes Borges Argáez. Asimismo, durante este periodo concluyeron los proyectos "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 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. En la convocatoria interna, Cartera de Proyectos CICY, modalidad consolidación, el Dr. Luis Manuel Peña, junto con el Dr. Jorge Santamaría es responsable técnico del proyecto "Recubrimiento funcional enriquecido con extracto de *Bonellia flammea* nanoencapsulado para el control de la antracnosis en diferentes genotipos de papaya".



### Biotecnología 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. Asimismo, durante este periodo concluyó el proyecto de la convocatoria Área de Conservación Kekén "Inventario de la diversidad de hongos macromicetos del área de conservación Kekén", cuyo responsable es el Dr. Jorge Humberto Ramírez Prado.

### *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 14), dentro de las áreas geográficas antes señaladas.

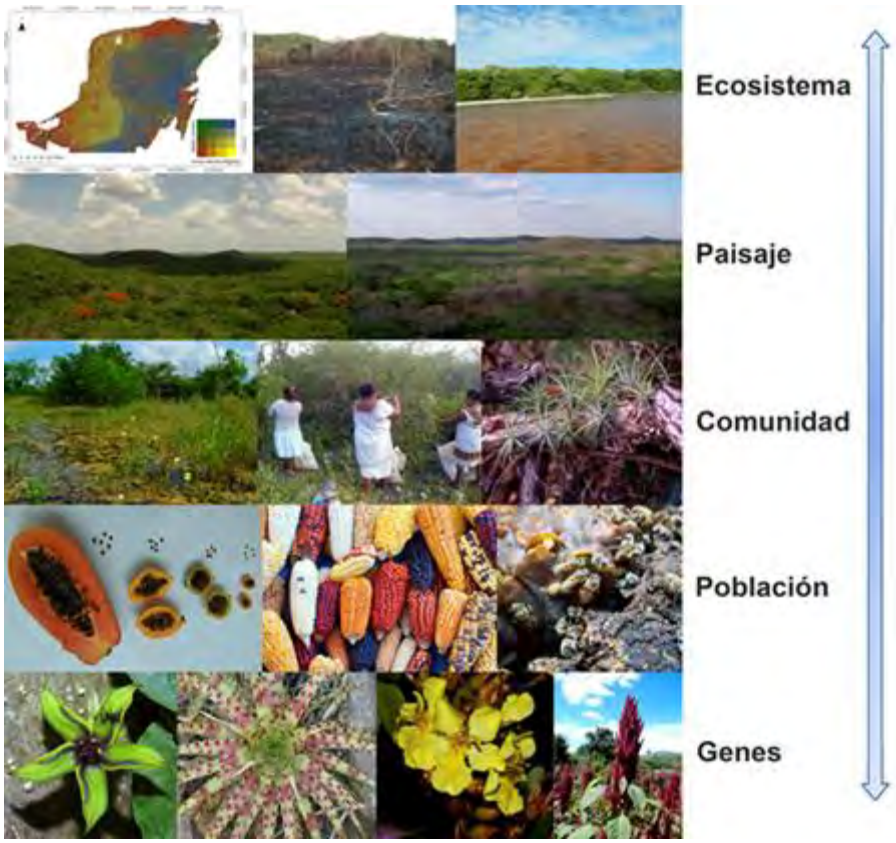



*Figura 14. Diferentes niveles de investigación en la URN.*



La URN 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 10 proyectos vigentes.

Es importante hacer notar que investigadores de la URN participan en proyectos de alto impacto científico, social y ambiental en colaboración con otras instituciones. Estos proyectos son dos:

El proyecto PRONACE-PRONAII "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. El responsable técnico del proyecto es el Dr. Miguel Ángel Díaz de El Colegio de la Frontera Sur (Tabasco). 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.

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 segundo proyecto es la participación en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), "Estimación de Biomasa aérea en bosques tropicales de la península de Yucatán, utilizando datos de campo y sensores remotos", la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado, responsable de la coordinación de la actualización del POETY, solicitó las Bases de Datos Regionales. 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 del Estado de Yucatán. Y el mapa de biomasa generado en el proyecto fue utilizado para generar mapas comunitarios de carbono en ejidos de la península de Yucatán por las oficinas del Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del PNUD en México (Figura 15).



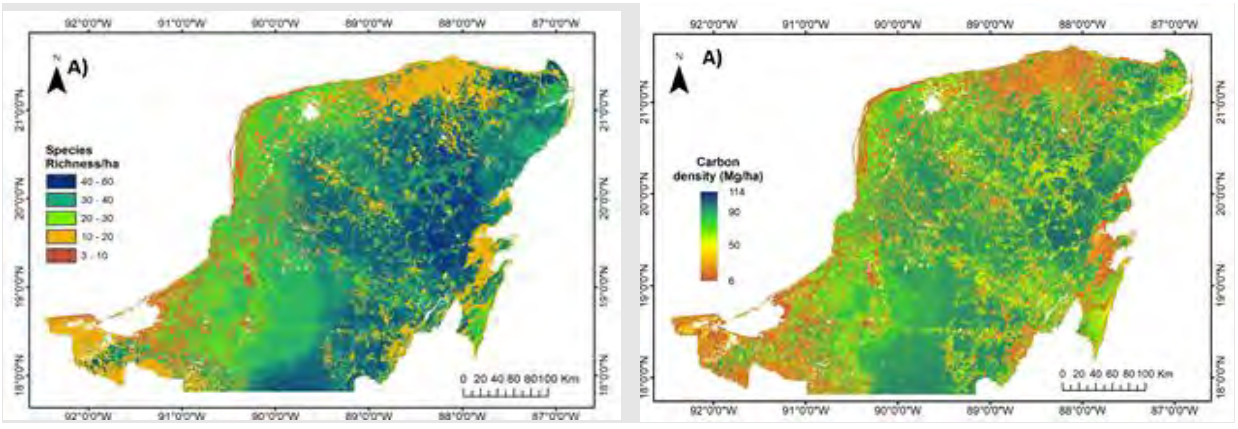



*Figura 15. Mapas sobre riqueza de especies de la península de Yucatán y sobre densidad de carbono en la vegetación de la península de Yucatán respectivamente.*

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

## Agrobiodiversidad para la Sustentabilidad Ecológica y Cultural

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 International 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 17).






*Figura 16. Instalación de sistema de riego fotovoltaico en parcelas demostrativa en Tizimín y Conkal.*

## Cambio Global en Ecosistemas Neotropicales

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 el Natural Environment Research Council (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.

### Servicios Ambientales de la Biodiversidad

Esta línea cuenta con dos investigadores (1 investigador fallecido en 2021) y un proyecto vigente que 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, 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", modalidad IV. Proyecto de acceso universal al conocimiento y sus beneficios sociales. En este proyecto colaboran otros grupos del Centro como el Jardín Botánico y el Departamento de Divulgación.



### Sistemática y Florística

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 Mega México: 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 Yucatán 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).

Además, la Unidad logró tres proyectos en la convocatoria interna, Cartera de Proyectos CICY, uno en la modalidad semilla, coordinado por la Dra. Luz María Calvo Irabién, titulado: "Flora aromática: su importancia en la salud y la conservación del patrimonio biocultural" y dos en la vertiente de consolidación "Las características del arbolado urbano y su relación con la biodiversidad y la calidad del aire en la zona metropolitana de la ciudad de Mérida", bajo la responsabilidad técnica del Dr. José Luis Andrade y "Diagnosis y prognosis para la conservación de plantas endémicas y en la Norma Oficial Mexicana (NOM) en la Península de Yucatán Mexicana (PYM): una herramienta eficaz para su uso en política pública", coordinado por el Dr. Germán Carnevali.

### *Unidad de Materiales (UMAT)*

La Unidad de Materiales (UMAT) está formada por 17 profesores (incluidos 3 investigadores por México), 1 ingeniero de desarrollo, 13 técnicos académicos. La UMAT genera conocimiento científico, 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 17.

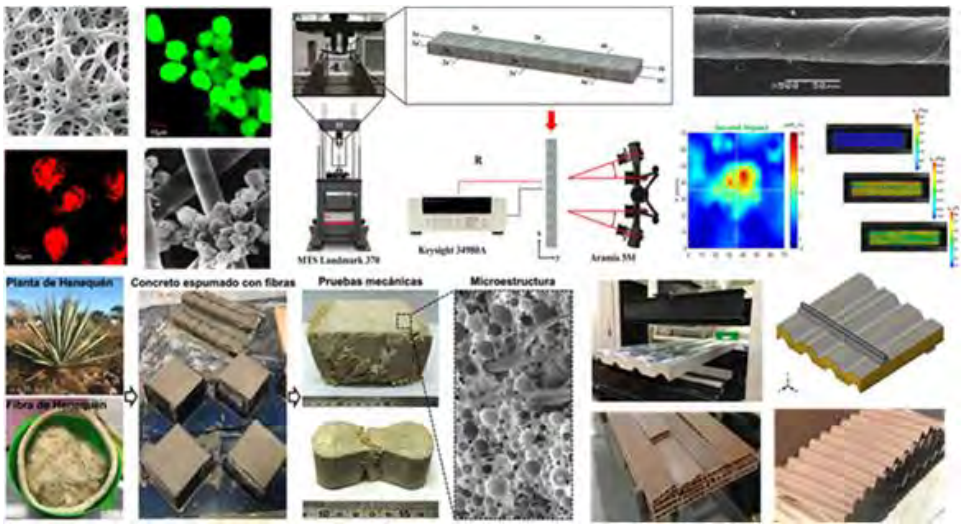



*Figura 17. Algunos resultados en Investigación en la Unidad de Materiales durante 2022.*

En el periodo que se informa se elaboró el Plan de Desarrollo de la Unidad de Materiales, tomando como base la planeación estratégica institucional. El documento final es fruto del análisis y discusión de todos los investigadores y el ingeniero de la UMAT.



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

## Materiales Compuestos y Nanomateriales

Esta línea de investigación contó con la participación de 6 investigadores, un investigador por México y tuvo vigente 2 proyectos. El proyecto “Estudio de materiales compuestos biomiméticos con estructura jerárquica usando simulaciones computacionales avanzadas” de la convocatoria Ciencia Básica 2017-2018, bajo la responsabilidad del Dr. Pedro Jesús Herrera Franco, 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; este proyecto concluyó en diciembre de 2022.

El número de investigadores adscritos a esta línea de investigación sufrió una ligera contracción (en el 2021 estaba formada por 7 investigadores), debido a la jubilación, a finales del año pasado, del Dr. Volodymyr Zozulya y, la renuncia del Cátedra-CONACYT, Dr.

Emmanuel Flores Johnson, por cambiar su residencia a Australia. A pesar de lo anterior, la Línea de materiales compuestos y nanomateriales fue fortalecida en marzo de 2022 con el ingreso del Dr. Aarón Rivas Menchi, Investigador por México. El Dr. Rivas Menchi es responsable técnico del proyecto de la convocatoria interna Cartera de Proyectos CICY modalidad semilla "Elaboración de un diagnóstico para aumentar la habitabilidad y durabilidad de las viviendas de población vulnerable de Mérida, Yucatán".

### Reciclado y Procesamiento de Materiales

Esta línea de investigación contó en el transcurso del 2022 con la participación de 3 investigadores y un ingeniero. Tuvo un proyecto vigente, 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; el proyecto contó 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, durante el 2022, con la participación de 3 investigadores y una investigadora por México; con 1 proyecto, correspondiente a la convocatoria de Investigación Científica Básica 2016, que terminó en diciembre de 2022. "Estudio de las propiedades superficiales de biomateriales poliméricos y su influencia en la conducta de adhesión y proliferación celular", y tuvo como responsable técnico al Dr. José Manuel Cervantes Uc. La Dra. Nayeli Rodríguez, Investigadora por México, es responsable técnica del proyecto de la convocatoria interna Cartera de Proyectos CICY "Aprovechamiento de recursos marinos (piel y escamas de pez) de Yucatán para la elaboración de materiales poliméricos con potencial aplicación en el tratamiento de heridas dérmicas complejas".



### Materiales para Aplicaciones Especializadas

Durante el 2022, esta línea de investigación tuvo la participación de 2 investigadores y una investigadora por México; con un proyecto, cuyo título es "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 2016, a cargo de la Dra. María Ortencia González Díaz. Este proyecto finalizó en septiembre de 2022. En esta misma línea, el Dr. Gonzalo Canché Escamilla es responsable del proyecto de la convocatoria interna Cartera de Proyectos CICY: "Valorización de los residuos

agroindustriales generados en la Península de Yucatán. Obtención de materiales, nanomateriales y energía".

### *Unidad de Ciencias del Agua (UCIA)*

La UCIA, realiza investigación científica en recursos hídricos en la península de Yucatán: Seguridad hídrica en sistemas socioambientales y Sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos, generando 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. 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 un logro sobresaliente, en el curso de 2022 se elaboró y consensuó el Plan de Desarrollo de la UCIA con la participación de todos los profesores, lo cual permitió la revisión y actualización de las líneas de investigación.

En lo que corresponde a proyectos de investigación, la Unidad cuenta con 5 proyectos ejecutados durante el 2022.



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. Durante el año 2022, se reportaron dos proyectos vigentes; uno en 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, el segundo de la convocatoria proyectos semilla del CICY titulado "Estación de monitoreo reserva laguna Manatí" siendo responsable técnico el Dr. Jesús Alvarado Flores.

En la formación de recursos humano, esta línea cuenta con 10 alumnos de cursando la Maestría de Ciencias del Agua, 4 estudiantes de licenciatura y un alumno de maestría externo.

#### Seguridad hídrica en sistemas socio-ambientales

Esta línea de investigación cuenta con 2 investigadores y 2 investigadores Cátedra Conacyt. En junio ingresó el Dr. José Carlos Ortiz Alemán, pero en Noviembre el Dr. Jorge Adrián

Perera dejó la institución. Durante el año 2022 se reportaron 3 proyectos. El primer proyecto provino de la convocatoria NIU-REU Grant, titulado "Water Quality in the Yucatán Peninsula", con la Dra. Rosa María Leal como responsable. El segundo proyecto de la convocatoria 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 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 noviembre del año en curso.

El Dr. Jesús Alvarado Flores tuvo bajo su responsabilidad técnica el proyecto de la convocatoria interna Cartera de Proyectos CICY, modalidad semilla, titulado: "Estación de Monitoreo Reserva Laguna Manatí".

En la formación de recurso humano, esta línea cuenta con 4 alumnos en proceso, cursando la Maestría de Ciencias del Agua; asimismo, cuentan con 7 estudiantes de licenciatura.

### *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. Está propuesta fue presentada y aprobada por el CTCI del CICY.

En el periodo que se informa, la UER registra 10 investigadores adscritos y 2 proyectos vigentes y participa en 2 proyectos (FORDECYT-PRONACES) enfocados a la solución de las necesidades sociales y económicas que demanda el país, en especial, de la península de Yucatán, a saber:

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).



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

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



## Bioenergía

Esta línea de investigación cuenta con 4 investigadoras e investigadores y 1 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 Gaviria participan como responsables técnicos del CICY, en todo lo relacionado con el aprovechamiento de la biomasa de algas. En estos momentos el proyecto se encuentra en su primera etapa.

En esta línea, un proyecto importante es “Ramón”, en proceso de transferencia con la Dirección de Gestión Tecnológica, el cual está basado en un concepto de biorrefinería y economía circular. Este 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.

## Tecnologías electroquímicas para la energía

Esta línea cuenta con 4 investigadoras e investigadores que participan en 3 proyectos. "Consolidación del laboratorio de energía renovable del sureste (LENERSE)", el cual concluyó el 14 de julio del presente año. La responsable técnica, Dra. Daniella Pacheco Catalán presentó 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 (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 2 investigadores por México, que se encuentran en el octavo año del programa de cátedras. 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 (Figura 19).



*Figura 19. Implementación de tecnologías de bombeo y riego fotovoltaico.*

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), el tema que trabaja es una Turbina Híbrida con Autoarranque para la Extracción de Energía Mediante Corrientes de Flujo de Agua O Aire, que tiene como No. de patente MX/a2019/008504. Este desarrollo tecnológico tiene un impacto social y ambiental muy importante puesto que generará energía para autoconsumo impactando directamente las poblaciones aisladas de la red eléctrica nacional.

## Vinculación

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, colaboró 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.

Por invitación de la Dirección Corporativa de Planeación Estratégica de la CFE y la Sociedad Mexicana del Hidrógeno, el Dr. Ordóñez, en representación de la UER, intervino como ponente en el seminario “Recursos tecnológicos bajos en carbono para apoyar la transición y seguridad energética”. Lo anterior posiciona al CICY en la vanguardia en los proyectos de transición y seguridad energética, específicamente en el tema de generación de hidrógeno verde (Figura 20).






*Figura 20. Participación de investigadores de la UER en el seminario organizado por la CFE, Transición y seguridad energética (13 de julio).*

De igual manera, se tuvo aproximación con diferentes empresas nacionales e internacionales como: Empaques Nova, Viva Energía, Tierra Foods y AgroAlefs, con las se tiene firmados los convenios de confidencialidad lo que ha permitido concretar proyectos de vinculación en este año 2023 (Figura 21).




*Figura 21. Visita de las agencias de energía del gobierno de Estados Unidos a la Unidad de Energía*

En cuanto a la formación de recursos humanos, los profesores de la UER han graduado 6 estudiantes de doctorado, 9 de maestría y 6 de licenciatura. Donde una tesis de maestría fue galardonada con un premio Nacional e Internacional.

Es importante señalar que UER participa en la coordinación de la mesa de trabajo para la conformación del Posgrado Nacional en Energía en el que participan los siguientes CPIs: CICY, CIDETEQ, CIATEQ, IPICYT, CIQA, CIMAV, CIO, CIATEJ, y ECOSUR.



## 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 entre centros públicos, instituciones de educación superior, organismos públicos, privados y sociales, 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 participa 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 los principales 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 acuacultura 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 el proyecto relativo al Tren Maya. Participan los Doctores, Ivón Ramírez, Casandra Reyes, Juan Manuel Dupuy, José Luis Hernández, Celene Espadas y Adán Caballero de la URN y UCIA activamente en las mesas virtuales multidisciplinarias de retroalimentación con instituciones de la región como son FONATUR e 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 PRONAII: “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 PRONAII, sin embargo, no resultó beneficiado con el apoyo para su continuidad. No obstante, al tratarse de un tema de relevancia para la región el CICY, y, sobre todo, porque está constituido el grupo de incidencia, se han buscado fuentes alternas de financiamiento, como son la convocatoria interna de Cartera de Proyectos CICY 2022, modalidad semilla, y el Global Innovation Fund (GIF).



Por su parte, continúa en ejecución el PRONACES aprobado en mayo de 2022 sobre Soberanía Alimentaria coordinado por el CIATEJ y donde participan la UER, la UMAT y la UCIA con el proyecto 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”.

### Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En el marco de los ODS, cabe destacar que el Dr. Javier Orlando Mijangos Cortés de la Unidad de Recursos Naturales fue reconocido como merecedor al premio Alsea 2022 con el proyecto “Promoción de dietas saludables, sostenibles e incluyentes en la Península de Yucatán: estrategia de comunicación para el cambio social y conductual para fomentar el consumo de especies vegetales subutilizadas que contribuyan a la transformación positiva del sistema alimentario regional”. Se considera que la investigación contribuirá a desarrollar

políticas exitosas, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas y en favor de la innovación, la nutrición y/o alimentación, Dicho proyecto tiene colaboración con la Universidad Anáhuac Mayab ubicada en Mérida, Yucatán.

### 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. Es importante resaltar que dicho proyecto tiene el impulso de 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 2022 se prosigue los trabajos con las instituciones del Parque Científico y Tecnológico de Yucatán (CIESAS, CIATEJ, ECOSUR, Centro GEO, CIMAT). Los trabajos han pasado 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 vinculadas 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 (COCYTIEG).

Como parte de las estrategias de articulación con los tecnológicos regionales en la península de Yucatán y Guerrero, se realizaron una serie de acciones para el acercamiento e identificación de áreas de interés, así como la firma de diversos convenios que permitan en 2023 poner en marcha diversos proyectos con los tecnológicos de Mérida, Progreso, Tizimín, Chetumal, Cancún, Valladolid, Calkiní, Carrillo Puerto y Acapulco, como la incorporación de jóvenes al CICY a través del programa dual.

De igual forma, como resultado del acercamiento con los Tecnológicos Regionales en la península de Yucatán, se establecieron áreas de oportunidad para el fortalecimiento del desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica con incidencia en temas sociales y ambientales como, por ejemplo, el establecimiento de parcelas demostrativas.

## Alianza Pacífico Sur

Esta alianza, originalmente denominada ADESUR, 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 se formalizará el convenio de conclusión una vez que el Jurídico del CONACYT avale el documento, pero en los hechos se da por concluida.

Durante 2022 se trabajó en 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.

El CONACYT y el Gobierno de Guerrero anunciaron el 13 diciembre de 2022 la puesta en marcha del Centro de Estudios e Investigación en Biocultura, Agroecología, Ambiente y Salud (CEIBAAS). La titular del CONACYT, Dra. María Elena Álvarez-Bullya Rocés indicó que este centro se concibe como un modelo nacional orientado a resolver los problemas más urgentes de las regiones en las instalaciones de Acapulco, Guerrero. Se trata de un modelo nacional que será replicado en estados donde no hay centros públicos de investigación. Por su parte, la gobernadora de Guerrero, Evelyn Salgado Pineda, subrayó que el CEIBAAS es reflejo del esfuerzo interinstitucional que busca atender demandas sociales.



En cuanto a los siete centros participantes, firmaron un convenio general de colaboración en pro de la región Pacífico Sur.

Por otra parte, en el transcurso de 2022 se continuó con la atención a los compromisos de los dos proyectos relacionados con la Región e impacto particular en Guerrero, de los cuales el CONACYT autorizó ampliación de vigencia en diciembre de 2022 por un año más, a saber: "Estrategias multidisciplinarias para incrementar el valor agregado de las cadenas productivas del café, frijol, mango, agave mezcalero y productos acuícolas (tilapia) en la región Pacifico Sur a través de la ciencia, la tecnología y la innovación" (292474) y Operación de la alianza estratégica para el desarrollo sustentable de la región Pacifico Sur (ADESUR) para el periodo 2018-2020" (296369). 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 diversas colecciones de semillas ortodoxas de varias especies útiles de la región maya, así como especies de atención peculiar que están en riesgo, por ser endémicas, así como de la amplia variedad de cultivos alimentarios y prácticas agronómicas. En el GermoLab colaboran dos investigadores por México, así como un investigador comisionado de la Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas (UBBMP) quien coordina el Laboratorio.

En el transcurso 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 se considera un logro relevante para el desarrollo de la conservación en la región.

En el tema de investigación se trabajó en proyectos que enriquecieron la labor sustantiva del laboratorio y permitieron la formación de recursos humanos en los programas de doctorado y maestría del CICY. Así también, se ha incrementado la colaboración con las diferentes unidades de investigación del CICY. Durante 2022 se logró la incorporación de una técnica titular que coordinará las actividades operativas del Germolab. Es importante destacar que en el Germolab se desarrolló una importante labor de acercamiento a la sociedad y de acceso universal al conocimiento, gracias al trabajo de los investigadores por México adscritos al Laboratorio. A través de la Dra. Marina Ku se coordina el proyecto de la convocatoria interna Cartera de Proyectos CICY, titulado “Fortalecimiento de la medicina tradicional maya mediante la integración de un grupo transdisciplinario para su estudio y revaloración regional en tiempos de cambio global” en la modalidad semilla.



### 3.3.2 Direcciones de Unidad

En el curso de 2022 se reporta como logro sobresaliente que el 100% de las unidades de investigación del Centro cuentan con su Plan de Desarrollo, con una visión estratégica asociada a la planeación institucional y referencias a la planeación federal en HCTI, a la estatal y referentes globales, como la Agenda 2030. Con ello se atiende la recomendación del Comité Externo de Evaluación (CEE) con respecto a la pertinencia de las líneas de investigación.

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 científicas, para lograr una alineación estratégica con la planeación institucional. Durante 2023 se dará seguimiento a este trabajo a través del Programa de Trabajo de Control Interno (PTCI) para generar los procedimientos necesarios que permitan el seguimiento y la determinación de indicadores de los Planes de Desarrollo de cada Unidad.

Derivado de este ejercicio, por ejemplo, en la UBBMP se realizó la reestructuración a fondo de las líneas de investigación: 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 primer trimestre de 2023. Todo ello, enmarcado en el plan de desarrollo de la Unidad y alineado 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) durante 2022.

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



## 3.4 Impactos Generados

En 2022 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 el Comité Externo de Evaluación (CEE) realizada en 2020 y 2021.

En cuanto a producción científica, puede resaltarse que se obtuvieron un total de 205 publicaciones siendo estas, 198 artículos arbitrados de las cuales 170 fueron artículos indizados con un factor de impacto promedio de 4.3, 4 capítulos de libro y 3 libros. Por consiguiente, se logró un promedio de 2.5 publicaciones por investigador, y un promedio de 2 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 en el transcurso de 2022 cabe mencionar:

- "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 del cultivo empleados en las áreas de producción", Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas.
- "Valoración de los recursos vegetales, naturales y renovables de la península de Yucatán", Unidad de Biotecnología.
- "Estudio de las propiedades superficiales de biomateriales poliméricos y su influencia en la conducta de adhesión y proliferación celular", Unidad de Materiales.
- "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", Unidad de Recursos Naturales.
- "Consolidación del laboratorio de energía renovable del Sureste (LENERSE)", Unidad de Energía Renovable.
- "Línea de agua meteórica de la península de Yucatán", Unidad de Ciencias del Agua.

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, mencionado líneas arriba "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 Bacalar, Quintana Roo de la península de Yucatán; con pequeños productores (mujeres y hombres). Este proyecto, que concluyó 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*

Es importante destacar que en el marco de la planeación estratégica y del programa institucional, la "Cartera de Proyectos CICY", en su vertiente de *investigación,* es una estrategia del Centro que se ha venido fortaleciendo (Tabla 1). El propósito clave identificado 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 CICY ha identificado proyectos emblemáticos por 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.

Durante 2022 se registraron varios logros como parte de esta estrategia:

1. Emisión de las convocatorias *Cartera de Proyectos CICY* con enfoque de incidencia social y regional en las modalidades Semilla y Consolidación. El objetivo de la convocatoria semilla fue promover la integración de grupos interdisciplinarios y transdisciplinarios en el CICY que impulsen y fortalezcan las capacidades de investigación y generen propuestas integrales a problemas de relevancia y pertinencia regional en la península de Yucatán.
2. En cuanto a la convocatoria de consolidación se estableció como objetivo promover la integración de grupos interdisciplinarios y transdisciplinarios con el liderazgo de investigadores consolidados del CICY que impulsen la asimilación y transferencia de conocimiento para la atención de problemas, oportunidades y necesidades de comunidades y usuarios de la región sureste.
3. Se recibieron 16 propuestas en total de ambas convocatorias. 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) y que exista trabajo multi, inter y transdisciplinario. Se aprobaron 10 proyectos, por un monto de $900,389.20; 4 en la vertiente de consolidación y 6 en modalidad semilla. Lo más relevante es que en estos proyectos participó el 60.4% de los investigadores del Centro.
4. Los proyectos semilla tienen un plazo de ejecución de 6 meses y los de consolidación de 8. Los temas de investigación van desde cultivos de importancia regional, como cocotero, papaya, pasando por flora aromática y patrimonio biocultural,

biodiversidad y conservación, hasta vivienda vulnerable, valorización de recursos agroindustriales y aprovechamiento de residuos marinos, así como medicina tradicional maya.

*Tabla 1. Relación de Resultados de las convocatorias Cartera de Proyectos CICY*

| N° | Responsable Técnico | Título | Modalidad | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Luz María Calvo Irabién | Flora aromática: su importancia en la salud y la conservación del patrimonio biocultural | Semilla | URN |
| 2 | Aarón Rivas Menchi | Elaboración de un diagnóstico para aumentar la habitabilidad y durabilidad de las viviendas de población vulnerable de Mérida, Yucatán. | Semilla | UMAT |
| 3 | Jesús Alvarado Flores | Estación de Monitoreo Reserva Laguna Manatí | Semilla | UCIA |
| 4 | Nayeli Rodríguez Fuentes | Aprovechamiento de recursos marinos (piel y escamas de pez) de Yucatán para la elaboración de materiales poliméricos con potencial aplicación en el tratamiento de heridas dérmicas complejas. | Semilla | UMAT |
| 5 | Gonzalo Canché Escamilla | Valorización de los residuos agroindustriales generados en la Península de Yucatán. Obtención de materiales, nanomateriales y energía. | Semilla | UMAT |
| 6 | Marina Ku Vera<br>Aileen O´connor | Fortalecimiento de la medicina tradicional maya mediante la integración de un grupo transdisciplinario para su estudio y revaloración regional en tiempos de cambio global | Semilla | Germolab |
| 7 | Carlos Oropeza Salín | Incremento en la eficiencia de la producción de plantas in vitro de cocotero y seguimiento de vitro-plantas ya establecidas en campo en estados del sureste de México | Consolidación | UBT |
| 8 | Germán Carnevali Concha | Diagnosis y prognosis para la conservación de plantas endémicas y en la Norma Oficial Mexicana (NOM) en la Península de Yucatán Mexicana (PYM): una herramienta eficaz para su uso en política pública. | Consolidación | URN |
| 9 | José Luis Andrade Torres | Las características del arbolado urbano y su relación con la biodiversidad y la calidad del aire en la zona metropolitana de la ciudad de Mérida | Consolidación | URN |
| 10 | Luis Manuel Peña Rodríguez<br>Jorge Santamaría Fernández | Recubrimiento funcional enriquecido con extracto de Bonellia flammea nanoencapsulado para el control de la antracnosis en diferentes genotipos de papaya. | Consolidación | UBT |

Se continúa el trabajo 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 CICY, que pudieran ampliarse a partir de las propuestas en las modalidades Semilla y

Consolidación: Tren Maya, Sargazo, Vivienda y Hábitat, Cannabis y Cáñamo, Jipi Japa, Chile Habanero, Agua Y Energía.

*Consecución de fondos*

En el transcurso de 2022 se articuló una alianza estratégica para afinar el mecanismo de Boletín de Convocatorias Externas CICY que permitiera 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) dirigidas a la comunidad académica del CICY. Se publicaron 21 Boletines hasta agosto de 2022 y a mediados del mismo mes se transitó a un repositorio integrado denominado *Inteligencia de Convocatorias CICY*, con el propósito de dar un servicio más ágil a la comunidad CICY (https://inteligenciaconvocatoriascicy.adiat.org/).

*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 y/o nacionales 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, alimentación, ambientales, salud, vivienda, agua, energía, reforestación, entre otros muchos), que afectan el bienestar de las personas, particularmente 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 (Figura 22).




*Figura 22. Foros de Análisis CICY 2022.*



En julio de 2022 realizó el foro relacionado con los Programas Nacionales Estratégicos, "PRONACES: retos para la investigación y la incidencia social", con la participación de El ECOSUR, CIATEJ, CICY y la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior del Estado de Yucatán, con 1,200 personas alcanzadas. La Tabla 2 ilustra las personas alcanzadas mediante los Foros de Análisis CICY.

*Tabla 2. Foros de Análisis CICY y la Agenda Nacional 2020-2022*

| Foro de Análisis CICY | Tema Agenda Nacional | Año | Personas Alcanzadas |
|---|---|---|---|
| Desafíos de la Ciencia ante la disrupción sanitaria mundial, 26 de septiembre | Innovación en Salud | 2020 | 3,305 |
| Ciencia y Sociedad, nuevos desafíos, 2 de octubre | Innovación en Seguridad Humana | | 3,300 |
| Perspectivas y retos de los CPIS para contribuir al desarrollo social, 9 de octubre | | | 2,234 |
| Paradigmas del quehacer científico ante la crisis sanitaria global, 16 de octubre | Innovación en Salud | | 5,401 |
| El CICY ante el entorno mundial y nacional: disrupción pandémica, 27 de noviembre | Innovación en Seguridad Humana | | 1,525 |
| La contribución del CICY al desarrollo sociorregional, 4 de diciembre | | | 2,450 |

| Foro de Análisis CICY | Tema Agenda Nacional | Año | Personas Alcanzadas |
|---|---|---|---|
| Hacia una nueva ley de ciencia, tecnología e innovación, 5 de marzo | Innovación en Seguridad Humana | 2021 | 4,555 |
| Tren Maya: oportunidades y desafíos para el sureste mexicano, 16 julio 2021 | | | 6,129 |
| Ciclo Sargazo un fenómeno complejo: retos y oportunidades. Sargazo: desafíos de gobernanza y de investigación, 13 de agosto | Innovación en Salud | | 2,594 |
| Miradas a la complejidad y casos de estudio, 20 de agosto | | | 1,256 |
| Acciones y políticas institucionales, 27 de agosto | | | 1,131 |
| Conversatorio Sargazo un fenómeno complejo: retos y oportunidades, 5 de noviembre | | | 1,739 |
| Programa Cátedras CONACYT, 7 años de historia en el CICY. Retos y perspectivas, sesión 1-Agua, 18 de noviembre | Innovación en Seguridad Humana | | 1,504 |
| Programa Cátedras CONACYT, 7 años de historia en el CICY. Retos y perspectivas, sesión 2-Energía, 24 de noviembre | Innovación en Energía | | 1,090 |
| Programa Cátedras CONACYT, 7 años de historia en el CICY. Retos y perspectivas, sesión 3-Ciencias ómicas, 10 de diciembre | Innovación en Seguridad Humana | | 1,122 |
| Foro de Análisis UAGro-CICY Oportunidades y desafíos para el desarrollo científico y tecnológico desde lo local, 24 de marzo 2022 | Innovación en Salud | | 3700 |
| Emprendimiento de Base Científica: desafíos para la investigación desde el sureste mexicano, 14 de octubre | Innovación en Salud | 2022 | 737 |
| PRONACES: retos para la investigación y la incidencia social, 1 de julio 2022 | Innovación en Seguridad Humana | | 1200 |



Asimismo, se realizó el Foro “Emprendimiento de Base Científica: desafíos para la investigación desde el sureste mexicano” en octubre de 2022. En noviembre se efectuó, de manera interna, la sesión del Foro de Análisis CICY con la conferencia magistral "Creando Empresas Mexicanas Globales Desde Silicon Valley, California" Dr. Simón Golbard, con 737 personas alcanzadas.

### *Estancias*

El periodo que se informa fue un año muy activo en cuanto a estancias se refiere. Durante el 2022 ingresaron 41 nuevas estancias, 1 de ayudantía del Sistema Nacional de Investigadores, 35 de estancia Posdoctoral, 2 investigadores asociados y 3 investigadores visitantes. La Dirección de Investigación continua de manera permanente con las acciones

de difusión de las estancias. Las acciones al respecto permiten que al corte de diciembre de 2022 el CICY cuente con 45 estancias vigentes (Figura 23).




*Figura 23. Difusión sobre estancias posdoctorales.*

## 3.5 Dificultades superadas



Como se ha informado en informes previos, durante los últimos años se ha sostenido la problemática asociada a 1) las necesidades de infraestructura institucional y las limitaciones presupuestales, 2) la disminución de fondos para la investigación y 3) el relevo generacional del personal de investigación.

En cuanto al primer aspecto, lo más significativo es el daño estructural a edificios (Unidad de Biotecnología), la obsolescencia de equipos y requerimientos de mantenimiento mayor, tanto en equipamiento como en instalaciones físicas, peatonales, acceso a TIC´s, entre otros. Sin embargo, algunos 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.

Debe destacarse que gracias a las gestiones con la Unidad de Articulación Sectorial y Regional y a la aprobación de $4 mdp del proyecto del FOO3, “Mitigación de riesgos de operación en infraestructura para el quehacer científico y tecnológico mediante la instrumentación de acciones de mantenimiento”, con número de convenio I1200/389/2022, C-714/2022, se lograron subsanar durante 2022 una parte de las necesidades sustantivas en

cuanto a pólizas de mantenimiento en equipo científico de las áreas de investigación y de apoyo del Centro, así como acciones de impermeabilización, mantenimiento de aires acondicionados, y reparaciones en mariposario e invernadero.

Ante la persistencia de las necesidades institucionales en cuanto a mantenimiento e infraestructura, se ha trazado la ruta mediante la planeación e identificación de necesidades y se continua la búsqueda alterna de financiamiento que contribuyan a solventar las necesidades, donde el punto central que ha sido contar con número de cartera proyectos ante Hacienda, 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 y que al cierre del informe 2022 se encuentra en estatus de revisión y validación por las instancias técnicas competentes en la materia.

En el mismo sentido, se mantienen acciones permanentes de diálogo y gestión con la coordinadora de sector, el CONACYT, que ha sido sensible a las necesidades del 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.

De manera complementaria, 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 la problemática señalada.



En cuanto al problema de la falta de recursos para proyectos de investigación ante la escasez de convocatorias nacionales, se está atendiendo mediante la planeación institucional y la estrategia denominada “Cartera de proyectos CICY” de la cual hemos venido informando. Esta alternativa ha permitido 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.

Finalmente, el Centro también enfrenta el relevo generacional, al encontrarse en proceso de jubilación parte del personal académico y técnico. Aspecto del cual se ha venido dando cuenta en informes previos. 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, durante 2022 han podido incorporarse tres nuevos investigadores en UCIA, UER y URN. Como parte de los Planes de Desarrollo de cada Unidad Académica, están identificadas claramente la pertinencia de las líneas de investigación y las necesidades de

cada Unidad para la sustitución del personal. En el primer semestre de 2023 se procederá a las contrataciones con las plazas disponibles. También, como parte de la estrategia, se verá la opción de atraer Investigadores por México que estén dispuestos a cambio de adscripción, como fue el caso de la UBBMP.

## 4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

La formación de recursos humanos, principalmente 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, los cuales se encontraban en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) y a la fecha están 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 no se encuentra vigente y durante 2022 se concluyó con el trámite de notificación del cierre definitivo ante la Dirección General de Profesiones.



De acuerdo con el dictamen de la última evaluación del PNPC, dos de nuestros programas cuentan con el nivel de competencia internacional, cuatro con el nivel de consolidado y uno en desarrollo. Durante el 2022, el Conacyt emitió el calendario para realizar la transición para el modelo del Sistema Nacional de Posgrados (SNP) y en el 2023 los programas del CICY aplicarán para renovar su acreditación en dicho Sistema.

En 2022 después de la contingencia por COVID-19 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 las personas estudiantes. Estas medidas han permito realizar sin contratiempos los procesos establecidos en el calendario docente, tales como, admisiones, períodos de exámenes tutoriales, exámenes de grado, clases a distancia, presenciales y mixtas, 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.

## 4.2 Resultados Obtenidos

Durante el 2022, se atendieron un total de 782 alumnos, de los cuales 309 son parte de los programas de posgrado del Centro, 332 del Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) y 141 del Programa de Educación Continua (PEC) (Tabla 3).

*Tabla 3. Histórico reciente de la formación de Recursos Humanos 2018-2022 (Personas estudiantes)*

| Año | Posgrados CICY | Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) | Programa de Educación Continua (PEC) | Total |
|---|---|---|---|---|
| 2018 | 333 | 457 | 429 | 1,217 |
| 2019 | 351 | 435 | 150 | 935 |
| 2020 | 349 | 310 | 80 | 739 |
| 2021 | 339 | 294 | 162 | 795 |
| 2022 | 309 | 332 | 141 | 782 |

### 4.2.1 Programas de posgrado

En el 2022, se graduaron un total de 66 estudiantes en los diferentes programas, dando un valor de 0.80 graduados por investigador (66/82), 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 Conacyt para la obtención del grado en tiempo.



Durante el 2022 se continuó con la modalidad a distancia en los procesos de admisión. Esta modalidad permite que las personas aspirantes puedan aplicar a todas las etapas del proceso de admisión desde diferentes áreas geográficas, y ha resultado desde el 2020 en un proceso eficiente y eficaz.

Los programas de posgrado del CICY atienden aspirantes tanto nacionales como internacionales en sus convocatorias, esto lo demuestra el análisis histórico reciente (2018-2022) en el cual se han recibido un total de 569 aspirantes distribuidos en los diferentes programas, de los cuales 81 corresponden a estudiantes extranjeros (Cuba, Ecuador, Costa Rica, España, Italia, Estados Unidos, Belice, Surinam y Argentina). Durante el 2022 participaron 84 aspirantes nacionales de los cuales 8 fueron internacionales (Tabla 4).

*Tabla 4. Histórico reciente del registro de aspirantes (2018- 2022)*

| Semestre | Ciencias Biológicas | Materiales Poliméricos | Energía Renovable | Ciencias del Agua | Total | Estudiantes extranjeros |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 2022-II | 26 | 9 | 11 | 0 | **46** | 4 |
| Total | 335 | 96 | 95 | 43 | 569 | 81 |



Durante el 2022, la matrícula de posgrado en los siete programas del Centro alcanzó una cifra de 309 estudiantes, 149 estudiantes de maestría y 160 estudiantes de doctorado (Tabla 5). De ellos, el 52% son mujeres y el 48% son hombres.

*Tabla 5. Histórico reciente de la Matrícula en los Programas de Posgrado 2018- 2022.*

| Año | Ciencias Biológicas | Materiales Poliméricos | Energía Renovable | Ciencias del Agua | Total | Maestría | Doctorado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2018 | 181 | 58 | 69 | 25 | 333 | 180 | 153 |
| 2019 | 198 | 64 | 66 | 23 | 351 | 196 | 155 |
| 2020 | 210 | 65 | 57 | 17 | 349 | 196 | 153 |
| 2021 | 203 | 63 | 50 | 23 | 339 | 180 | 159 |
| 2022 | 187 | 48 | 51 | 23 | 309 | 149 | 160 |

Los programas de maestría habían presentado tendencias positivas con respecto al número de estudiantes matriculados en los últimos años (Tabla 5). Sin embargo, al cierre de 2022 la tendencia es a la baja, lo que se atribuye al impacto de la pandemia COVID-19

durante la cual ocurrieron atrasos en la obtención del grado de las personas egresadas de las carreras a nivel licenciatura por el cierre total o parcial de las actividades presenciales. Al cierre 2022, se encuentran activos un total de 227 alumnos (161 estudiantes activos más 66 de nuevo ingreso) (Tabla 6). En 2023 se trabajará en las acciones para lograr una recuperación gradual de la matrícula a partir de ese año, con el regreso a las actividades presenciales después de la contingencia sanitaria

*Tabla 6. Matrícula en los Programas de Posgrado en 2022.*

| Posgrado | Activos | Graduados | Nuevo Ingreso 2022-I | Bajas Temporales | Bajas Definitivas | Total Atendidos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Doctorado en Ciencias Biológicas | 79 | 12 | 17 | 1 | 3 | 112 |
| Maestría en Ciencias Biológicas | 29 | 22 | 18 | - | 6 | 75 |
| Doctorado en Materiales Poliméricos | 15 | 5 | 8 | - | 2 | 30 |
| Maestría en Materiales Poliméricos | 8 | 6 | 3 | - | 1 | 18 |
| Doctorado en Energía Renovable | 8 | 6 | 4 | - | - | 18 |
| Maestría en Energía Renovable | 15 | 9 | 8 | - | 1 | 33 |
| Maestría en Ciencias del Agua | 7 | 6 | 8 | - | 2 | 23 |
| **Total** | **161** | **66** | **66** | **1** | **15** | **309** |



Con respecto a las personas estudiantes de nuevo ingreso a los programas de maestría del Centro, en los últimos años se observan variaciones en el número. En el periodo de 2018-2022 se obtuvo un promedio anual de 40 nuevos estudiantes a los programas de maestría, sin embargo, la tendencia se observa a la baja desde 2020. 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 atribuirse a los efectos de la pandemia por COVID-19 y en 2022 este número se mantuvo, teniendo un ingreso de 40 estudiantes a los programas de maestría (Figura 24). Se espera recuperar la tendencia positiva del ingreso de una nueva comunidad de estudiantes a los programas de maestría a partir del 2023.




*Figura 24. Ingreso de estudiantes de maestría a CICY en el periodo 2018-2022.*

Por su parte, el programa doctoral también ha mostrado una variación en el número de estudiantes que ingresan. En el periodo de 2018-2022 se obtuvo un promedio anual de 29 nuevos estudiantes. La Figura 25 presenta el histórico reciente del ingreso de estudiantes de doctorado desde 2018 a 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. Sin embargo, durante el 2022 se registró una tendencia a la baja con un ingreso de 29 estudiantes (Figura 25).




*Figura 25. Ingreso de estudiantes de doctorado de CICY en el periodo 2018-2022.*

Con respecto al seguimiento académico de las personas estudiantes, los programas de posgrado cuentan con comités tutoriales que evalúan sus avances mediante reuniones semestrales. Durante el 2022, se programaron 267 exámenes tutoriales y 45 exámenes pre-doctorales. Los exámenes tutoriales fueron realizados todos a distancia por medios electrónicos (videoconferencia o plataforma de video comunicación). De los 45 exámenes pre-doctorales 35 fueron realizados por medios electrónicos y 10 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 y presencial. Durante el 2022 se impartieron 81 cursos en los diferentes programas. De ellos, 28 correspondieron a la maestría y doctorado en Ciencias Biológicas, 20 a Materiales Poliméricos, 23 a Energía Renovable y 10 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.

Las y los profesores participaron en diferentes actividades docentes dentro de los Consejos Académicos de Profesores de los programas de posgrado, ya sea impartiendo cursos o como directores(as) de tesis o tutores(as). En este sentido, la participación de las y los profesores como directores(as) de tesis en el programa es muy alta, alcanzando un valor de 92.6% (76/82); con un promedio de 3.7 estudiantes por investigador(a), considerando el total de 309 estudiantes atendidos. Este valor se divide en 149 estudiantes de maestría (48%; con

un promedio de 1.8 estudiantes/director(a)) y 160 estudiantes de doctorado (52%; con un promedio de 1.9 estudiantes/director(a)) (Figura 26).



*Figura 26. Formación de recursos humanos en la Unidad de Ciencias del Agua.*

### 4.2.2 Estudiantes graduados



Las y los estudiantes graduados(as) deben mostrar un alto nivel de conocimiento, con base 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 innovadoras y pertinentes, y que estén encaminados a resolver los problemas socio-ambientales. Durante el 2022, se graduaron 66 alumnos, 43 de maestría y 23 de doctorado (Tabla 7).

*Tabla 7. Histórico reciente de graduados del periodo 2018-2022.*

| Año | Maestría | Doctorado | Total |
|---|---|---|---|
| 2018 | 41 | 21 | 62 |
| 2019 | 48 | 26 | 74 |
| 2020 | 46 | 28 | 74 |
| 2021 | 58 | 25 | 83 |
| 2022 | 43 | 23 | 66 |

Con respecto al histórico reciente de las y los estudiantes graduados(as) durante el periodo 2018-2022, se observa un promedio anual de 47 graduados de maestría. 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. Esto se debe a la

flexibilidad que se brindó para la presentación de los exámenes de grado durante la pandemia por COVID-29, sin embargo, durante el 2022 esta tendencia se redujo ya que se graduaron 43 alumnos. El análisis indica que las personas estudiantes que obtuvieron el grado de maestría en 2022, fueron principalmente estudiantes que ingresaron a los programas durante la pandemia por COVID-19 en 2020, por lo que se espera que en 2023 la tendencia mejore (Figura 27).




*Figura 27. Egresados de los programas de maestría del CICY en el periodo 2018-2022.*



En el caso de las y los estudiantes graduados de los programas de doctorado, también se observa una tendencia variable. Con respecto al histórico reciente del periodo 2018 a 2022, se graduaron 24 estudiantes en promedio anual de los programas de doctorado. A partir del 2020, la tendencia disminuye y durante el 2022 se graduaron 23 personas estudiantes. (Figura 28). Lo anterior se atribuye al efecto de la pandemia por COVID-19 en el periodo 2020 a 2022, sin embargo, se espera que con el ingreso de una nueva comunidad de personas estudiantes esta tendencia mejore a partir del 2023.




*Figura 28. Egresados de programas de doctorado del CICY en el periodo de 2018-2022.*



### 4.2.3 Formación de recursos humanos externos

Mediante el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE) se atendieron en total a 332 estudiantes, de los cuales 301 fueron de licenciatura (26 en entrenamiento, 46 de servicio social, 97 de prácticas profesionales y 132 tesistas), así como 31 de posgrados externos (13 tesistas de maestría, 8 estancias de investigación de maestría, 6 tesistas de doctorado y 4 estancias de investigación de doctorado). De los 301 estudiantes de licenciatura, 44 obtuvieron el grado (25 con tesis y 19 con memorias de residencia) en las diferentes áreas sustantivas de la institución. De los 31 estudiantes de programas de posgrado externos a la Institución 1 de doctorado y 4 de maestría obtuvieron el grado (Tabla 8). En total se registraron 344 movimientos, ya que 12 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 31 de diciembre del 2022, se han graduado en total 1,287 estudiantes de licenciatura, arrojando un promedio anual cercano a 32. El histórico reciente (2018- 2022) de estudiantes graduados de licenciatura y posgrados externos se presenta en la Tabla 8. En el año de 2022 se obtuvieron más estudiantes graduados de licenciatura con respecto al 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, Escuela Superior de Ingeniería 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 8. Histórico reciente de estudiantes graduados de programas externos 2018-2022.*

| Año | Licenciatura | Maestría Externos | Doctorado Externo | Total |
|---|---|---|---|---|
| 2018 | 39 | 6 | 2 | 47 |
| 2019 | 59 | 4 | 1 | 64 |
| 2020 | 27 | 1 | 1 | 29 |
| 2021 | 38 | 1 | 0 | 39 |
| 2022 | 44 | 4 | 1 | 49 |

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 17 cursos durante el 2022. 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 29); "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", "Bioinformática aplicada al diagnóstico de fitopatógenos" y el de "Manejo integrado de plagas y enfermedades en aguacate y berries" impartidos por personal de GEMBIO; "Estimación y expresión de la incertidumbre en las mediciones y la aplicación de aseguramiento de validez de los resultados", "Taller de operación, revisión y pruebas de presión" y el de "Buenas prácticas, trazabilidad y estimación de incertidumbre en mediciones de pH y conductividad" impartidos por personal de Metrología; y "Capacitación para guías de colecciones etnobiológicas en jardines botánicos" y el de "Introducción al diseño de jardines escolares" impartidos por personal del JBR-RO.



*Figura 29. 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 141 alumnos y se captaron recursos propios por $234,365.00 pesos. Cabe hacer mención que, durante este periodo se generaron ahorros institucionales por un monto de $35,855 pesos, derivado de la asignación de 25 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 9. En la Tabla 10 se presentan los datos del histórico reciente del PEC del periodo de 2018 a 2022.

*Tabla 9. Resumen numeral de información del Programa de Educación Continua durante 2022.*

| Área | Cursos | Alumnos | Ingresos | No. Becas | Ahorros |
|---|---|---|---|---|---|
| GeMBio | 5 | 55 | $71,775 | 10.5 | $13,485 |
| METROLOGÍA | 4 | 16 | $45,124 | 3 | $5,916 |
| UBT | 1 | 22 | $34,500 | 4 | $6,000 |
| RN | 4 | 34 | $52,806 | 7.5 | $10,454 |
| MT | 1 | 4 | $23,200 | 0.0 | 0.00 |
| JBR | 2 | 10 | $6,960 | 0.0 | 0.00 |
| **TOTAL** | **17** | **141** | **$ 234,365** | **25** | **$ 35,855** |

*Tabla 10. Datos históricos del Programa de Educación Continua en el periodo 2018-2022.*

| Año | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|
| Cursos | 38 | 13 | 5 | 11 | 17 |
| Alumnos | 429 | 118 | 80 | 162 | 141 |
| Ingresos | $826,674.4 | $428,671 | $95,240 | $248,279 | $234,365 |



## 4.3 Logros Obtenidos

En el 2022 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 clases y a los laboratorios. Además, se abrieron diferentes espacios como el edificio docente, el auditorio de estudiantes, la sala de cómputo, entre otros espacios institucionales. Lo anterior, permitió dar seguimiento al plan de estudios y al desarrollo de la investigación de los trabajos de tesis después de la contingencia por COVID-19.

Durante el primer semestre del año, las actividades docentes se realizaron con una transición a la modalidad presencial y se 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 segundo semestre de 2022 ya todas las clases se impartieron en modalidad presencial o mixta con algunos cursos o módulos impartidos a distancia. Para la impartición de cursos se utilizaron diversas plataformas de videoconferencia y se realizaron actividades presenciales y actividades sincrónicas en las diferentes asignaturas. Así mismo,

como parte del regreso a las actividades presenciales, la mayoría de los cursos programados en el Programa de Educación Continua (PEC) se impartieron en la modalidad presencial.

Para continuar con el seguimiento académico de las personas estudiantes, se llevaron a cabo las evaluaciones de trabajo de tesis y de 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 a los semestres 2022-I y 2022-II.

En el 2022 se actualizó por segunda vez el protocolo para realizar los exámenes de grado, en el cual en esta segunda versión integró las modalidades presencial y mixta. Lo anterior permitió la continuidad de exámenes de grado en 2022. Adicionalmente, se continuó con la participación en el sínodo de las y los profesores externos(as), 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.

Un logro importante de nuestros posgrados a través de su comunidad de estudiantes y de sus egresados que demuestran su formación con los más altos estándares de calidad, ha sido la obtención de distinciones y premios en el año 2022: 1) Premio Estatal de Tesis, Nivel Posgrado 2022 en el área de Biología y Química por el trabajo de tesis de doctorado otorgado a la Dra. Amaranta Girón Ramírez; 2) 2ndo lugar en el Concurso de Contribuciones Orales, nivel doctorado, en el VIII Congreso Mexicano de Ecología, organizado por la Sociedad Científica Mexicana de Ecología A.C. otorgado al estudiante del doctorado en Ciencias Biológicas Julio Alberto Salas Rabaza; 3) Premio a la Juventud 2022, en la modalidad de estudiante de doctorado entregado por la Global Bioenergy Partnership, asociación integrante de la Food and Agriculture Organization of the United Nations, otorgado a la estudiante de doctorado en Ciencias en Energía Renovable Karla Jared Azcorra May y a la misma estudiante Premio Nacional Ciencia y Tecnología Sustentable por la UNAM; 4) Premio Estatal de Tesis, Nivel Posgrado 2022 en el área de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias por su tesis de doctorado, otorgado al Dr. Luis Alfredo Herbert Doctor; y 5) Premio B. Medina por haber obtenido el primer lugar con su trabajo de investigación en el XI Congreso de Biotecnología y Bioingeniería del Sureste, organizado por la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, delegación Sur-Sureste, otorgado a la estudiante de doctorado en Ciencias Biológicas, Stephanie Guadalupe Herrera Canché (Figura 30).




*Figura 30. Ejemplo de estudiantes y egresados de los posgrados del CICY que obtuvieron premios o distinciones durante 2022.*



En el 2022 se realizaron los procesos de admisión a los programas de posgrado del Centro, en los cuales todas las etapas fueron realizadas en la modalidad a distancia, utilizando plataformas de videoconferencia. Esta estrategia permitió la emisión de la convocatoria de nuevo ingreso a los semestres 2022-II y 2023-I. Este modelo 100% en modalidad a distancia se derivó durante la contingencia por COVID-19 resultando una práctica exitosa en ahorro de tiempo y costo, debido a que permite a las personas aspirantes de cualquier región geográfica ser evaluados sin detrimento de la calidad y rigurosidad que se requiere por parte de los Comités de Admisión, por lo que se continuará implementando de esta forma.

Como parte del programa de Docencia Digital, durante el 2022 se utilizó la firma electrónica para el registro de calificaciones por cuarta ocasión (desde 2021) y se obtuvo un avance de más del 95% en los registros al cierre del año. 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, en 2022 se continuaron utilizando formularios electrónicos para todas las evaluaciones de los cursos impartidos.

Por otra parte, al cierre del 2022 el CTCI del CICY, aprobó la actualización de los Lineamientos para el Servicio de Asuntos de Estudiantes (SAE), el cual incorpora acciones para mejorar los servicios y continuar recibiendo estudiantes que provienen de diferentes Instituciones de Educación Superior y que realizan sus actividades bajo la asesoría de una o un profesor-investigador del CICY en la modalidad a distancia, presencial o mixta.

Como un logro importante y bajo el principio del CICY, A.C. que promueve la cultura de igualdad y no discriminación, así como los principios y valores establecidos en su Código de Conducta y que ha instituido el principio de "Cero Tolerancia al hostigamiento sexual y al acoso sexual y todo acto de violencia contra las mujeres y por motivos de género", en el 2022 se elaboró el "Protocolo de prevención y atención de casos de acoso y hostigamiento sexual en la comunidad de estudiantes del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.". Dicho protocolo fue autorizado por el CTCI del Centro en diciembre de 2022. El protocolo fue distribuido para el conocimiento de la comunidad de estudiantes de posgrado y de licenciatura que se encuentran registrados en el Centro. Adicionalmente, con el propósito de difundir entre la comunidad estudiantil estos temas, se impartieron pláticas dirigidas a la comunidad de estudiantes con los principales conceptos y procedimientos para la Prevención del Acoso y el Hostigamiento sexual y de las cuales los materiales están disponibles para su consulta a través de canales institucionales internos.



Otro logro importante, en complemento a las acciones para fomentar la cultura de valores institucionales, durante el 2022 se elaboró el "Código de conducta para las personas estudiantes del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C." Dicho Código fue autorizado por el CTCI en diciembre de 2022 y entra en vigor con el fin de guiar o dirigir el actuar de las personas estudiantes en un marco colegiado y de acuerdo a los principios y valores que rigen al Centro. Como parte de este documento, se implementó un "Protocolo del procedimiento disciplinario" y un formato para la presentación de quejas. El Código fue distribuido para el conocimiento de la comunidad de estudiantes de posgrado y de licenciatura que se encuentran registrados en el Centro.

Es importante mencionar que, de acuerdo con 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 66 graduados durante el año 2022, 31 están ocupados (47%): 8 en actividades de docencia e investigación, 4 prestando servicios independientes, 9 en estudios doctorales, 10 prestando servicios en empresas del Sector Privado. Se reportan 35 sin empleo. Es importante mencionar que el 40% (14/35) de los que no cuentan con empleo egresaron en los últimos dos meses (noviembre – diciembre) del 2022.



De manera histórica, se han graduado un total de 1096 estudiantes en los programas de posgrado del Centro; 743 de maestría (68%) y 353 de doctorado (32%). Alrededor del 86% (945 egresados) se encuentra ocupado, y de éstos, cerca del 52% se encuentra laborando en actividades de docencia y/o investigación, alrededor del 17% realiza estudios doctorales o posdoctorales, y el 31 % restante se encuentra en los sectores privado (23%), público (4%) y prestando servicios independientes como asesores (4%). Estos datos confirman la pertinencia de los programas de posgrado del CICY.

Las actividades de retribución social son parte esencial de la vida académica de los y las estudiantes, además de ayudarles a desarrollar sus habilidades de comunicación, también son el medio para que el conocimiento llegue a otros sectores de la sociedad. Estas actividades no solo constituyen una forma de retribuir a la sociedad por el apoyo recibido con la beca, al mismo tiempo, representan un espacio de convivencia que les permite a los y las estudiantes conocer otras visiones de los fenómenos y las problemáticas de la península de Yucatán.

Entre las principales actividades de retribución social en los que participan los y las estudiantes se encuentran: acciones de la divulgación en redes sociales, "CICY Casa Abierta", el programa "Talento CICY" (en su modalidad presencial y a distancia) y "La semana de Ciencia", por mencionar algunos.

## 4.5 Dificultades superadas

El 2022 se caracterizó por la implementación gradual de medidas para el regreso presencial de las personas estudiantes a las instalaciones del Centro en todas sus sedes. Lo anterior, permitió ofrecer cursos de posgrado presenciales y la reapertura de espacios como la sala de cómputo, salones, auditorios, entre otros. A lo largo del año se permitió la flexibilidad para realizar distintas actividades relacionadas con los posgrados de forma presencial y mixta. Sin embargo, 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 reacondicionamiento de los espacios requeridos después de la pandemia. Para ello, se emitió la actualización de los lineamientos con respecto a la capacidad de cada área destinada para los exámenes presenciales y se realizaron diversas reparaciones de los equipos como proyectores y equipos de cómputo.

En el 2022 se observó un número de personas que obtuvieron el grado, menor al esperado; el análisis indica que la mayoría de los graduados en el presente año, ingresaron a sus programas de maestría en 2020 durante el inicio de la pandemia por COVID-19. Para el caso de las personas que obtuvieron el grado en los programas de doctorado, se consideran los años de la contingencia por COVID-19 durante al menos dos años de sus programas. Gracias a que el Centro implementó diversas medidas para que las personas estudiantes continuaran satisfactoriamente con sus programas durante la contingencia por COVID-19, es que se lograron graduar 66 estudiantes en 2022. En este sentido, aunque fue difícil para las personas estudiantes obtener el grado en 2022, no se observa un rezago considerable. Para resolver la situación mencionada y apoyar a las personas estudiantes, 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.



El periodo de contingencia causó retrasos inevitables en los diversos trámites relacionados con la obtención de la documentación oficial de 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 segundo semestre de 2022 se abrió un proceso anticipado para la admisión de las personas aspirantes del extranjero, lo que permitió que pudieran realizar sus trámites migratorios en los tiempos adecuados para iniciar sus programas en el semestre 2023-I.

En conclusión, podemos mencionar que las dificultades enfrentadas derivadas principalmente de la pandemia COVID-19 han sido superadas a través de diversas estrategias, y particularmente en el 2022 por medio de la actualización y emisión de disposiciones normativas y operativas que rigen la actuación de la comunidad de profesores y estudiantes en las actividades docentes con el fin de asegurar la continuidad en la calidad en la formación de recursos humanos.

Finalmente, para favorecer el acceso universal y gratuito a los programas de posgrado, desde el 2021 el CICY inició la reducción gradual de importes de colegiaturas como, por ejemplo, por mérito académico. En este tenor, en 2022 se trabajó en el Plan para implementar en 2023 la gratuidad de los posgrados, identificando los impactos derivados del establecimiento de dicha política como son los costos asociados, principalmente, a servicios que las personas estudiantes requieren para su formación.

# 5. DESARROLLO TECNOLÓGICO Y VINCULACIÓN



El CICY ha establecido mecanismos 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. Para articular dichos mecanismos, el CICY cuenta con la Dirección de Gestión Tecnológica (DGT), que adicionalmente promueve herramientas para facilitar la interacción entre los diversos sectores con los equipos que desarrollan los proyectos científicos y tecnológicos en las Unidades de Investigación y Servicios de CICY, encaminadas a cubrir las demandas a través de la gestión integral de proyectos tecnológicos hasta su transferencia.

## 5.1 Aspectos Relevantes

En el ejercicio 2022, el CICY continuó con la maduración de sus procesos para promover la apropiación social del conocimiento, el desarrollo tecnológico y la vinculación. Las acciones se enfocaron en los servicios de apoyo a las Unidades de Investigación para la atención a la cartera de proyectos con potencial innovador, relacionados con aspectos de transferencia de conocimiento, propiedad intelectual y vinculación con los aliados estratégicos de la institución, integrado principalmente por el gobierno y el sector social y productivo. Paralelamente, el trabajo del CICY en materia de atención a las demandas de la industria,

se basó 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 y nacional.

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 "Dr. Manuel L. Robert" y la Unidad Productora de Semillas (UPS); durante el 2022 se incorporó el Grupo Especializado de Apoyo a la Biofabrica (GEAB).



## 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 31, durante el año 2022, se obtuvo el registro de 4 patentes nacionales y 3 patentes 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".
- MX 394176 B "Fungicida vegetal contra antracnosis a partir de *Diospyros cuneata*".
- MX 394822 B "Proceso de micropropagación de palmas a partir de inflorescencias"

- US11292818B2 “Isolated transcription factors of Carica papaya and their application to obtain extreme temperature tolerating plants”.
- BR112018003155B1 “Circuito eletrônico para a coleta de energia de fontes de potência ultra-baixa e meio legível por computador não transitório”.
- 580-2018 “Circuito electrónico para la cosecha de energía de fuentes de ultra-baja potencia y procedimiento para cosechar energía de fuentes de ultra-baja potencia de dicho circuito electrónico”.

Con estos nuevos activos de propiedad intelectual, el CICY robustece su cartera de patentes contando a diciembre de 2022 con 29 patentes concedidas vigentes, de las cuales 21 se encuentran registradas en México y 8 en el extranjero. Lo anterior refleja los esfuerzos del Centro por mantener una adecuada gestión de las tecnologías que en él se desarrollan y la importancia que se ha dado a la apropiación del conocimiento para lograr la adecuada transferencia al sector social y productivo (Figura 311) beneficiando con ello a nuestra sociedad. Además, se ingresaron 7 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”
- MX/a/2022/008767 “Sistema desmontable de disipador pasivo para paneles fotovoltaicos con aletas multiangulares de perfil discontinuo”
- MX/a/2022/014635 “Mezcla de esteroles y su uso en el tratamiento de la influenza”
- MX/a/2022/015736 “Extractos botánicos de Alseis yucatanensis y su uso en el control de plagas agrícolas”
- MX/a/2022/015774 “Sistema agrobiotecnológico para la micropropagación y el establecimiento en campo de vitroplantas de piña”



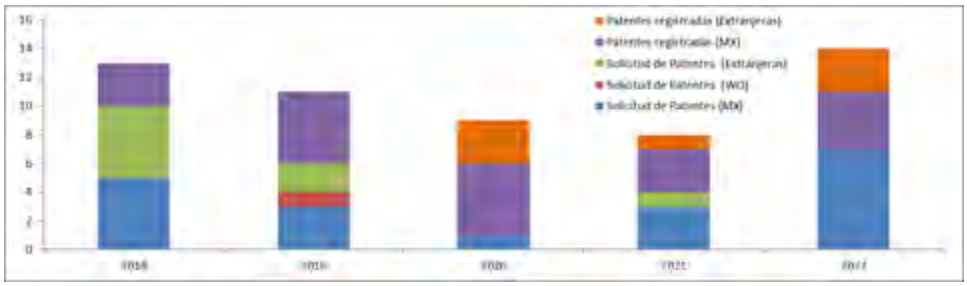


*Figura 31. Evolución en la presentación y concesión de patentes (2018-2022)*

Derivado de la investigación que se lleva en la Unidad de Energía Renovable sobre el árbol de ramón (*Brosimum Alicastrum*), se desarrollaron 5 protocolos que se protegieron bajo la figura de "secreto industrial". A estos secretos industriales se les asignó números de expediente CICYSI2201, CICYSI2202, CICYSI2203, CICYSI2204 y CICYSI2205.

En materia de Derechos de Autor, durante 2022 se realizó el registro de tres obras: dos literarias y un software. Las obras registradas fueron: "Ciencia, educación y divulgación de la Bioquímica en México", libro editado en colaboración con la Sociedad Bioquímica de México, y el libro "El árbol de ramón (*Brosimum alicastrum*) un cultivo potencial en la península de Yucatán"; así como el software denominado "WideeffHunter version 1.0". Adicionalmente se realizó la renovación de la reserva de derechos de la publicación periódica de divulgación "Desde el herbario CICY".

Asimismo, 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 año 2022 la OTT realizó servicios en apoyo a los proyectos con potencial innovador del Centro, 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.
- 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, derivado de estas reuniones de negociación se firmó una carta de intención con la empresa Tierra Foods.

También, con la finalidad de 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 de convenios y/o contratos.

Durante el 2022 se llevó a cabo la revisión de la cartera de proyectos tecnológicos conformada por 53 proyectos, los cuales se redistribuyeron entre los gestores de la OTT, quienes trabajaron en la actualización del estatus de los mismos.

Se realizaron 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 y un benchmarking 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. Se desarrolló un diagnóstico de mercado relacionado con harina de Ramón para su valuación tecnológica y la integración de un paquete tecnológico.
- Con la Unidad Productora de Semillas se apoyó en el establecimiento de precios competitivos, a través de una investigación de precios de semillas certificadas y no certificadas de chile habanero.
- 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.



Es importante destacar la participación de la OTT en el ecosistema de innovación como el Grupo de Vinculación, Gestión Tecnológica e Impulso a la Innovación, conformado por 9 Centros Públicos de Investigación, con el cual se participó en la organización del 2do Coloquio Nacional sobre Innovación y Apropiación social de las Tecnologías en México, en modalidad virtual del 30 noviembre, 1 y 2 de diciembre. Asimismo, la OTT es parte de la Red OTT México, en donde como parte de las actividades para interactuar con los actores del ecosistema fomentada por esta iniciativa, se impartió el taller: Evaluación del nivel de maduración de proyectos tecnológicos, en el marco del Congreso Internacional de la Sociedad Química de México, 2022 “Una Química: Muchas Voces”.

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. Como resultado se puede mencionar la canalización de un prospecto de servicio a la Unidad de Recursos Naturales.

Se participó en el Onceavo Congreso de la red OTT: Colaboración y responsabilidad social para la innovación y el desarrollo de las economías del 6 al 9 de noviembre, en donde se mostró la oferta tecnológica y se expusieron las capacidades y servicios del Centro a través de un stand; también se asistió a las diversas actividades ofrecidas, encaminadas a fortalecer a la OTT. Como resultado de estas interacciones, se consiguió el contacto con Laboratorios SILANES, con quien se cuenta un Convenio de Confidencialidad, el cual permitirá llevar a cabo pláticas iniciales sobre algunas tecnologías del CICY en el sector farmacéutco.

La OTT se encargó del registro, seguimiento y apoyo para el costeo de servicios y proyectos. Durante el periodo, la OTT registró 33 servicios con un ingreso para la institución de $ 2,037,765.91 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. Por otra parte, la OTT se encuentra trabajando en la actualización de lineamientos en materia de recursos propios, incorporando nuevos capítulos, así como nuevos artículos y transitorios para su mejor aplicación y funcionamiento.

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.



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 participó en cuatro sesiones de Think-tank.

Con relación a las sesiones virtuales con la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación aplicada y Desarrollo Tecnológico (ADIAT), se presentaron tecnologías del Centro como son “Celdas de combustible microbiano”, “Vehículo impulsado por energía renovable”, “Obtención de colágena marina de desechos pesqueros de la península de Yucatán y su potencial aplicación en la ingeniería del tejido dérmico”, “Aplicaciones

dentales de la quitosana", así mismo, se dieron a conocer las capacidades y alcances de la Biofábrica "Dr. Manuel L. Robert".

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 causes de acción que permitan la vialidad y consolidación de las Unidades de apoyo al sector social y productivo (UASSP) para su óptimo funcionamiento y potencializar sus capacidades productivas.

En el 2022 se llevaron a cabo 5 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
7. Presentación del Proyecto: "Sistema agrobiotecnológico para la micropropagación y el establecimiento en campo de vitroplantas de piña".
8. Presentación del Proyecto: Desarrollo de una Planta piloto de Harina de ramón (*Brosimum Alicastrum*) de 400 kg.
9. Presentación y evaluación del proceso de Desarrollos tecnológicos.



De igual manera, se llevaron a cabo 5 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
   a. Listado de precios 2022

3. Evaluación de los nuevos precios para el procesamiento de fruto, obtención de semilla y otros servicios de la UPS.
4. Biofabrica
   a. Solicitud de aprobación de precio para vitroplantas y plantas aclimatadas de Agave americana y Agave angustifolia.
5. Unidad Productora de Semillas
   a. Solicitud de aprobación de precio para plántulas de chile habanero producidas en charolas de 200 cavidades.
   b. Solicitud de aprobación de precio para el servicio de agricultura protegida.
6. Metrología
   a. Solicitud de aprobación del modelo de procesos de metrología.
   b. Solicitud de aprobación de la reestructuración de funciones de metrología.
7. Gembio
   a. Propuesta de política para prestación de servicios internos por parte del laboratorio GEMBIO
8. Precio vitroplantas de cocotero híbrido para el público general y cotización Fyteia Capital.

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 8 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 11.



*Tabla 11. Seminarios del año.*

| No | Fecha | Evento/Tema | Ponente | Personas alcanzadas | Número máximo de espectadores en vivo |
|---|---|---|---|---|---|
| 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. | 1.147 | 50 |
| 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 | 936 | 63 |
| 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 | 1.184 | 46 |

| No | Fecha | Evento/Tema | Ponente | Personas alcanzadas | Número máximo de espectadores en vivo |
|---|---|---|---|---|---|
| 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. | 1.202 | 55 |
| 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. | 1.560 | 42 |
| 6 | 18 agosto, 12:00 p.m. | “El futuro es la economía circular”. | Dra. María Cristina Cortinas Durán Presidenta de la Fundación Cristina Cortinas la cual forma parte de la Cadena Institucional del Sistema de Economía Circular Querétaro, establecido por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado. | 1.063 | 35 |
| 7 | 30 septiembre, 11:00 am. | “Del laboratorio al mercado” | Dr. Armando Sadajiko Shimada Miyasaka | 942 | 56 |
| 8 | 18 octubre, 11:00 am | "Protocolo de Nagoya" | Dra. Adelita San Vicente Tello, directora general del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables | 953 | 40 |



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.

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 los lineamientos ya fueron aprobados por el consejo Técnico Consultivo Interno (CTCI) del CICY, y se está preparando la documentación para su revisión ante el Jurídico de CONACYT.

La OTT preparó 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.

A través de la convocatoria se logró la participación de la unidad de materiales del CICY y con el apoyo financiero de la Dirección General se logró desarrollar el proyecto con el cual se maduró la tecnología a través de la identificación exitosa de los materiales adecuados para la elaboración de dicho dispositivo.

Por su parte, la OTT, en colaboración con las áreas involucradas, 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 “Dr. Manuel L. Robert”, 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. En 2022 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 líderes o interesados en los servicios.



Con la Unidad de Ciencias del Agua se trabajó 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-CoV19 a través de ensayo RT-PCR. Esto trajo como resultado que la UCIA cuente con un paquete de herramientas de negociación del servicio de monitoreo: análisis de mercado y tendencias, estrategia comercial, y presentaciones ejecutivas para las negociaciones. Un resultado aún más relevante es que durante el 2022 se realizaron 97 servicios de detección de COVID tanto a la comunidad CICY como a externos, lo cual permitió tener impacto positivo en el control de la enfermedad, así como el retorno seguro a las instalaciones del CICY, permitiendo la reactivación paulatina de las actividades y seguridad de los trabajadores.

Con la finalidad de apoyar a la creación de valor para el CIT (centro de innovación tecnológica), promover sus servicios y brindar herramientas que apoyen a los responsables del mismo a posicionar dicha iniciativa en mercado, se redefinieron y actualizaron las dos propuestas de modelos de negocio desarrolladas por la OTT en conjunto con los responsables del CIT, esto gracias al acercamiento e interacción con los actores involucrados en el ecosistema de innovación, que propiciaron la validación de algunas variables, sentando bases más cercanas hacia la forma en la que el CIT podría interactuar con dicho ecosistema.

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 "Dr. Manuel L. Robert", 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.



### 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 ejercicio 2022 se firmaron 117 convenios de los cuales 14 son internacionales y 103 son nacionales (Tabla 12). De ellos 75 aplican al indicador de transferencia de conocimiento, innovación tecnológica, social económica o ambiental. Con lo anterior, el indicador en este tema fue alcanzado.

*Tabla 12. Concentrado de instrumentos jurídicos suscritos en el 2022.*

| | De colaboración, cooperación y coordinación académica, científica y tecnológica | De confidencialidad y secrecía | Suma de todos los convenios |
|---|---|---|---|

| TIPO DE CONVENIO | PÚBLICOS | PRIVADOS | TOTAL | | PÚBLICOS | PRIVADOS | TOTAL | GRAN TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Convenios Nacionales | 87 | 16 | 103 | | 2 | 12 | 14 | 117 |
| Convenios Internacionales | 14 | 0 | 14 | | 0 | 0 | 0 | 0 |

Cabe destacar que durante 2022 se realizaron esfuerzos para fortalecer la articulación en los proyectos que son desarrollados en el Estado de Guerrero. Por citar algunos, se suscribieron 17 Convenios Específicos de Colaboración con Productores Agrícolas de café del Estado de Guerrero, asimismo se suscribieron Convenios Generales de Colaboración Científica y Tecnológica con el Consejo estatal del Café O.P.D. del Gobierno Estatal de Guerrero, así también con el Consejo Estatal del Cocotero O.P.D. del Gobierno del Estado de Guerrero y con el Comité Sistema Producto Café de Guerrero, A.C. De igual forma se estableció vinculación con el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero así como con instituciones académicas de dicho Estado mediante la formalización de Convenios Generales de Colaboración Académica, Científica y Tecnológica, destacando entre otras el Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco, con esta institución se suscribieron tres convenios de colaboración en materia de Servicio Social, Residencias Profesionales y Estancias Académicas.



Es importante señalar que en el Estado de Quintana Roo a través de la Unidad de Ciencias del Agua “UCIA”, se estableció vinculación con diversas instituciones académicas, destacan el Instituto Tecnológico de Cancún, el Instituto Tecnológico de Chetumal y la Universidad La Salle entre otras, asimismo con la Asociación Civil Centro Ecológico Ukana I Akumal A.C. se formalizó un Convenio General de Colaboración Académica y Científica.

En este contexto, el CICY estableció vinculación con el H. Ayuntamiento de Valladolid mediante la suscripción de un Convenio General en materia de recursos naturales, biodiversidad y prevención y control de la contaminación, estas acciones propiciarán el desarrollo de proyectos de investigación en áreas sensibles, mismas que beneficiarán al Municipio de Valladolid.

Por otra parte, con el H. Ayuntamiento de Cozumel del Estado de Quintana Roo, se suscribió un Acuerdo Específico de Colaboración Científica con el objeto de ejecutar un programa de monitoreo de la calidad del agua para gestión hidrológica de la Isla de Cozumel.

### 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 "Dr. Manuel L. Robert"
- Unidad Productora de Semillas (UPS)
- GEAB (Grupo Especializado de Apoyo a Biofabrica)

A continuación, se describen los principales resultados alcanzados por cada una de las Unidades durante el año 2022.

#### 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 78 servicios (con diferentes números de pruebas y ensayos cada uno). La Figura 32 muestra un ejemplo de servicios por asesorías de piña y limón persa. La Tabla 13 presenta los resultados del ejercicio de enero a diciembre de 2022 del laboratorio GeMBio:

*Tabla 13. Servicios realizados por GeMBio al sector social y productivo en el año 2022.*

| Tipo | Actividad | Monto Ingresado (MN) |
|---|---|---|
| Servicios | Diagnóstico y detección de fitopatógenos por métodos moleculares y/o morfo-fisiológicos;<br>Identificación molecular (a especie) de patógenos de plantas;<br>Pruebas de efectividad biológica *in vitro* de insumos agrícolas para el control de plagas y enfermedades;<br>Asesorías de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos comerciales. | $1,162,986.21 |

| | | |
|---|---|---|
| | Determinación de huellas genéticas en eucalipto y en agave mezcalero<br>Cursos de capacitación | |



*Figura 32. Asesorías piña y limón persa en Agrícola San Pablo Humanguillo, Tabasco.*



Adicionalmente, se prestaron servicios internos que, si bien no significaron ingresos directos para el laboratorio, representan una importante contribución de GeMBio al desarrollo científico y tecnológico de la institución. El monto total estimado equivalente de servicios internos en este período fue de $100,055.00. Dentro de estos servicios internos se incluyeron:

- 6 Servicios de secuenciación, a la Dra. Marcela Gamboa, UBT.
- 2 Diagnósticos de bacterias en vitroplantas, al Dr. Jorge Santamaría, UBT.
- 4 Diagnósticos de hongos en papaya, al Dr. Jorge Santamaría, UBT.
- 2 Diagnósticos de bacteria/levaduras en palma y miel, al Dr. Raúl Tapia, UER.
- 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.

Algunos ejemplos de estos servicios se presentan a continuación en las siguientes figuras:



*Figura 33.* Diagnósticos de bacterias en vitroplantas.



*Figura 34.* Diagnósticos de bacteria/levaduras en palma y miel.



*Figura 35. Mantenimiento de la casa del desierto y Casa tropical.*



Además, se ofrecieron 5 cursos de capacitación, algunos en el marco de Educación Continua de CICY y otros a solicitud expresa de clientes, cuyos ingresos están reflejados dentro el monto total de ingresos de la Tabla 13, estos cursos fueron: Curso Virtual Manejo de jardines y plantas ornamentales (6 al 8 abril 2022), Curso-Taller Virtual: Bioinformática aplicada al diagnóstico de fitopatógenos (8 al 10 de junio 2022), Capacitación en Seminario Técnico Fitosanitario LIDA ( 2 de julio de 2022), Estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades en aguacate y berries (30 septiembre 2022) en Cd. Guzmán, Jalisco, Curso virtual: Manejo de jardines y plantas ornamentales (12 al 14 octubre 2022).

Es importante destacar que dentro de los servicios están incluidos, como asesorías por contratos de servicios multianuales, aquellos hechos a las empresas Especialistas en Papaya S.A de C.V. y Agrícola San Pablo S.P.R. de R.L.

La Tabla 14 presenta los productos logrados por el laboratorio GeMBio en 2022 en distintos aspectos de la vinculación con nuestros clientes. A un mismo cliente se le proporcionan varios servicios a lo largo del período, esto sucede con varios clientes que son empresas grandes, aquí no se están considerando los 246 participantes de los cursos de capacitación que impartimos.

*Tabla 14. Productos logrados por el laboratorio GeMBio en 2022.*

| | Enero-diciembre 2022 |
|---|---|
| Productos de Vinculación | |
| Asesorías | 17 |
| Clientes atendidos | 27* |

*Tabla 15. Usuarios impactados Ene-Dic 2022.*

| | Enero-diciembre 2022 |
|---|---|
| Otros | |
| Contratos de servicios | 2 |
| Cursos de educación continua | 4 |
| Usuarios Impactados | 26,315 |



La Tabla 15 muestra los usuarios impactados, calculados considerando el número de hectáreas y de trabajadores agrícolas asociados que tienen los clientes que recibieron servicios de GeMBio a lo largo de 2022 y que fueron beneficiados con los mismos.

**Participación del laboratorio GeMBio en iniciativas de impacto social.**

Durante 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 36) 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 37). Posteriormente, el 30 de marzo 2022, se impartió el curso de capacitación sobre “Enfermedades en chile habanero, principales síntomas y estrategias de manejo” (Figura 38). 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 39).



*Figura 36. Visitas de diagnóstico técnico y fitosanitario de las plantaciones de los productores NODESS Iik Habanero.*



*Figura 37. Curso de capacitación sobre "Plagas en chile habanero y acciones necesarias para su manejo" NODESS Iik Habanero*



*Figura 38. Curso "Enfermedades en chile habanero, principales síntomas y estrategias de manejo" NODESS Iik Habanero.*



*Figura 39. Diferentes momentos de las actividades del NODESS Iik Habanero.*

**Impacto de GeMBio en diferentes comunidades.**

La Tabla 16 y la Tabla 17 desglosan los usuarios impactados por los servicios de GeMBio en cuanto a su clasificación como productores y a las localidades donde se dieron los servicios



*Tabla 16. Número de usuarios beneficiados en cualquier localidad*

| Año | Pequeños productores (en cualquier localidad) | Pequeños productores de la Península de Yucatán | Productores agrícolas (de cualquier tamaño) en la Península de Yucatán | Total de usuarios beneficiados |
|---|---|---|---|---|
| 2022 | 750 | 650 | 16,500 | 26,315 |

*Tabla 17. Número de usuarios beneficiados en la península de Yucatán*

| Año | Pequeños productores de la Península de Yucatán | Número de comunidades rurales impactadas en la Península de Yucatán |
|---|---|---|
| 2022 | 650 | 35 |

El impacto es indirecto porque son servicios a empresas que generan empleos en las comunidades aledañas a donde se ubican.

Yucatán:

- ✓ Tekah-10 comunidades, 500 personas
- ✓ Cansahcab- 2 comunidades-20 personas
- ✓ Oxkuztkab-10 comunidades-100 personas

Campeche:

- ✓ Campeche- 7 comunidades-140 personas
- ✓ Hopelchen-3 comunidades, 30 personas
- ✓ Tenabo-3 comunidades, 15 personas

En el marco de nuestras asesorías de manejo integrado de plagas y enfermedades a empresas agrícolas grandes, medianas o pequeñas, los productores pequeños asociados a las mismas, así como las comunidades rurales aledañas se benefician no solo por el incremento en los rendimientos de los cultivos, sino también por la menor exposición a la aplicación de plaguicidas, ya que nuestras asesoría están encaminadas a lograr una reducción en las aplicaciones de plaguicidas y que la mayor proporción de las que sea necesario hacer sean de tipo biorracional. Además, nuestras capacitaciones, que están comprendidas en dichas asesorías, permiten incidir directa y positivamente en estas comunidades rurales y en los pequeños productores al darles el conocimiento de cómo manejar fitosanitariamente sus cultivos.



#### 5.2.4.2 Laboratorio de Metrología

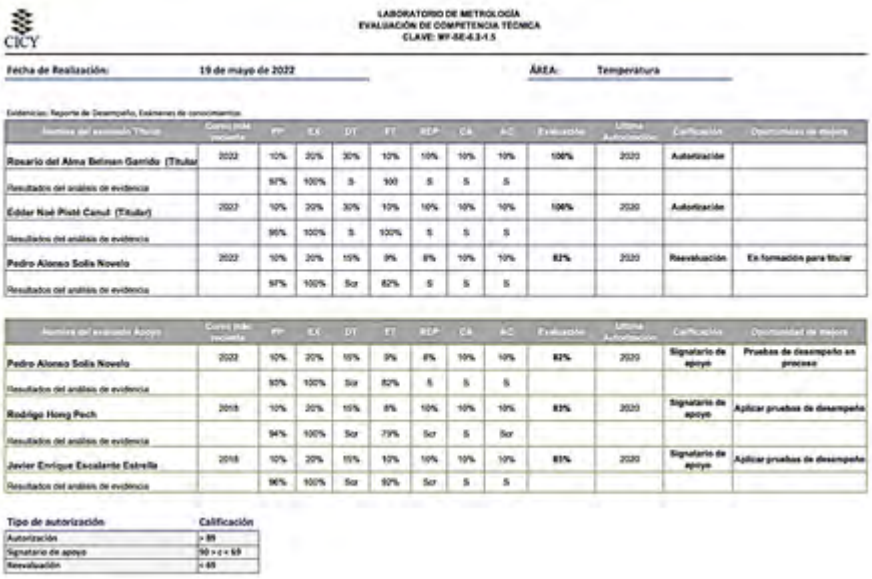
El laboratorio de Metrología proporciona servicios de calibración de instrumentos a 131 tipos de instrumentos, tales como, balanzas, material volumétrico, tanques de almacenamiento combustibles, termómetros, espectrofotómetros, entre otros, dentro de la cartera de servicios y magnitudes acreditadas. Cuenta con acreditación ante una Entidad Acreditadora con reconocimiento nacional e internacional y funciona bajo un sistema de gestión de la calidad basado en el estándar mexicano NMX-EC-17025-IMNC-2018.

Como parte de las actividades del sistema de gestión de la calidad se maneja un plan de trabajo anual, las actividades implementadas en 2022 estuvieron enfocadas al logro de 3 objetivos de calidad derivados de la planeación estratégica interna, los cuales son:

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.

Al concluir el presente ejercicio se obtuvieron 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 40)



LABORATORIO DE METROLOGÍA
EVALUACIÓN DE COMPETENCIA TÉCNICA
CLAVE: [illegible]

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

| Nombre del evaluado (Titular) | Curso (más reciente) | PP | EX | DT | FT | REP | CA | AC | Evaluación | Última Autoevaluación | Calificación | Oportunidad de mejora |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rosario del Alma Belman Garrido (Titular | 2022 | 10% | 20% | 30% | 10% | 10% | 10% | 10% | 100% | 2020 | Autotización | |
| Resultados del análisis de evidencia | | 97% | 100% | S | 100 | S | S | S | | | | |
| Édder Noé Pisté Canul (Titular) | 2022 | 10% | 20% | 30% | 10% | 10% | 10% | 10% | 100% | 2020 | Autotización | |
| 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 | Curso (más reciente | PP | EX | DT | FT | REP | CA | AC | Evaluación | Última Autoevaluación | 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 | 73% | 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 > c < 69 |
| Reevaluación | < 69 |

*Figura 40. Resultados de la Evaluación de Signatarios.*



- Se logró el mantenimiento de la acreditación de las seis magnitudes, masa, volumen, flujo, presión, óptica y temperatura, con un dictamen satisfactorio y cero no conformidades. Así también se obtuvieron resultados satisfactorios en los ensayos de aptitud de las magnitudes de flujo, volumen y presión.
- Como parte de la estrategia para mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos, se implementaron de nuevas responsabilidades y designación de dos líderes de proceso para delegación de actividades y gestión de recursos de las áreas técnicas. La evaluación de la eficacia de las acciones permitió que las actividades de calidad se realizaran en tiempo y forma, pero se requiere hacer una evaluación del impacto de los cambios en la realización y cumplimiento de servicios.
- Se crearon herramientas en Excel para estimación de los costos de viáticos para servicios en sitio, 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:

- Para las acciones estratégicas de sustitución de equipo prioritario en riesgo, se han trabajado diversas opciones y se han promovido algunas soluciones, se está en espera de las aprobaciones.

- Se obtuvo la acreditación para la ampliación de alcances para flujo y volumen en el área de combustibles.
- Se iniciaron las actividades para la elaboración del procedimiento, capacitación del personal y preparativos iniciales para solicitud de acreditación del servicio de calibración de materiales de referencia en 2023.
- Se trabajó en una campaña para redes sociales en conjunto con el departamento de Divulgación y Dirección de Gestión Tecnológica.
- Se organizó la celebración del XXV Aniversario de Metrología, dirigido especialmente a clientes de manera presencial y con transmisión por Facebook para público en general.
- Los ingresos obtenidos durante el 2022, se presentan en la Tabla 18.

*Tabla 18. Ingreso 2022 con servicios del laboratorio de Metrología*

| Magnitud | Instrumentos | Número de Servicios | Total (pesos) |
|---|---|---|---|
| FLUJO | 87 | 84 | 666,044.64 |
| MASA | 743 | 416 | 1,100,004.90 |
| VOLUMEN | 125 | 123 | 418,883.72 |
| OPTICA | 16 | 16 | 135,771.40 |
| PRESIÓN | 59 | 58 | 88,831.55 |
| TEMPERATURA | 578 | 555 | 869,280.16 |
| QUÍMICA | 31 | 30 | 100,317.15 |
| MANTENIMIENTO | 101 | 21 | 71,942.72 |
| CURSOS | --- | --- | 7,327.59 |
| **TOTAL** | | | **3,471,507.27** |

- Se estimó, al inicio de 2022, un incremento de ingresos de entre el 10 % y 20 % con respecto a los ingresos de 2021. Al cierre de 2022 el incremento fue del 60 % en relación al 2021. En la Figura 41 se muestra el comparativo histórico.




*Figura 41. Comparativo histórico de ingresos.*

- Se construyó una base de datos de clientes para evaluar la frecuencia de contratación y se han detectado los clientes constantes, intermitentes y nuevos. El 59 % de los clientes solicitó servicios en 2021 y repitió en 2022, el 29 % de los clientes en 2022 son nuevos o regresaron después de 2 años (Figura 42).






*Figura 42. Análisis de clientes.*

Para el tercer objetivo, se logró lo siguiente:

- En cuanto al cumplimento de tiempos de entrega de los certificados, se cumplió con la fecha comprometida en un 81 %.
- 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.
- La evaluación de los clientes en relación a la percepción de satisfacción se obtuvo como satisfecho y muy satisfecho, así como la satisfacción del cumplimiento de sus requerimientos.
- El 75 % de los clientes encuestados (24) recomendaría nuestros servicios.

#### 5.2.4.3 Grupo Especializado de Apoyo a Biofabrica (GEAB).

El Grupo Especializado de Apoyo a Biofábrica es un equipo que apoya la generación, optimización y pre escalamiento de cultivos de interés comercial, para su transferencia a Biofábrica de especies que sean de interés comercial, cultural, social y ambiental. Este grupo es de apoyo interno y cuenta con personal altamente especializado para lograr la asimilación de la investigación realizada en los laboratorios al escalamiento a través de la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”. Las funciones identificadas de este grupo especializado son:



- Seleccionar material de especies de interés.
- Realizar el proceso de inducción para cultivo In vitro.
- Caracterizar las líneas clonales generadas.
- Generar una biomasa base para su transferencia a Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert”.
- Generar los protocolos operacionales estándar (POEs) para su transferencia a biofábrica.

Actualmente el grupo trabaja con Piña y diversas especies de Agaves de los estados de Quintana Roo, Guerrero, Oaxaca y Yucatán.

A partir del 16 de septiembre de 2022, el grupo forma parte de la Dirección de Gestión Tecnológica, antes de esta fecha pertenecía a la unidad de Biotecnología como el grupo de Clonal. El cambio se realiza con la finalidad de establecer el pre-escalado de proyectos internos que cuenten con protocolos probados, reproducibles y con disponibilidad de material (para su establecimiento desde cero, en caso de ser necesario), generando lo necesario para su transferencia a la Biofábrica “Dr. Manuel L. Robert” para comenzar un flujo productivo escalado (miles de plantas).

Como parte del proceso de cambio de adscripción, actualmente se tienen reuniones con los actores involucrados en dicho proceso para definir los lineamientos operativos del grupo, que incluye la conformación de un comité que trabaje con investigadore(a)s involucrado(a)s en las necesidades productivas para la institución de diferentes cultivos y proporcionar servicios especializados a los grupos de investigación de CICY para llevar sus desarrollos tecnológicos a la Biofábrica "Dr. Manuel L. Robert". De igual forma, estas iniciativas permitirán cambiar el modo de operación del GEAB con la finalidad de optimizar los recursos, los espacios para generar biomasa y los protocolos de aplicación directa a la Biofabrica.

Entre los resultados obtenidos, el equipo trabaja en el mantenimiento de una biomasa de 123,000 plántulas de diferentes cultivos de agaves de los estados de Guerrero, Oaxaca y Nayarit, igualmente trabajan para cumplir con los entregables del proyecto FORDECYT "Estrategias multidisciplinarias para incrementar el valor agregado de las cadenas productivas del café, frijol, mango, agave mezcalero y productos acuícolas (tilapia) en la región Pacífico-sur a través de la ciencia, la tecnología y la innovación", en el sub-proyecto "Establecimiento de un proceso de escalamiento de micropropagación de individuos elite de agaves mezcaleros". En la Tabla 19 se enlistan los tipos y cantidades de plántulas por estado de dicha biomasa.



*Tabla 19. Cantidades de plantas por tipo y estado.*

| Tipo de Agave | Número de plántulas | Procedencia |
|---|---|---|
| Agaves Mezcaleros | 66,400 | Estado de Guerrero |
| Agave Tequilana | 17,600 | Estado de Nayarit |
| Agaves Mezcaleros | 39,000 | Estado de Oaxaca |
| **Total** | **123,000** | |

Derivado de la participación del grupo en el proyecto FORDECYT, durante los meses de octubre y noviembre se logró entregar 15,000 plantas de Agave mezcaleros a 65 productores divididos entre de los municipios de Chilpancingo, Tixtla, Omeapa, Huidzuco y Chilapa del estado de Guerrero, (Figura 43).



*Figura 43. Entrega de plantas.*

De igual forma como parte de los entregables del proyecto, se impartieron cursos a 33 productores de las comunidades de La Estacada del municipio de Tixtla (Figura 44): "Adaptación de plantas *in vitro* de agaves mezcaleros y Aprovechamiento de capacidad reproductiva de agaves mezclares)", este último se impartió de igual forma en la comunidad de Omeapa del municipio de Tixtla, tal y como se desglosa en la Tabla 20.





*Figura 44. Curso a productores.*

*Tabla 20. Numero de comunidades y productores impactados.*

| Municipio | Número de productores | Acción |
|---|---|---|
| La estacada | 23 | Curso y entrega de plantas |
| Omeapa | 8 | Curso y entrega de plantas |
| Chilpancingo | 2 | Entrega de plantas |
| Chilapa | 1 | Entrega de plantas |

| | | |
|---|---|---|
| Huitzuco | 1 | Entrega de plantas |
| Ojitos de agua | 1 | Entrega de plantas |
| Tixtla | 1 | Entrega de plantas |
| 7 comunidades | 37 | |

### 5.2.4.4 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. Se trabajó fuertemente planeando y supervisando la micropropagación de los cultivos en general.

Agaves.

Se realizó el mantenimiento de los stocks de los diferentes agaves (A. *americana, A. angustifolia y A. fourchroydes*). En el caso del henequén durante todo el año 2022 se continuó con el mantenimiento de 5,000 estructuras en sistemas de inmersión temporal. En los cultivos se están generando una mínima cantidad de vitroplantas en fase de crecimiento y se realiza el mantenimiento en la misma fase.



Con respecto al personal involucrado en el área de producción, se impartió capacitación periódica en temas para prevención y reforzamiento de los conocimientos para el manejo de sistemas y tecnologías nuevas, con el objetivo de tener un control del adecuado funcionamiento de la 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, se adquirieron a inicios de año 128 nuevos SETIS (Figura 45) para incrementar y hacer eficiente la productividad, en el segundo semestre de manera paulatina se fueron incorporando hasta lograr emplearlos en su máxima capacidad con la finalidad de reducir los costos de producción y alcanzar un mayor coeficiente de multiplicación. Lo anterior generó una mayor eficiencia en los procesos de producción debido a que hay una menor manipulación en el flujo, ocasionando reducción en el costo directo, así como una respuesta mayor en el coeficiente de multiplicación de cada cultivo.



*Figura 45. Ampliación del sistema de inmersión temporal y su puesta en marcha.*

Por otro lado, se continuó utilizando los sistemas de inmersión temporal diseñados por el CICY en la multiplicación del cultivo de *Agave angustifolia y A. americana,* en este sentido se trabajó en conjunto con el grupo de investigación para generar un procedimiento más eficiente durante la fase productiva, reduciendo así costos en una primera fase y de igual forma se sigue trabajando en mejorar todo el sistema.

Cafeto.

Durante este año, personal de la Biofabrica y la Dirección de Gestión Tecnológica realizó en colaboración con el equipo de investigación del Dr. Víctor Manuel Loyola Vargas, actividades en el marco del proyecto "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 y el establecimiento de parcelas demostrativas con productores del Estado de Guerrero.



A continuación, se indican las actividades e impactos generados en el Estado de Guerrero y en el municipio de Atoyac de Álvarez, se realizaron visitas y entrega de vitroplantas de café a productores de Guerrero, así como diversos talleres, esto con el fin de reforzar las alianzas estratégicas y finalizar las actividades comprometidas en el proyecto "Establecimiento de protocolos de propagación masiva para *Coffea* spp.". En el mes de agosto se enviaron 3,500 plántulas aclimatadas de *Coffea canéfora* y *Coffea arábica* a diferentes comunidades de Guerrero, beneficiando a 10 productores directamente en el primer envío y a 10 productores más en el segundo envío de 3,500 nuevas vitroplantas en diciembre. También se impartió para los productores cafetaleros el día 11 de diciembre, un taller sobre plagas y enfermedades por el Ing. Adán Hernández Flores, subdirector de Asistencia Técnica y Capacitación del Consejo Estatal del Café. Para finalizar se firmaron los convenios con los

productores en las instalaciones de CEIBAAS Guerrero y en el municipio de Atoyac, respectivamente.

Para lograr este objetivo, se utilizaron los biorreactores tipos “SETIS” para el escalamiento y producción, con la finalidad de hacer más eficiente los procesos y reducir costos de producción y alcanzar las metas comprometidas en los diferentes desarrollos tecnológicos de los cultivos (Figura 46 y Figura 47).



*Figura 46. Sistemas de inmersión temporal utilizados.*



*Figura 47. Uso continuo de sistemas de inmersión temporal en el mantenimiento de líneas.*



En el desarrollo de las actividades, se contempló la transferencia de los protocolos para la propagación de dos especies del género *Coffea* para su escalado. Se realizaron diferentes pruebas con los Biorreactores SETIS y se obtuvieron resultados muy alentadores en el rápido crecimiento de los embriones y las vitroplantas (Figura 48).



*Figura 48. Producción de cafeto en sistemas de inmersión temporal.*

Cocotero.

Con respecto al cultivo de cocotero, en el mes de abril se inició la capacitación del personal y la transferencia de tecnología en la última fase del proceso (Figura 49). Actualmente ya se tienen en proceso de crecimiento 5,000 brotes para la empresa Fyteia Capital, así como, un modelo comercial y el costeo del mismo, cuya propuesta fue presentada ante el Consejo de Administración de Economía del Conocimiento (CAEC). 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.





*Figura 49. Transferencia de brotes de cocotero.*

En otro tema, se benefició a un productor de tabasco con vitroplantas de cocotero y un productor local con vitroplantas de agave americana.

Los ingresos obtenidos por comercialización de vitroplantas durante el año 2022, se enlistan en la Tabla 21 y en la Tabla 24 el comparativo con respecto al año anterior:

*Tabla 21. Ingresos de la Biofábrica "Dr. Manuel L. Robert" para el 2022.*

| Concepto | Monto ingresado |
|---|---|
| Cocotero aclimatado Alto del Pacifico | $798,000.00 MXN. |

| Concepto | Monto ingresado |
|---|---|
| Anticipo producción vitroplanta de cocotero | |
| Vitroplantas aclimatadas de Henequén | |
| Vitroplantas de Banano aclimatadas | |
| Vitroplantas aclimatadas de *agave americano* | |

En cuanto a las plantas de Banano se impactó a 10 pequeños productores locales del municipio de Halachó para siembra de traspatio y finalmente el *agave americano* se benefició a un productor local para que a su vez lo venda como ornato (Tabla 22). Como parte de estas ventas el mayor impacto fue al sector social, ya que se obtuvo como resultado, en el caso específico de cocotero, beneficios en el estado de Tabasco y Veracruz a 2 productores agrícolas (Tabla 23).

*Tabla 22. Número de usuarios beneficiados en cualquier localidad.*

| Año | Pequeños productores (en cualquier localidad) | Pequeños productores de la Península de Yucatán | Productores agrícolas (de cualquier tamaño) en la Península de Yucatán | Total de usuarios beneficiados |
|---|---|---|---|---|
| 2022 | 1370 | 10 | 10 | 1390 |



*Tabla 23. Número de usuarios beneficiados en la península de Yucatán.*

| Año | Pequeños productores de la Península de Yucatán | Número de comunidades rurales impactadas en la Península de Yucatán |
|---|---|---|
| 2022 | 10 | 35 |

Existe un impacto indirecto sobre las empresas a las que se vende las vitroplantas, ya que ellas las comercializan a comunidades aledañas en donde se ubican.

**Yucatán:**

- Halachó- 1 comunidad- 10 personas.
- Mérida- 1 comunidad- 800 personas.

**Otros Estados:**

- Veracruz- 1 localidad- 500 personas.
- Tabasco- 1 localidad- 60 personas.

El ingreso obtenido en el 2021 en comparación con el 2022, superó las expectativas y hubo un incremento de $271,700.00 como se ilustra en la Tabla 24.

*Tabla 24. Comparación de ingresos.*

| CONCEPTO | INGRESO 2021 | INGRESO 2022 |
|---|---|---|
| Venta de vitroplantas | $ 526,300.00 MXN. | $ 798,000.00 MXN |

Como parte de la mejora continua en los procesos de la Biofábrica "*Dr. Manuel L. Robert*", se ha elaborado una política de entregas de vitroplantas, un POE sobre las entregas de plantas y el plan anual de producción. Todo lo anterior con el fin de evitar retrasos en las entregas y proporcionar una información clara y precisa sobre la venta de nuestros cultivos a los clientes y evitar futuros malos entendidos con los mismos.

### 5.2.4.5 Unidad Productora de Semillas (UPS)

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

En el 2022, con el apoyo de la Dirección de Gestión tecnológica, se realizó un programa de promoción y difusión de las semillas de chile habanero (Mayan Ba'alché y Kisin), a través de diversos medios, en la que se brindó información de las características de estas variedades comercializadas por el CICY. Esto resultó en el aumento de la venta de semillas respecto al año anterior, además de generar conciencia de la importancia de sembrar semillas mejoradas y certificadas, en total se vendieron alrededor de 5 kilogramos de semillas lo que representa a una superficie de 40 hectáreas sembradas con semilla certificada.



Cabe mencionar que se tiene en conservación y resguardo, semillas disponibles para venta de las dos variedades antes mencionadas, a la que de manera periódica se realizan análisis de germinación, viabilidad y vigor para garantizar la calidad de las semillas.

Además, en este año se incorporaron dos nuevos servicios: venta de plántulas de chile habanero (Figura 50) y servicio de agricultura protegida, esto con el fin de atender las demandas de los productores de chile habanero y contribuir al fortalecimiento de la agricultura de la región, al proveer plántulas producidas con semilla certificada.



*Figura 50. Entrega de plántulas de chile habanero a la Asociación civil de usuarios de Chemax.*

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.
3. Venta de plántulas de chile habanero de las variedades Mayan Ba'alché y Kisin en charola de 200 cavidades.
4. Servicio de agricultura protegida



**Impactos generados por la Unidad Productora de Semillas**

La Tabla 25 y la Tabla 26 muestran los impactos generados por la UPS, los cuales fueron considerados de acuerdo a los servicios realizados referente a la venta de semillas, venta de plántulas, procesamiento de semillas, además de cursos, talleres y proyectos en las que participó la Unidad.

*Tabla 25. Número de usuarios beneficiados en cualquier localidad*

| Año | Pequeños productores en cualquier localidad | Pequeños productores en la península de Yucatán | Productores agrícolas de cualquier tamaño en la | Total, de usuarios beneficiados |
|---|---|---|---|---|

| | | | península de Yucatán | |
|---|---|---|---|---|
| 2022 | 1,538 | 1,638 | 1,535 | 6,500 |

*Tabla 26. Número de usuarios beneficiados en la península de Yucatán*

| Año | Pequeños productores de la península de Yucatán | Número de comunidades rurales impactadas en la Península de Yucatán |
|---|---|---|
| 2022 | 1,638 | 28 |

El impacto es directo e indirecto porque son servicios que se realizan directamente con pequeños productores y a empresas que generan empleos en las comunidades aledañas.

**Yucatán**

Chemax, 6 comunidades, 600 personas

Tekax, 10 comunidades, 515 personas

Temozón, 3 comunidades, 163 personas

Tizimín, 3 comunidades, 300 personas

Valladolid, 2 comunidades, 50 personas

Candelaria, Campeche, 2 comunidad, 10 personas



**Otros estados**

Guadalajara, Jalisco, 1 comunidad, 1 persona

Palenque, Chiapas, 2 comunidades, 1 persona

Puebla, Puebla, 1 comunidad, 1 persona

Cuernavaca, Morelos, 1 comunidad, 1 persona

Los ingresos obtenidos en el 2022, a través de los diferentes servicios se muestran en la Tabla 27.

*Tabla 27. Ingresos de la UPS en el 2022*

| CONCEPTO | Monto ingresado |
|---|---|
| Venta de Semillas de chile habanero | $ 131,172.11 |
| Servicio de procesamiento | |
| Venta de plántulas de chile habanero | |

En otras actividades realizadas en apoyo al sector social y productivo, la UPS, a través del proyecto Pre-Nodess iik habanero, brindó capacitación y acompañamiento para el manejo del cultivo de chile habanero a productores en el municipio de Tekax, Yucatán (Figura 51).



*Figura 51. Capacitación en el manejo del cultivo de chile habanero a productores del proyecto Pre-Nodess Iik habanero, en la comisaría de Tixcuytún, Tekax, Yucatán.*

También como parte de las actividades para generar impacto en la región la UPS, en colaboración con GEMBIO, realizaron visitas a las parcelas de la Asociación Civil de Usuarios de Chemax A.C. para el acompañamiento en el manejo del cultivo de chile habanero de las variedades Mayan ba'alché y kisin, la cual impacto a alrededor de 1600 productores ubicados en 28 comunidades del oriente y sur del estado de Yucatán, en las que se encuentran los municipios de Chemax, Tizimín, Temozón, Tekax, Valladolid entre otros. (Figura 52).





*Figura 52. Diferentes momentos del acompañamiento a la Asociación Civil de Usuarios de Chemax "MU'UCH MEYAJ LAAKIN CHEMAX A.C.*

### 5.2.5 Vinculación

Durante el 2022, se han logrado concretar diversas acciones de vinculación en las Áreas y Unidades del Centro. A continuación, se describen algunas de ellas, correspondientes a la vinculación en temas académicos, ambientales, sociales, con el sector empresarial y vinculación con instancias internacionales.

En el rubro de Vinculación académica, en las acciones más importantes formalizadas durante el 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**

Como parte importante de la vinculación del CICY con instituciones y dependencias nacionales, se firmaron varios convenios generales de colaboración académica, científica y tecnológica (Figura 53). 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 53. Ejemplo de vinculación con instituciones de gobierno de Quintana Roo.*

Gobiernos Municipales.

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.



*Figura 54. Vinculación con el H. Ayuntamiento de la isla de Cozumel.*



A su vez, como resultado de la visita realizada el 11 de abril de 2022 al H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán; donde se escucharon las necesidades en el tema del recurso hídrico, el 27 de septiembre se firmó un convenio de colaboración, que da la pauta para la realización de la propuesta de un proyecto integrador que beneficie al municipio (Figura 55).



*Figura 55. Visita y firma del convenio de colaboración con el H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán.*

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, contribuyeron en la estructuración de la Política de Costas que fue publicada en septiembre de 2022.

Como parte de esta línea estratégica de vinculación y colaboración de la UCIA se realizó la reunión con la nueva administración de la Dirección de Ecología del municipio de Benito Juárez, donde también se acordó realizar un proyecto en conjunto como parte de la continuación del semáforo del estado de condición de los cenotes urbanos, además de la firma de un convenio de colaboración con el municipio de Benito Juárez para el 2023.

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 "Dr. Manuel L. Robert" y Unidad Productora de Semillas, para la presentación por parte de la Dirección de Gestión Tecnológica.

Gobiernos Estatales. Quintana Roo.

En el marco de la colaboración institucional, en diciembre de 2022, se efectuó la visita del Mtro. Cristopher Malpica Morales, Director General del Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología. Se sostuvo una reunión de trabajo en las instalaciones de la UCIA y un recorrido por los laboratorios. En dicha reunión estuvieron las autoridades del CICY en donde se habló del trabajo que se realiza y de las alianzas estratégicas (Figura 56).





*Figura 56. Visita del Director General del Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología a la UCIA.*

Por otra parte, los miembros del personal de la UCIA continúan su participación activa en comités institucionales, tales como en la Secretaría de Ecología del Municipio de Benito Juárez, donde 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 en el Comité Técnico Asesor (CTA) para atender la problemática del Sargazo en el estado. En

síntesis, el personal 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.
- Consejo Asesor del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.
- 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 Acuacultura (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.
- Consejo Asesor de la Universidad Politécnica

Derivado 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".

Programa Tecnológicos Regionales.

Durante el año 2022 se realizaron una serie de acercamientos con los diferentes tecnológicos de la región para concretar la vinculación por medio de visitas y firmas de convenios con las instituciones enlistadas en la Tabla 28.

*Tabla 28. Institutos tecnológicos con quienes se formalizó la vinculación vía la firma de convenios*

| Nombre de la institución |
|---|
| Instituto Tecnológico Superior Progreso |
| Instituto Tecnológico de Tizimín |
| Instituto Tecnológico Superior de Champotón |
| Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán |
| Instituto Tecnológico de Conkal |
| Instituto Tecnológico del Petróleo y Energía. |
| Instituto Tecnológico Superior de Motul. |
| Instituto Tecnológico de Mérida. |
| Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche. |
| Instituto Tecnológico Superior de Valladolid. |



Como parte de la planeación estratégica y dentro del programa con los tecnológicos 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, marco en que se inició la planeación para la ejecución del programa de formación dual para las personas estudiantes de ese Instituto.

En el marco de la Jornada Académica 2022: Nuevas Oportunidades del Modelo de Negocios Actual organizado por el Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, se impartió 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.

Gobiernos Estatales. Guerrero.

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.

En noviembre se realizó una visita con personal de CICY al municipio de Tixtla, Guerrero, para fortalecer la propuesta de desarrollo de proyecto sobre un programa de monitoreo de calidad de agua (laguna, presa noria y pozos), recursos forestales, cultivos como cítricos y agaves mezcaleros del municipio de Tixtla. Con la información generada se busca generar diferentes proyectos, en el caso de calidad de agua se ha previsto obtener el estado de condición de los cuerpos de agua y se propone el estudio de los parámetros físicos y químicos del agua, de la comunidad de bacteriana y viral, zooplancton, peces y microalgas en la zona.

**Sector Académico: Instituciones Internacionales.**



En el tema de la Vinculación Internacional, GermoLab 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 científicos. Se formalizó un *Memorandum of Understandig* suscrito con el *Institute of Molecular Genetics of the ascr, v.v.i* de la República Checa, formalizando 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, por ejemplo, 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 mismo, con la sociedad Agrícola San Pablo, S.P.R. de R.L., se realizaron 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-ITESCAM-ITM-SEDECULTA: 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 Iik 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.

En su etapa propedéutica (seis meses), se realizaron 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 tuvo la participación de más de 48 actores entre instructores, productores, coordinadores/organizadores, apoyo logístico y órgano rector.

Como parte de las actividades del Pre-nodess, se participó en la Gira Nacional y mesas territoriales de trabajo de la región sur-sureste, realizada en Chiapas, en la que se logró la vinculación con los Nodess y Pre-nodess de la región, así como también con otros actores territoriales., además de la integración del equipo de trabajo en la agenda de contactos de las instancias educativas y Nodess de la región sur-sureste lo que permitirá la colaboración e intercambio de experiencias.

Después de la evaluación del INAES al trabajo realizado durante la etapa propedéutica, el NODESS IIK HABANERO, fue reconocido y registrado como parte de la Red Nacional de Nodos para el Impulso de la Economía Social y Solidaria. Se está realizando la planeación de trabajo para el 2023, en la que se vislumbra la suma de nuevos actores que fortalezcan el proyecto, así como también la integración de nuevos actores sociales que puedan beneficiarse del proyecto.



También se apoyó la organización del evento para impulsar la producción de henequén de la Biofábrica “Manuel L. Robert”: “El futuro del henequén en Yucatán: caso de éxito” el cual se llevó a cabo el 1 de septiembre en el Auditorio principal del Centro. La finalidad fue dar a conocer el trabajo y la trayectoria del CICY en la investigación sobre el cultivo del henequén, así como divulgar a la sociedad los casos de éxito con los productores en la región y atraer el interés de los actores de la cadena de valor de dicho cultivo para apoyar en el resurgimiento del oro verde en el Estado.

**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 la que 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 Caribeean 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 la 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.

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.

Diversas áreas de la Dirección de Gestión Tecnológica participaron en el programa de estancias IRAP (Introduction to Research Abroad Program) coordinado por la Secretaría de Investigación Innovación y Educación Superior de 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 Gembio atendió a cuatro estudiantes participantes del programa con el tema "Diagnóstico Morfológico y molecular de Colletrotrichum sp" (Figura 57.). La UPS, participó con el tema de manejo de semillas de chile habanero.





*Figura 57. Distintos momentos de la visita en el marco del programa de estancias IRAP.*

## 5.3 Logros Obtenidos

Durante el año 2022 en los temas de Propiedad intelectual, se concedieron 4 patentes nacionales, y 3 patentes en el extranjero, una en Estados Unidos, cuyo registro representa la segunda patente concedida en este país, una en Brasil y otra en Perú. 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 un proceso único para la evaluación de las tecnologías generadas en el Centro, la OTT propuso que la evaluación de los denominados "desarrollos tecnológicos" se llevara a cabo a través del proceso actual de apropiación de las tecnologías del Centro, el cual inicia con la presentación de la declaración de invención. Esta propuesta fue presentada y aceptada ante comité de innovación y con ello se uniformizaron los criterios para la dictaminación de la existencia de desarrollo 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 la 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 mayor 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. Derivado de esta misma transferencia, el personal de la Biofábrica se siguió especializando en dicho cultivo.

Durante el año se ejecutaron iniciativas de marketing trabajando en sinergia con el área de Divulgación del Centro, entre ellas se encuentran tres campañas de marketing digital orgánica del Laboratorio GeMBio a través de los medios sociales oficiales del Centro, las cuales tuvieron duración de dos semanas cada una de ellas y sirvieron como apoyo al

equipo de ventas en su proceso para la atracción de interesados y futuros cliente, así como posicionar la marca y su oferta de forma natural en el tiempo. Estas campañas estuvieron dirigidas al sector agrícola local, nacional e internacional tanto público como privado: productores de cultivos de importancia económica, empresas agrícolas, independientes, instituciones, entre otros actores de la cadena de valor del sector, que tengan la necesidad de contar con soluciones ante problemáticas en materia fitosanitaria y/o caracterización genética de plantas y microorganismos.

Con el trabajo integral de los miembros de la OTT y el equipo técnico de investigación de la Unidad de Energía Renovable relacionado con el ramón, se logró desarrollar una valuación de la tecnología de la producción de Harina de ramón (*Brosimum alicastrum*), lo que permitió contar con un elemento clave para el diseño de un paquete tecnológico para la transferencia de la misma tecnología el cual cuenta con secretos industriales y un manual para el procesamiento del fruto de ramón, con registro de obra ante INDAUTOR.

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-CoV19 a través de ensayo RT-PCR, impactando a 97 personas de la comunidad CICY y sus familiares, coadyuvando a lograr el retorno seguro al Centro, así como el tener espacios seguros ayudando al personal a desempeñar mejor sus labores.



Las UASSP también tuvieron logros durante el 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. En cuanto a los ingresos anuales, se ha logrado una recuperación del 60% respecto a los ingresos reportados en 2021.

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. Como parte de la mejora continua se implementaron acciones para reducir los tiempos de programación de servicios, la evaluación inicial indicó 17 días, con los cambios implementados en los procesos el tiempo se redujo a 9 días en promedio.

Con el apoyo institucional, se realizaron las gestiones necesarias para contar con 18 plazas eventuales (Figura 58) favoreciendo a las áreas de Biofabrica “*Dr. Manuel L. Robert*” , *UPS y GEAB* distribuyéndose de la siguiente manera (Tabla 29):

*Tabla 29. Plazas eventuales Biofabrica "Dr. Manuel L. Robert" y UPS.*

| 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 58. Micropropagadores contratados como eventuales.*



Para el caso del Grupo Especializado de Apoyo a la Biofabrica, se logró favorecer con 4 plazas distribuidas de la siguiente manera (Tabla 30 y Figura 59):

*Tabla 30. Plazas de eventuales de GEAB.*

| Nombre de la plaza | No. de plazas |
|---|---|
| Micropropagador | 4 |



*Figura 59. Microprogadores de GEAB.*

## 5.4 Impactos Generados



Durante 2022, 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 y en total se entregaron 7000 plántulas aclimatadas de *Coffea canéfora* y *Coffea arábica* a diferentes comunidades del mismo Estado.

Con respecto a los diferentes cultivos producidos en la Biofábrica "*Dr. Manuel L. Robert"*, se han beneficiado a 3 productores con vitroplantas de banano, un empresario local con vitroplantas de *agave americana y* dos productores con vitroplantas de cocotero.

El impacto generado por la Unidad Productora de Semillas durante 2022 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, de igual manera se colaboró con la Asociación civil de usuarios de Chemax "MU'UCH MEYAJ LAAKIN CHEMAX A.C.", en donde se les brindó 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, como resultado de lo anterior, se estableció la comercialización de plántulas de chile habanero.

Además, derivado de la participación del CICY 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. Durante septiembre de 2022 el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) reconoció y registró el NODESS iik habanero como parte de la Red Nacional de Nodos para el Impulso de la Economía Social y Solidaria. Esto impactó en más de 50 acciones realizadas en los temas de control de plagas y enfermedades, emprendimiento, nutrición y fertilización de cultivos, sistemas fotovoltaicos de bombeo y riego y economía social, con la participación de más de 50 personas entre ellos productores, instructores, organizadores, entre otros.

También como parte de esta iniciativa, en noviembre se formaron dos alianzas Pre-NODESS en temas de cocotero: el TecNM Acapulco-CECOCO-Ejido Marquelia-CICY y el TecNM Acapulco-CECOCO-Productores del campo-CICY.

Los servicios del laboratorio GeMBio impactaron a un aproximado de 26,315 usuarios de al menos 8 estados diferentes de la República mexicana (Yucatán, Campeche, Q. Roo, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Colima y Jalisco). A través de los servicios se han beneficiado aproximadamente a 1800 pequeños productores, impactando de esta manera a 60 comunidades rurales.



Asimismo, durante los meses de mayo y junio se realizaron actividades de transferencia a usuarios y productores derivadas del proyecto “Estrategias multidisciplinarias 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 60).



*Figura 60. Taller con productoras de Agave Mezcal, Acapulco, Guerrero, 6 de mayo 2022.*

El CICY realizó la entrega de 500 plantas de *Agave cupreata* resultado de los trabajos científicos que se realizan en el Centro en el área de cultivo de tejidos vegetales por parte del equipo GEAB a productores del municipio de Chilpancingo; 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 CEIBBAS, 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 y el 12 de diciembre se llevaron a cabo una serie de talleres y entrega de Plántulas Élites de café en el estado de Guerrero relacionados al proyecto "Establecimiento de protocolos de propagación masiva para *Coffea* spp", cuyo responsable técnico es el Dr. Victor Loyola. Con este proyecto se buscó evaluar en campo a diferentes altitudes y condiciones ambientales, a través de la colaboración de productores y productoras guerrerenses, las Plantas Élite producidas en la Biofábrica "Dr. Manuel L. Robert" del CICY, a partir de un protocolo de clonación masiva.

## 5.5 Dificultades superadas

Durante el 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 derivado del nuevo proceso consolidado nacional para la renta de este tipo de equipos; aunque el servicio se obtuvo al cierre de 2022, en la mayor parte del período 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, por ejemplo, el traslado del personal de las áreas en CICY a

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 para apoyo y seguimientos en vinculación.

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. Para subsanar la problemática, las actividades requeridas se han llevado a cabo con bases de datos abiertas al público, los cuales muchas veces no disponen de información actualizada, haciendo que los procesos de desarrollo de estos entregables sean más largos. También es importante mencionar que las páginas Web, y las 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.

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, a pesar de la avanzada edad de los vehículos.

En cuanto a los requerimientos de mantenimiento en la infraestructura en la Biofábrica "*Dr. Manuel L. Robert" y la Unidad Productora de Semillas*, esta se ha mantenido en óptimas condiciones, a través de las acciones gestionadas y atendidas por los departamentos de Servicios Generales e Instrumentación.

## 6. DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

La Divulgación de la Ciencia, es una de las funciones prioritarias del Centro, es esencial para el 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 a los tomadores de decisiones públicas, haciéndoles disponibles información que soporte sus intervenciones considerando los mejores beneficios para la población.

## 6.1 Aspectos Relevantes

Durante el 2022 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 dirigidas, principalmente, a productoras y productores, entre los eventos destacan 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 y Valladolid. 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.



Otros ejemplos son la realización de actividades de apropiación del conocimiento generado en los proyectos relacionados a la conservación del acuífero de la península de Yucatán o el establecimiento de plantaciones de mezcal élite en municipios de Guerrero y Oaxaca. En el primer caso, el Centro trabajó en la integración de las Tarjetas de reporte de condición de los cenotes urbanos de la Isla de Cozumel, un documento técnico que servirá para crear un producto de divulgación que será útil para los tomadores de decisiones en beneficio de las personas habitantes cozumeleños. En el segundo proyecto, durante 2022 se realizaron diversas actividades de capacitación y apropiación con personas productoras de mezcal para que conozcan las plantas producidas por el CICY, así como su manejo en campo.

Asimismo, en el área de los materiales, el Centro realizó acciones de divulgación como parte de proyectos orientados a mejorar la habitabilidad de las viviendas para reducir la vulnerabilidad social de la población periurbana de la ciudad de Mérida. Además, se produjo la serie de cápsulas radiofónicas "Los materiales en mi vida diaria", una producción de 10 cápsulas (5 en español y 5 en lengua maya) que tienen el propósito de socializar los usos de los materiales poliméricos en beneficio de las personas y el ambiente, esto con la colaboración del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, a través de su radiodifusora *Radio Xepet La Voz de los Mayas*.

Como parte de las acciones enfocadas al fomento de las vocaciones científicas, se desarrolló el Programa Talento CICY 2022, incluyendo en esta ocasión las modalidades: Talento CICY Preparatoria, Secundaria y Docentes; todas ellas a distancia, alcanzando con ello una cobertura más amplia en todo el país, en el caso de Yucatán, impactando en comisarías y municipios del interior del estado. Además, como parte de Talento se realizaron tres Jornadas, en los municipios de Becanchen, Cenotillo y Peto, Yucatán. Es importante mencionar que se tuvo un incremento en el número de proyectos que se impartieron este año, alcanzando un total de 25 proyectos de ciencia nuevos, diseñados por personal del CICY.

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 2022 se impulsó la divulgación de la ciencia a través de la producción de contenidos con impacto en la sociedad en general, personas productivas y habitantes de la zona maya, esto por medio de 6 campañas digitales orgánicas, que incluyeron los temas de “Efectores, un mundo por descubrir” (UBT), “Materializa tus ideas” (CIT y UMAT), “Servicios Laboratorio GeMBio” (GeMBio), “Metrología, la ciencia de las mediciones” (Metrología), “Reflexionemos sobre innovación” (DGT) y “Día Internacional de la Mujer” . Además, el CICY participó en eventos de divulgación de la ciencia tanto a nivel local como nacional. En Yucatán, participó en la Semana Nacional del Conocimiento Yucatán 2022, organizada por la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES) y en la Semana Nacional del Conocimiento y la Innovación, organizada por la REDNACECYT.



Además, la institución promovió su producción de libros en espacios como la Feria Internacional de la Lectura Yucatán (Filey 2022), la Feria del Libro Académico Sur- Sureste de la ANUIES y la Feria Nacional del Libro de la BUAP.

Encausando a una mayor participación del personal académico en acciones de divulgación, se realizaron acciones de capacitación y formación de divulgadores, participando en el Programa Todo es Ciencia, de Educación Continua en materia de Comunicación y divulgación de la CTI, de la SIIES.

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, recreación y promoción de una cultura ambiental. En este aspecto, es relevante mencionar la participación del personal adscrito al JBR-RO y el depto. de Divulgación en la segunda

etapa del proyecto “Fortalecimiento del papel etnobiológico del Jardín Botánico Regional Orellana”, mediante el cual se potencializó 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. Con la ejecución de este proyecto, se tuvo la producción de contenidos de comunicación y divulgación de la ciencia que reiteran la importancia de la conservación de los recursos naturales de la península y el conocimiento tradicional 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 puede 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 alcanzando un total de más de 500 asistentes, 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.



En el tema del agua, se elaboraron las *Tarjetas de reporte de condición de los cenotes urbanos de la Isla de Cozumel,* en las que se da información sobre la identificación del estado de 10 cenotes urbanos de la Isla de Cozumel con siete indicadores: estado trófico, indicadores fecales bacteriológicos, indicadores fecales virales, metales, microplásticos, diversidad de zooplancton y diversidad de peces. Con estas tarjetas se busca emitir una serie de recomendaciones de conservación e intervención para cada sitio.

En la región pacífico sur, se impartieron 4 talleres de divulgación referentes al conocimiento de las plantas de agave producidas por el CICY, así como su adecuado manejo en campo, además de la participación del Centro en el Foro de Educación Superior Tecnológica en Guerrero; paralelamente el grupo de investigación impartió una serie de cursos - actividades de apropiación orientadas a personas productoras y promotores de mezcal en las comunidades de La estacada y Omeapa, en el municipio de Tixtla, Guerrero.

En el proyecto orientado a la vivienda sustentable se considera como 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. En esta materia, de habitabilidad y uso

de materiales, también se llevaron a cabo 2 talleres con habitantes de la zona periurbana de la ciudad donde pudieron conocer los materiales que se han fabricado en el CICY sus propiedades y cómo estos pueden ser aplicados en sus viviendas y en objetos de uso cotidiano; asimismo se realizaron 2 talleres sobre la revalorización de los residuos agroindustriales y sobre tintes naturales, muchos de los participantes artesanos y emprendedores que pudieron conocer sobre la aplicación de este conocimiento en sus respectivos campos. Con estas actividades se alcanzó a 80 personas.

Otra importante contribución para hacer llegar el conocimiento a las comunidades fue la serie "Los materiales en mi vida diaria", emitida todo el mes de diciembre, con tres repeticiones en la radiodifusora La voz de los mayas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), tanto en versión español como en lengua maya.

Por su parte, los resultados en materia de vocaciones científicas fueron fructíferos y en incremento con respecto al año 2021, ya que se consiguió llegar con este programa a 2,546 jóvenes en el país, conservando el alcance nacional gracias a la modalidad a distancia. Además, se logró extender la red de docentes divulgadores (secundaria y preparatoria) con la participación de 49 profesores y profesoras en 12 entidades del país, gracias a la herramienta del libro digital *Descubriendo mi Talento*, editado en 2021.



Con la participación en la Semana Nacional del Conocimiento Yucatán 2022, el CICY logró impactar en 4,185 personas, quienes participaron en las 36 actividades que se ofertaron. Estas actividades contaron con personal y estudiantes de posgrado de todas las unidades académicas de la sede Yucatán del Centro, en las que participaron un total de 101 talleristas, ponentes y expositores, además de las y los 16 estudiantes de posgrado quienes realizaron voluntariado de apoyo en este evento, como actividad de retribución social. En este mismo evento, pero a nivel nacional, el CICY participó con dos conferencias a distancia de temas como la efectorómica, en el campo de las ciencias básicas; y la energía renovable, en el área de la sustentabilidad.

Y finalmente, en este 2022 el Centro produjo diversos contenidos de comunicación de la ciencia, como parte de la segunda etapa del proyecto "Fortalecimiento del papel etnobiológico del Jardín Botánico Regional Orellana", se pueden destacar la *Guía de aves del Jardín Botánico Regional "Roger Orellana"*, el *Catálogo de topónimos mayas*, el recetario *Ven a probar 2022*, los trípticos Jardines etnobiológicos del sur-sureste de México y, los juegos Memorama y Lotería del Jardín Botánico Regional "Roger Orellana". También es digno de destacar la producción y transmisión de la segunda temporada de cápsulas "Un circuito etnobiológico en Yucatán", a través de la radiodifusora Radio Xepet *La voz de los mayas* del INPI. Estas cápsulas de radio bilingüe de educación ambiental fueron posibles

con la colaboración de la SEDECULTA, continuando con los esfuerzos de hacer una educación ambiental intercultural y favoreciendo el diálogo de saberes, así como la colaboración interinstitucional.

### 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 el 2022 la presencia en medios hacia el exterior se vio reflejada con la emisión de 590 notas, 56 entrevistas en televisión (TV azteca, Televisa, Teleyucatán, SIPSE, Ingenio Viral, entre otros), 33 entrevistas en radio (Radio Fórmula, Radio UADY, Cadena Rasa y Radio Yucatán), 34 boletines de prensa, 603 publicaciones en las redes sociales, 5 espacios de colaboración y 2 conferencias de prensa (Tabla 31).

*Tabla 31. Presencia en medios*

| Tipo | Cantidad |
|---|---|
| Boletines de prensa | 34 |
| Espacios y Colaboraciones | 5 |
| Notas | 590 |
| Radio | 33 |
| TV | 56 |
| Redes sociales | 603 |
| Conferencias de Prensa | 2 |



En lo que respecta a redes sociales, como se observa en la Figura 61, durante el 2022 se continuó con el incremento en el número de seguidores, alcanzando 50,627 registrando un crecimiento de poco más del 17% con respecto al año anterior (41,921 seguidores).

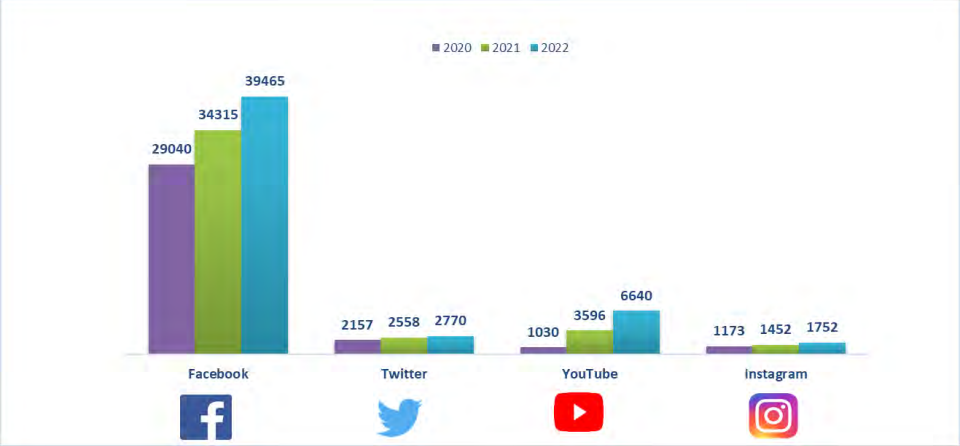



*Figura 61.* Seguidores en redes sociales

Se realizaron 22 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. Nuestras publicaciones llegan a tener alcances de más de 10 mil visualizaciones (Figura 62).






*Figura 62*. Publicación de mayor alcance en redes, campaña digital de la UMAT.

### 6.2.3 Actividades de divulgación

El Centro produjo durante el año 47 artículos, 6 libros y 12 capítulos de libro de divulgación y difusión de la Ciencia. 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.

Con el propósito de acercar la ciencia a nuevos sectores de la sociedad, se desarrolló una serie de cómics sobre las abejas, la cual se publicó en la revista digital de Divulgación Quiu. 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, además de divulgar el conocimiento científico, promover al posgrado.

Con una participación en 65 eventos de divulgación de la ciencia, en 244 actividades como conferencias, talleres o pláticas y visitas guiadas o escolares el CICY compartió con la

sociedad temas de su quehacer científico en un lenguaje accesible, destacando los 25 proyectos de Talento CICY, las 36 actividades de la Semana Nacional del Conocimiento Yucatán, además de participación en diversos Foros, Encuentros y Simposios. Asimismo, es relevante la participación del Centro en el Primer Simposio sobre la Divulgación de la Ciencia, organizado por Ciencia Cakotanú; y la impartición de 5 talleres con los que personal del CICY contribuyó a la formación de divulgadores de ciencia, como parte del ciclo de educación continua en comunicación y divulgación de la CTI "Todo es ciencia" de la SIIES (Figura 63).



*Figura 63. Actividades de divulgación de la Semana Nacional del Conocimiento Yucatán 2022*



## Jardín Botánico Regional "Roger Orellana" (JBR-RO)

El JBR-RO, durante este año, logró 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 64).



*Figura 64. 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-RO (Figura 65).



*Figura 65. 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 (Figura 66).




*Figura 66. Participación del Centro en eventos de divulgación.*

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 67).






*Figura 67. 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, con el proyecto Milpa, se puedo mostrar a poco más de 400 personas los 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 temas redundan en el bienestar de la comunidad y el ambiente, impactando directamente en las y los milperos de municipios de Conkal, Tizimín, Motul, Dzitya y Espita.

En el tema de conservación del acuífero, se logró integrar la segunda Tarjeta de reporte de condición de cenotes urbanos de la Isla de Cozumel, esto con la colaboración estrecha con las autoridades de dicho municipio. Este trabajo científico permitirá además de la publicación de las Tarjetas de reporte, la creación de un programa de manejo para los cenotes de la Isla de Cozumel este 2023 influyendo en política pública. Estos trabajos y experiencia abren la posibilidad de replicar este monitoreo de cuerpos de agua en otros municipios de la península como Valladolid y Benito Juárez.

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 los 4 talleres participativos dirigidos a los representantes vecinales de las colonias de la zona periurbana de Mérida. Estos talleres fueron dirigidos a habitantes de las zonas periurbanas de la ciudad de Mérida, a pequeños emprendedores y artesanos, participaron más de 100 personas.

El CICY, en colaboración con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) retransmitió la primera temporada de la serie “Un circuito etnobiológico en Yucatán”, que contempla 11 cápsulas en español y maya. Además de conseguir la trasmisión de dos nuevas producciones de CICY para 2023 y mantener la posibilidad de seguir colaborando. Otra importante colaboración con el INPI, para hacer llegar el conocimiento a las comunidades fue la serie “Los materiales en mi vida diaria”, producida por este Centro (5 en español y 5 en lengua maya) que tienen el propósito de socializar los usos de los materiales poliméricos en beneficio de las personas y el ambiente, transmitidas a través de su radiodifusora Radio Xepet “La Voz de los Mayas”.



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 citadinos. 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?” (1,100 visualizaciones), “Las plantas contra el calor” (692 visualizaciones) y “Servicios ambientales” (392 visualizaciones) (Figura 68).




*Figura 68. Sensibilización sobre temas ambientales.*

Como parte de los esfuerzos para incrementar el alcance de las acciones del programa de fomento a la vocación científica Talento CICY, que tuvo en 2021 como resultado el libro *Descubriendo mi Talento*, en 2022 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. Además, se replicaron 11 proyectos en la modalidad Talento Docentes, llegando a estudiantes de comunidades y localidades de 18 estados del país: Aguascalientes, Baja California, Campeche, Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Figura 69).



*Figura 69. Participantes del programa Talento CICY-Docentes 2022*

## 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 criollas de maíces y, especialmente, en la revalorización del conocimiento tradicional asociado a la milpa. Con respecto a loa Agaves Mezcaleros, durante el año se promovió el establecimiento de parcelas en Guerrero y Oaxaca, luego de que las personas productoras recibieran diversos talleres y pláticas con el fin de que conozcan las vitroplantas y su debido manejo en campo.



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 34 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 el 2022 se reportó la recolección de más de 8 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 Becanchen, 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, la ciencia fue aliada para aminorar los riesgos epidemiológicos (caso dengue). En general, el impacto nacional

del programa Talento fue con 2546 jóvenes, quienes cursaron alguno de los 11 proyectos de ciencia en Talento Docentes; o uno de los 25 proyectos de las modalidades Talento secundaria y preparatoria. Además, una de nuestras invitadas como conferenciante fue la astrónoma y divulgadora, la Dra. Julieta Fierro Gossman quien inspiro de una manera lúdica a las y los jóvenes a incursionar en la carrera científica.

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 12,396 personas, en las que 12,480 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. Un ejemplo de ello fue la nota sobre el tema “Plantas élite de henequén”, que se publicó en medios nacionales como Televisa, Tv Azteca, El Universal, El Financiero, La Jornada; e internacionales como France 24 y Agencia de Noticias EFE.

En el ámbito del alcance a la sociedad, es importante referir el impacto del Foro “Oportunidades y desafíos para el desarrollo científico y tecnológico desde lo local”, realizado en coordinación con la Universidad Autónoma de Guerrero y el Consejo de Ciencia y Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero, el cual reportó 3,660 visualizaciones reflejando el número de personas alcanzadas.



## 6.5 Dificultades superadas

Los aspectos económicos, en algunos casos, dificultaron la realización de actividades de divulgación presenciales, en el caso de las relacionadas a proyectos se pudieron resolver con la debida planeación de sus responsables técnicos, tal es el caso de las emprendidas por el proyecto Milpa maya, por el Jardín Botánico Regional Roger Orellana o las del área de Materiales. 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 la Isla de Cozumel, que fue superado con las gestiones del equipo de la UCIA y el Ayuntamiento de la Isla. 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 para los traslados, 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. También en Talento CICY, se presentó una baja inscripción en la modalidad de secundaria,

misma que fue superada con el impulso a Talento Docentes, que permitió llevar los proyectos de ciencia a otros jóvenes del país de este nivel académico.

# 7. SOPORTE A LA GESTIÓN

## 7.1 Administración

### 7.1.1 Administración de Proyectos

Se continuó cumpliendo en tiempo y forma, con el envío de los informes financieros de los proyectos, siendo 14 los informes finales enviados y durante el segundo semestre del 2022, se logró recibir 3 actas de conclusión de proyectos.

### 7.1.2 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 de la ciudad de Mérida, 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 70).



*Figura 70. Trabajos de pavimentación.*

### 7.1.3 Procesos Óptimos

Se continuó trabajando en la simplificación y mejora de procesos administrativos; durante este periodo, se trabajó en la documentación, optimización y aprobación de los procedimientos de apoyo para el "Reclutamiento, selección y contratación de Servidores Públicos (PA07-PR01)" (Figura 71) y el "Registro Patrimonial de los bienes del Centro (PA05-PR01)".



La finalidad de emisión del primer procedimiento fue asegurar la contratación del recurso humano idóneo, que cumpla con las habilidades, experiencia necesaria y requisitos de la plaza vacante a cubrir; considerando, la igualdad y no discriminación, legalidad, imparcialidad y transparencia del proceso para los postulantes. Los puntos de control establecidos fueron orientados a:

- Asegurar la congruencia de las plazas, con los distintos sistemas de control de plazas.
- Determinar la responsabilidad de los Servidores Públicos involucrados, en las autorizaciones de ocupación.
- Establecer las directrices para la conformar el comité de admisión.
- Establecer los requisitos de antigüedad para convocatorias internas.
- Establecer mecánicas y responsabilidades, para la aplicación y evaluación de pruebas genéricas y específicas a los Candidatos.
- Establecer los requisitos para la propuesta de contratación.




*Figura 71. Documento oficial del procedimiento Reclutamiento, selección y contratación de Servidores Públicos.*



Posterior a la autorización se efectuó la difusión (Figura 72) correspondiente para:

- Promover el desarrollo de convocatorias organizadas.
- Impulsar la velocidad de contratación.
- Mitigar la aleatoriedad de ejecución del proceso.
- Orientar a la planificación efectiva del capital humano.



Hasnup' especial

Viernes 4 de noviembre de 2022

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS

**PA07-PR01 Reclutamiento selección y contratación de servidores públicos del CICY**

A todas las personas servidoras públicas del CICY, por medio del presente se les informa que el documento relativo al proceso "PA07-PR01 RECLUTAMIENTO SELECCIÓN Y CONTRATACIÓN DE SERVIDORES PÚBLICOS DEL CICY", se encuentra disponible en la Intranet del CICY a partir del día 31 de octubre de 2022, en la liga http://intranet.cicy.mx/servicios-intranet/administrativos/recursos-humanos, asimismo se adjunta el archivo para su descarga.

Contáctanos

***Hasnup'* especial** es un esfuerzo adicional dirigido a la Comunidad CICY y es editado por el departamento de Divulgación del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY), con oficinas en Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Teléfono: (999) 942-8330 Ext. 146.

**Envíanos** tu información, fotos y comentarios:
hasnup@cicy.mx

*Figura 72. Difusión de procedimiento aprobado*

Como se informó en el periodo anterior, se trabajó en la recolección de información para actualizar y documentar los procesos en materia de control patrimonial. Se autorizó el curso para el primer proceso: "Registro Patrimonial de los bienes del Centro (PA05-PR01)" que tiene el objetivo de asegurar la incorporación efectiva de los activos fijos al inventario patrimonial del Centro, y con ello, identificarlos oportunamente.

El procedimiento, integró la incorporación por adquisición, proyectos de obra pública y las donaciones. Donde se establecieron puntos de control orientados a:



- Establecer los elementos de validación, para la recepción de equipos y la documentación correspondiente.
- Determinar la responsabilidad de recepción de bienes en puntos acordados.
- Determinar la responsabilidad para el resguardo de documentación original e integración del expediente de archivo en trámite.
- Establecer los criterios para la verificación física.
- Establecer criterios para la asignación de resguardos.
- Establecer criterios para la afectación de cuentas contables.
- Establecer criterios para analizar la conveniencia de recibir donaciones.
- Determinar requisitos para la aceptación de donaciones.
- Determinar líneas de autorización, para aceptar donaciones, etc.

Posterior a la autorización, se elaboró el video para la capacitación (Figura 73). En el primer trimestre del ejercicio 2023, se trabajará en establecer el plan de ejecución de las capacitaciones correspondientes.

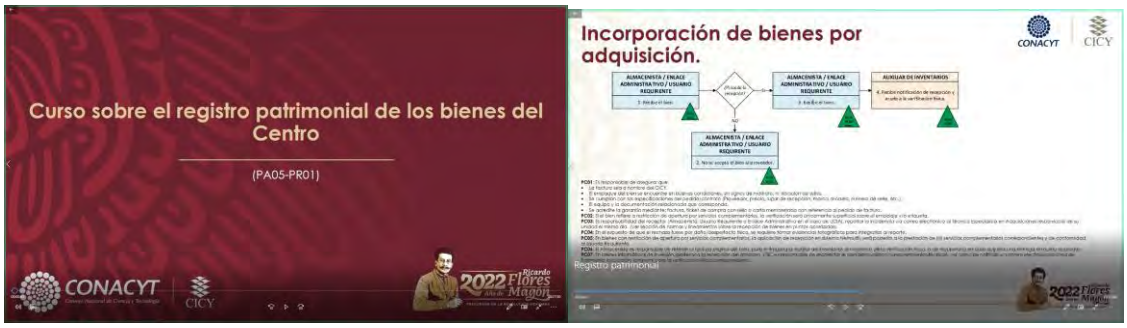



*Figura 73. Material de capacitación, curso sobre el registro patrimonial de los bienes del Centro.*

Adicionalmente, se progresó en el levantamiento y documentación del segundo proceso, denominado “Manejo de incidencias sobre bienes muebles (PA05-PR02)”. El cual planea integrar las actividades de solicitudes de transferencias, solicitudes de entradas y salidas de bienes; así como el reporte sobre el siniestro de bienes.

Derivado de lo anterior, se detectaron áreas de mejora, para el portal que actualmente opera las solicitudes. Como iniciativa de la Dirección Administrativa, se elaboró la propuesta de mejora mediante el desarrollo del requerimiento técnico (Figura 74); mismo que servirá como presentación para los responsables y desarrolladores de la UTIC.






*Figura 74. Presentación, requerimiento mesa de servicio patrimonial.*

Finalmente, se tuvo progreso en el levantamiento y documentación del segundo proceso en materia de adquisiciones, denominado “Recepción de solicitudes de compra para generar pedidos (PA02-PR01)”. El cual considera integrar las actividades de recepción y validación de solicitudes de compra para generación de pedidos y la elaboración de contratos legales (Figura 75).




*Figura 75. Plan de procesos, área de adquisiciones*

### 7.1.4 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 y en el mes de noviembre 2022, se realizó una campaña de vacunación contra la influenza, prevención hipertensión, medición de los niveles de azúcar, medición de peso, talla y altura, teniendo una participación de más de 215 personas servidoras públicas (Figura 76).






*Figura 76. Campaña de Vacunación contra la Influenza*

## 7.2 Planeación estratégica

Alineado a los planes de desarrollo en diversos ámbitos, incluidos los internacionales como lo son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, se llevó a cabo la planeación estratégica del Centro (2020-2030), que delinea por una década el desarrollo institucional. Dicha Planeación identifica cuatro propósitos clave:

- Pertinencia de la investigación científica. Los resultados de la investigación científica básica y aplicada desarrolladas en el CICY buscarán contribuir a la resolución de los grandes retos nacionales y aspirar a tener un alto impacto científico, tecnológico, social y ambiental.
- Programas de posgrado competitivos. Se promoverán la competitividad, la calidad y la innovación en los programas de posgrado del CICY considerando las necesidades de los egresados, la de los diversos sectores de la sociedad y la democratización del conocimiento.
- Diversificación de las fuentes de recursos financieros. Se fomentará el impacto social/ambiental mediante el uso de la innovación, la transferencia del conocimiento y de la tecnología como herramientas para contribuir a la transformación del modelo actual de desarrollo
- Procesos de gestión internos óptimos. Se potencializará el crecimiento del CICY y su contribución al desarrollo regional mediante la suma de capacidades y habilidades de sus diferentes áreas para promover una etiqueta organizacional orientada al servicio, al uso efectivo de los recursos y a la unidad institucional



Para dichos propósitos, considerando los fines a obtener, se identificaron los componentes o acciones clave para su logro, así como los indicadores que darán cuenta del avance en los planes. En 2021 se socializó dicho documento con cada uno se los grupos que integran la comunidad CICY, lo cual propició su involucramiento y apropiación en la ejecución de las estrategias definidas en dicho plan.

Durante 2022 los equipos de trabajo estuvieron atendiendo las actividades programadas, muestra de ello, son las acciones estratégicas en la conformación de carteras de proyectos científicos y tecnológicos, planes de desarrollo de las unidades académicas, vinculación con actores clave, optimización de procesos, mantenimiento de infraestructuras, entre otros.

En 2023 corresponde obtener el registro del avance y revisión de oportunidades de mejora considerando los factores vigentes del entorno actual. Cabe señalar que, soportado en este plan para el desarrollo institucional, fue elaborado el Programa Institucional 2022-2024.